



**TUGAS AKHIR - SB 141510**

**STUDI KOMUNITAS ECHINODERMATA PADA PADANG LAMUN  
PANTAI BAMA DAN PANTAI KAJANG, TAMAN NASIONAL  
BALURAN, SITUBONDO, JAWA TIMUR**

**FARIDL FURQON  
1513100083**

**Dosen Pembimbing  
Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si.**

**DEPARTEMEN BIOLOGI  
Fakultas Ilmu Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**



**FINAL PROJECT - SB 141510**

**STUDY ON ECHINODERM COMMUNITY IN SEAGRASS AT BAMA  
BEACH AND KAJANG BEACH BALURAN NATIONAL PARK,  
SITUBONDO, EAST JAVA**

**FARIDL FURQON  
1513100083**

**Supervisor  
Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si.**

**BIOLOGY DEPARTMENT  
Faculty Of Science  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2018**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**STUDI KOMUNITAS ECHINODERMATA PADA  
PADANG LAMUN PANTAI BAMA DAN PANTAI  
KAJANG, TAMAN NASIONAL BALURAN, SITUBONDO,  
JAWA TIMUR**

Oleh:

**FARIDL FURQON  
NRP. 1513 100 083**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Farid Kamal Muzaki S.Si., M.Si..... (Pembimbing)

Surabaya, 15 Januari 2018



Mengetahui,  
Departemen Biologi

Devi Hidayati, S.Si., M.Si.  
NIP. 19691121 199802 2 001

**STUDI KOMUNITAS ECHINODERMATA PADA  
PADANG LAMUN PANTAI BAMA DAN PANTAI  
KAJANG, TAMAN NASIONAL BALURAN, SITUBONDO,  
JAWA TIMUR**

**Nama Mahasiswa : Faridl Furqon**  
**NRP : 1513 100 083**  
**Jurusan : Biologi**  
**Dosen Pembimbing: Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si.**

**Abstrak**

*Wisata pantai seringkali dianggap industri ramah lingkungan, namun di khawatirkan berpotensi memberikan pengaruh negatif terhadap keanekaragaman hayati di ekosistem lamun dan Echinodermata. Penelitian ini dilakukan di Pantai Bama dan pantai Kajang. Pengamatan Echinodermata di lakukan dengan metode transek sabuk. Variabel lingkungan yang diukur meliputi suhu, salinitas, pH, kadar oksigen terlarut, total organic matter, serta kerapatan dan luas tutupan lamun. Analisis data dilakukan dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ) dan uji independent sample T-test. Hasil penelitian menunjukkan uji independent sample T-test yang dilakukan nilai p-value 0.12, lebih besar dari nilai  $\alpha$  0.05, menunjukkan tidak terdapat perbedaan rata-rata kelimpahan Echinodermata antara Pantai Bama dan Pantai Kajang. Pengujian jumlah jenis dengan uji independent sample T-test yang dilakukan nilai p-value 0.000001, lebih kecil dari  $\alpha$  0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata jumlah jenis Echinodermata antara Pantai Bama dan Pantai Kajang.*

*Kata Kunci : Echinodermata, Padang lamun, Taman Nasional Baluran, Pantai Bama, Pantai Kajang*

**STUDY OF ECHINODERM COMUNITY IN SEAGRASS  
AT BAMA BEACH AND KAJANG BEACH BALURAN  
NATIONAL PARK SITUBONDO EAST JAVA**

**Student Name : Faridl Furqon**  
**NRP : 1513 100 083**  
**Department : Biology FMIPA ITS**  
**Supervisor : Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si.**

Abstract.

One of which tourism destination in Baluran National Park is beach tourism. Coastal tourism has been considered as environmentally friendly but it has potentials to bring some negative impacts on biodiversity of seagrass ecosystem, one of the organisms threatened by coastal tourism activities is Echinodermata. The research done on Bama Beach and Kajang Beach. Echinodermata observation will be conducted using belt transect methods. Environmental variables measured include temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, total organic matter, and the density and extent of seagrass cover. Data that can be analysis with diversity index Shannon-wiener and independent sample T-test. Result of the research shows that the test of independent sample T-test done at p-value 0.12, is bigger than  $\alpha$  0,05, so it can be concluded that there is no difference of average total abundance of whole Echinodermata species between Bama Beach and Kajang Beach. The test of number of types using independent sample T-test conducted p-value 0.000001, smaller than  $\alpha$  0.05, so it can be concluded that there are differences in the average number of species between Bama Beach and Kajang Beach.

Keywords : Echinoderms, seagrass Bed, Baluran National Park, Bama Beach, Kajang Beach

## **KATA PENGANTAR**

Segala Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Strudi Komunitas Echinodermata pada Padang Lamun Pantai Bama dan Pantai Kajang, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur”. Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada departemen S-1 Biologi, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama proses pembuatan tugas akhir ini, tentunya penulis mendapatkan bimbingan, arahan, koreksi serta saran, untuk itu rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya penulis sampaikan pada Ibu Dr. Dewi Hidayati, M.Si. selaku ketua sidang, Bapak Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si. selaku pembimbing dalam penelitian ini, Ibu Indah Trisnawati M.Si., Ph.D selaku dosen penguji Tugas Akhir. Penulis juga mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada orang tua penulis, serta keluarga atas doa dan dukungan. Penulis juga mengucapkan terima kasih sebanyak banyaknya kepada Irine Prabhandaru S.Si atas bantuan dan dukungannya, Necky Othman Pasha H S.P, Pandu Damay Putra S.T, Satya Adi Wicaksana S.T, teman-teman seperjuangan disumur yang selalu memberikan dukungan, dan teman teman laboratorium Ecology. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini, namun besar harapan penulis bahwa Tugas Akhir ini dapat bermanfaat referensi penelitian selanjutnya.

Surabaya, 14 januari 2018

Faridl Furqon

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tumbuhan Lamun.....	5
2.2 Echinodermata.....	7
2.2.1 Holothuroidea.....	8
2.2.2 Asteroidea.....	9
2.2.3 Ophiuroidea.....	10
2.2.4 Echinoidea.....	11
2.2.5 Crinoidea.....	13
2.3 Fungsi Ekologis dan Ekonomis Echinodermata.....	14
2.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi Echinodermata.....	15
2.4.1 Suhu.....	15
2.4.2 <i>Total Organic Matter</i> .....	15
2.4.3 Salinitas.....	16
2.4.4 pH.....	16
2.4.5 DO.....	16
2.5 Hubungan Lamun dan Echinodermata.....	17
2.6 Deskripsi Lokasi Sampling.....	18

2.7	Pantai Bama dan Pantai Kajang.....	19
<b>BAB III METODOLOGI</b>		
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2	Cara Kerja.....	22
3.2.1	Pengukuran variable fisik, kimia dan biologi.....	22
3.2.2	Pengukuran Kerapatan dan Penutupan Lamun.....	23
3.2.3	Pengamatan Echinodermata.....	24
3.3	Rancangan Penelitian dan Analisis Data.....	25
3.3.1	<i>Independent sample T-test</i> .....	25
3.3.2	Indeks Diversitas ( $H'$ ).....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Parameter Fisika dan Kimia Lingkungan.....	29
4.1.1	Suhu, Salinitas, pH, DO, <i>Total Organic Matter</i> .....	29
4.1.2	Kandungan <i>Total Organic Matter</i> .....	32
4.1.3	Persen Tutupan dan Kerapatan Lamun .....	34
4.2	Aktifitas Wisata Taman Nasional Baluran.....	37
4.3	Echinodermata Pantai Bama dan Pantai Kajang.....	39
4.3.1	Komposisi Jenis Echinodermata.....	39
4.3.2	Kelimpahan dan Jumlah Jenis Echinodermata.....	43
4.4	Indeks Keanekaragaman Shanon-wiener $H'$ .....	48
<b>BAB V KESIMPULAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		53
LAMPIRAN.....		69

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Morfologi lamun (Azkab, 2006).....	6
Gambar 2.2 Macam tentakel pada Holothuroidea .....	8
Gambar 2.3 Anatomi Holothuroidea (Pechenik, 2010) .....	9
Gambar 2.4 Morfologi Asteroidea (Pechenik, 2010).....	10
Gambar 2.5 A) Morfologi Ventral Ophiuroidea B) Morfologi Dorsal Ophiuroidea (Birkeland <i>et al.</i> , 1989).....	9
Gambar 2.6 A) Morfologi Oral Echinoidea B) Morfologi Aboral Echinoidea (Lawrance, 2007).....	12
Gambar 2.7 A) Crinoidea Laut dan B) Bintang Laut Berbulu (Ausich, 1999).....	13
Gambar 3.1 Peta Lokasi Pegambilan Sampel Echinodermata.....	21
Gambar 3.2 Desain Transek sabuk Untuk pengamatan Echinodermata.....	25
Gambar 4.1 Grafik Luas Tutupan dan Kerapatan Lamun di Bama dan Kajang.....	34
Gambar 4.2 Persentase jumlah wisatawan yang mengunjungi satu atau beberapa lokasi tertentu di TN Baluran.....	37
Gambar 4.3 Persentase jenis aktivitas yang dilakukan oleh wisatawan di Pantai Bama.....	38
Gambar 4.4 Gambar kelimpahan Echinodermata pada lokasi Bama dan Kajang.....	43

Gambar 4.5 Gambar jumlah jenis Echinodermata pada lokasi Bama dan Kajang.....	46
---	----

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Tabel kordinat lokasi pengambilan sampel.....	21
Tabel 3.2 Tabel Kategori Pembobotan Tingkat Keanekaragaman berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H').....	26
Tabel 3.3 Tabel pengamatan Echinodermata .....	27
Tabel 4.1 Tabel parameter suhu, salinitas, pH, DO.....	29
Tabel 4.2 Tabel <i>total organic matter</i> .....	33
Tabel 4.3 Tabel Komposisi Jenis Echinodermata pada Pantai Bama dan Pantai Kajang .....	40
Tabel 4.4 Tabel nilai indeks diversitas Shannon-wiener (H') .....	49

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Taman Nasional Baluran sebagai salah satu kawasan konservasi yang didalamnya memiliki berbagai macam ekosistem, yang memiliki manfaat. Manfaat tersebut dapat bersifat *tangible* atau manfaat yang dinyatakan secara jelas, maupun manfaat *intangible* atau manfaat yang bersifat tidak dinyatakan secara jelas, (Anonim, 2017). Berdasarkan sifat manfaat *intangible*, Taman Nasional Baluran dapat dimanfaatkan untuk kepentingan pariwisata alam dan kondisi/jasa lingkungan lainnya (PerMen Kehutanan No. P.56/Menhut-II/2006). Menurut keputusan Direktur Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam, (2012) zona pemanfaatan Taman Nasional Baluran mencakup wilayah perairan Blok Bama dan Blok Kajang dengan luas wilayah 699,18 Ha (SK Dirjen PHKA No. SK.228/IV-SET/2012).

Kegiatan pariwisata alam yang dapat dilakukan pada Pantai Bama meliputi kegiatan berenang, menyelam (*diving*), *snorkeling*, berperahu (*canoing*) pada daerah sekitaran mangrove atau sekedar berjemur (Anonim, 2010) dan berjalan-jalan (*trampling*). Pariwisata merupakan mesin ekonomi dari banyak negara (Davenport & Davenport, 2006). Pariwisata pantai seringkali dianggap sebagai industri yang relatif ramah lingkungan dan memberikan sedikit atau tidak ada dampak negatif terhadap lingkungan (komunitas biota) (Muzaki, 2011). Akan tetapi, kegiatan tersebut juga dikhawatirkan berpotensi memberikan dampak negatif terhadap keanekaragaman hayati di kawasan pesisir (Schlacher & Thompson 2008).

Dampak negatif kegiatan wisata terhadap keanekaragaman di wilayah pesisir telah ditunjukkan dalam berbagai penelitian, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Schlacher *et al.*, (2014) menunjukkan penurunan kelimpahan makrofauna dalam kawasan pantai yang menjadi area *trampling* ( pijakan kaki) wisatawan. Penelitian mengenai dampak kegiatan wisata seperti *trampling* dan *scuba diving* terhadap ekosistem umumnya lebih banyak dilakukan di area terumbu karang (misalnya oleh Rodgers & Evelyn, 2002; Abidin & Badaruddin, 2014; dan Worachananant *et al.*, 2008) atau

pantai berpasir (Gheskiere *et al.*, 2005; Ugolini *et al.*, 2008; Defeo *et al.*, 2009 dan Muzaki, 2011) dengan fokus utama adalah terumbu karang, ikan karang, makroalga dan invertebrata benthik. Akan tetapi, sejauh ini, penelitian mengenai dampak kegiatan wisata di area padang lamun relatif lebih jarang dilaksanakan. Di Indonesia penelitian yang dilaksanakan di padang lamun dilakukan oleh Siddiq (2016) tentang keanekaragaman Holothuroidea, menunjukkan bahwa di padang lamun Pantai Bama (yang merupakan tujuan utama wisata pantai di TN Baluran) dijumpai jumlah jenis Holothuroidea lebih rendah dibandingkan dengan pantai Air Karang dan Bilik yang bukan tujuan utama Wisata Taman Nasional Baluran.

Padang lamun merupakan penyedia fungsi habitat dan makanan serta tempat berlindung organisme laut (Azkab, 2001). Stabilitasnya ekosistem padang lamun dikendalikan oleh interaksi hewan-tumbuhan (Heck & Valentine, 2007). Interaksi multispesies kompleks di padang lamun antara fauna asosiasi dengan lamun akan menunjang keberlangsungan ekosistem (Lundberg & Moberg, 2003).

Salah satu hewan yang hidup pada padang lamun adalah anggota filum Echinodermata Kelompok utama Echinodermata terdiri dari lima kelas, yaitu kelas Asteroidea (bintang laut), kelas Ophiuroidea (bintang ular) kelas Echinoidea (landak laut), kelas Crinoidea (lilia laut) dan kelas Holothuroidea (tripang) (Jasin, 1992). Echinodermata memanfaatkan padang lamun sebagai tempat mencari makan, tempat penampungan, pembersaran, dan pemijahan (Vaitilingon, 2003; Dissanayake & Gunnar, 2012; Vonk *et al.*, 2010; Scheibling & Metaxes, 2008; Bos *et al.*, 2011).

Keberadaan organisme Echinodermata memberikan dampak positif bagi ekosistem padang lamun. Holothuroidea dan Echinoidea secara langsung memberikan dampak bagi lamun dan alga antara lain melepaskan dan mendaur ulang nutrisi yang didapatkan dari makanan berupa mikroalga, bakteri, dan detritus organik pada sedimen (Moriarty *et al.*, 1985; Wiedemeyer, 1992) sehingga meningkatkan nutrisi dalam perairan (Uthicke, 2001; Grall & Chauvaud, 2002). Asteroidea juga berperan penting dalam menjaga struktur komunitas sebagai predator (Gaymer *et al.*, 2004; Verling *et al.*, 2003).

Aktivitas wisata di area padang lamun Pantai Bama, Pantai Kajang dan sekitarnya diperkirakan juga dapat memberikan dampak negatif bagi komunitas biota bentik, termasuk Echinodermata yang memanfaatkan padang lamun sebagai habitat. Sehingga, perlu dilakukan suatu studi untuk memperkirakan adanya pengaruh kegiatan wisata pada area padang lamun di TN Baluran terhadap komunitas biota akuatik, khususnya keanekaragaman Echinodermata.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang dikaji pada penelitian ini adalah bagaimana kelimpahan dan keanekaragaman Echinodermata pada ekosistem padang lamun di Pantai Bama (lokasi pantai dengan banyak pengunjung) dibandingkan dengan Pantai Kajang (lokasi pantai sepi pengunjung), Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah;

1. Dampak kegiatan wisata terhadap Echinodermata direpresentasikan sebagai perbedaan kelimpahan dan keanekaragaman Echinodermata di Pantai Bama dan Pantai Kajang, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur.
2. Pengamatan dan pengambilan sampel dilakukan saat musim banyak pengunjung (high season) pada bulan Juni 2017.
3. Variabel fisik dan kimia yang diukur meliputi suhu, salinitas, pH, *total organic matter* dan *Dissolved Oxygen* (DO) sedangkan variabel biologi yang diukur adalah persen penutupan dan kerapatan lamun.

## **1.4 Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan membandingkan kelimpahan dan keanekaragaman Echinodermata pada Pantai Bama dan Pantai Kajang, Taman Nasional Baluran, Situbondo, Jawa Timur.

## **1.5 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah;

1. Bagi akademisi; mendapatkan informasi mengenai kelimpahan dan keanekaragaman Echinodermata pada Pantai Bama dan pantai Kajang; terkait dengan kegiatan wisata pada kedua pantai tersebut.
2. Informasi mengenai jumlah jenis dan keanekaragaman Echinodermata dapat dijadikan sebagai sumber rujukan bagi penelitian selanjutnya.
3. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak terkait untuk mengevaluasi kegiatan ekowisata di pantai Bama dan sekitarnya, termasuk di dalamnya adalah pembatasan jumlah pengunjung.

## **BAB II**

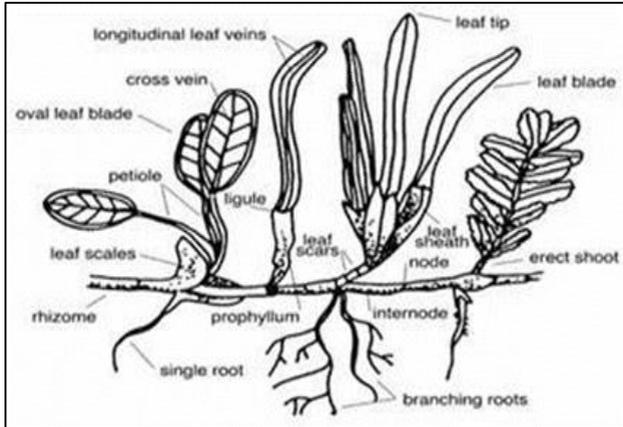
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Ekosistem Padang Lamun**

Lamun adalah tumbuhan berbunga (Angiospermae) yang hidup terendam dalam kolom air dan dapat berkembang baik di perairan laut dangkal dan estuari. Tumbuhan lamun terdiri dari daun dan seludang, batang menjalar yang biasanya disebut rimpang dan akar yang tumbuh pada bagian rimpang. Di Indonesia terdapat 13 jenis lamun yang tersebar di hampir seluruh perairan Indonesia, dengan perkiraan luas 30.000 Km<sup>2</sup> (Nienhuis, 1993; Kuo, 2007).

Daun lamun memiliki sedikit stomata namun memiliki kutikula yang tipis yang memungkinkan pertukaran gas dan nutrisi, jaringan yang membawa air dan nutrisi ke seluruh tanaman disebut dengan *aerenchyma*, daun lamun memiliki ruang udara yang disebut *lacunae* yang memberikan daya apung pada daun dan memudahkan perturan gas (McKenzie, 2008).

Tumbuhan lamun memiliki rimpang atau batang yang terbenam dan merayap secara mendatar, serta berbuku-buku. Pada buku-buku tersebut tumbuh batang pendek yang tegak keatas, berdaun dan berbunga, serta tumbuh akar. Dengan rimpang dan akar inilah tumbuhan lamun dapat tumbuh dengan kokoh di dasar laut sehingga tahan terhadap hempasan ombak dan arus (Azkab, 2006). Sistem reproduksi lamun hanya memiliki satu bunga jantan atau satu bunga betina saja dalam satu tumbuhan. Sistem reproduksi bersifat khas karena mampu melakukan penyerbukan di dalam air (McKenzie, 2008).



**Gambar 2.1** Morfologi Lamun (Azkab, 2006).

Satu jenis lamun atau beberapa jenis lamun umumnya membentuk hamparan luas yang disebut komunitas padang lamun. Kemudian, komunitas padang lamun berinteraksi dengan biota yang hidup didalamnya dengan lingkungan sekitarnya membentuk ekosistem padang lamun (Rahmawati *et al.*, 2014)

Ekosistem lamun umumnya berada di daerah pesisir pantai dengan kedalaman kurang dari 5m saat pasang. Namun, beberapa jenis lamun dapat tumbuh lebih dari kedalaman 5m sampai kedalaman 90m selama kondisi lingkungannya menunjang pertumbuhan lamun tersebut (Duarte, 1991). Ekosistem lamun di Indonesia biasanya terletak di antara ekosistem mangrove dan karang, atau terletak di dekat pantai berpasir dan hutan pantai.

Ekosistem padang lamun menyediakan berbagai macam fungsi dimana lamun menyediakan habitat bagi organisme yang tidak dapat hidup di dasar perairan tanpa adanya vegetasi, kanopi daun, jaringan rimpang dan akar lamun memberikan tambahan tempat pelekatan bagi organisme epifit. Selain itu, struktur tiga dimensi lamun menciptakan tempat persembunyian untuk menghindari predasi yang menyebabkan, kelimpahan dan keragaman fauna dan flora yang hidup di padang lamun secara konsisten lebih tinggi daripada daerah yang tidak bervegetasi lamun (Borum *et al.*, 2004)

Lamun merombak karbon dioksida dengan menggunakan energi yang disediakan oleh cahaya dan mengubahnya menjadi karbon organik untuk menopang pertumbuhan padang lamun dan produksi biomassa. Tingkat produksi biomassa yang tinggi menyiratkan tingkat produksi oksigen yang tinggi (hasil sampingan dari fotosintesis) yang berguna bagi organisme yang tinggal di padang lamun (Borum *et al.*, 2004).

Kanopi daun lamun meredam pergerakan air dan menahan partikel tersuspensi, baik yang hidup maupun yang mati serta menjadi semacam filter untuk perairan pantai, yang akan meningkatkan ketersediaan cahaya di bagian substrat perairan, menunjang kehidupan lamun dan tanaman benthik lainnya (Borum *et al.*, 2004). Kanopi daun, jaringan rimpang dan akar dapat memperbaiki dan menstabilkan sedimen dimana lamun tumbuh dan mengurangi resuspensi sedimen oleh arus dan gelombang. Peran ini didorong oleh berkurangnya gerak air akibat gesekan kanopi, rimpang dan akar pada sedimen (Borum *et al.*, 2004).

## 2.2. Echinodermata

Echinodermata berasal dari bahasa Yunani, Echinus berarti landak dan Derma yang berarti kulit. Semua jenis Echinodermata hidup di laut, mulai dari daerah litoral sampai kedalaman 6000m. (Bratowidjoyo, 1993).

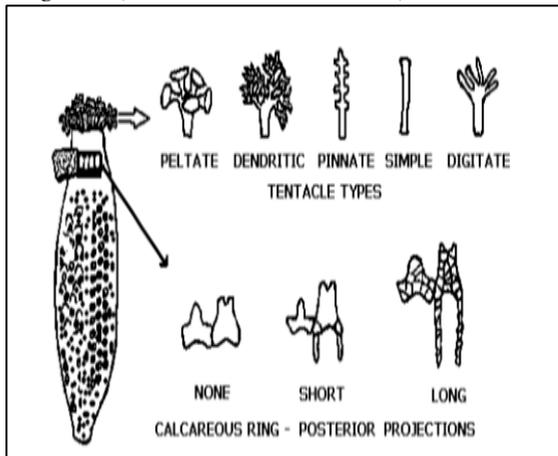
Bentuk tubuhnya simetris radial, tidak memiliki kepala, namun jauh lebih kompleks dibandingkan Cnidaria yang memiliki tiga lapisan sel, sebuah selom dan dapat membentuk semacam otak sementara yang berfungsi untuk mengkoordinasikan gerak. Echinodermata hidup soliter atau individual di perairan laut yang jernih dan perairan dalam (Pechenik, 2010).

Karakteristik yang paling mencolok dari Echinodermata yaitu memiliki kepingan duri endoskeleton, sistem vaskular air, modifikasi duri, lapisan *brancia* atau lapisan pernapasan, dan mempunyai bentuk tubuh simetri radial (Hickman *et al.*, 2001). Kelompok utama Echinodermata terdiri dari lima kelas, yaitu kelas Asterozoa, kelas Ophiurozoa, kelas Echinozoa, kelas Crinozoa, dan kelas Holothurozoa (Jasin, 1992).

### 2.2.1 Holothuroidea

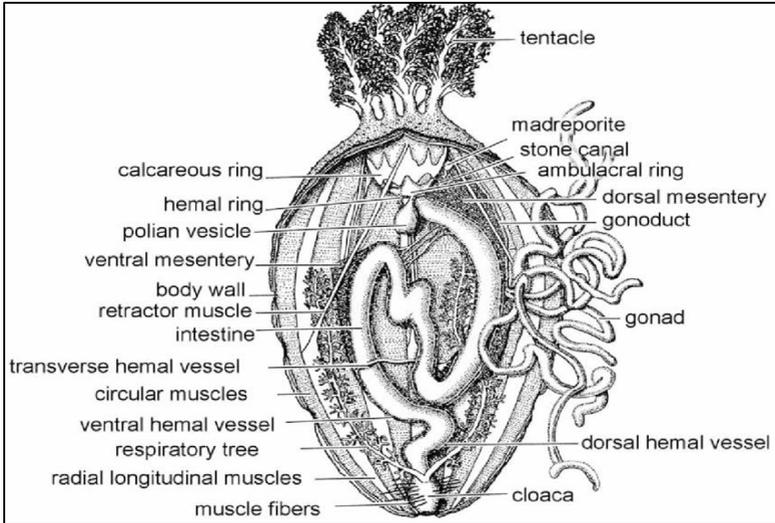
Holothuroidea merupakan anggota dari filum Echinodermata yang memiliki karakteristik tubuh lunak dan elastis, mulut terletak di ujung anterior, sedangkan anus di ujung posterior. Bentuk tubuh merupakan ciri taksonomik pada tingkat famili, khususnya dari ordo Aspidochirotida (Canon & Silver, 1986). Holothuroidea memiliki kaki tabung di bagian ventral yang berfungsi untuk pergerakan dan di bagian dorsal terdapat papilla sebagai alat sensor (Hyman, 1955).

Tentakel merupakan modifikasi kaki tabung di sekitar mulut yang berfungsi untuk memasukkan makanan (Pechenik, 2010). Jumlah tentakel Holothuroidea bervariasi antara 10-30 buah. Bentuk tentakel Holothuroidea bervariasi, yaitu *peltate*, *dendritic*, *pinnate*, dan *digitate* (Brusca & Brusca, 2003)



**Gambar 2.2** Macam Tentakel pada Holothuroidea (Alexandre, 2003).

Holothuroidea memiliki endoskeleton mikroskopis berupa *spikula* pada dinding tubuhnya (Pechenik, 2010). Kelas Holothuroidea terdiri atas enam ordo: Ordo Dactylochirotida, Ordo Dendrochirotida, Ordo Aspidochirotida, Ordo Elaspodida, Ordo Molpadida, Ordo Apodida (Brusca & Brusca, 2003).



**Gambar 2.3** Anatomi Holothuroidea (Pechenik, 2010).

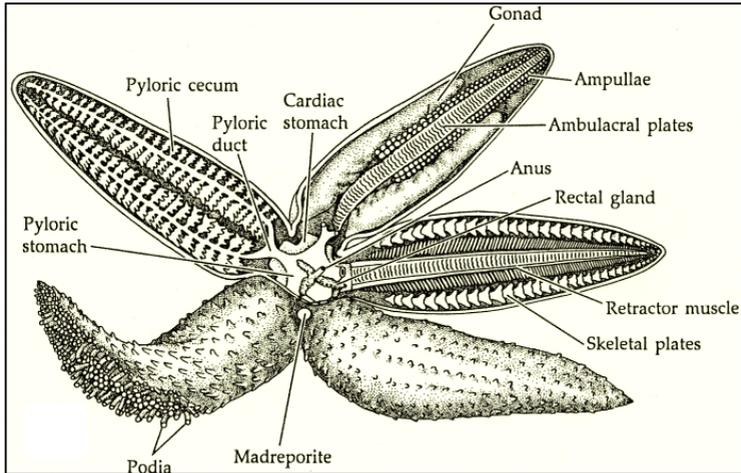
Bentuk hewan dewasa bulat panjang, oval, atau menyerupai cacing dewasa dengan warna tubuh yang bermacam-macam. Tidak mempunyai lengan, pediselaria, dan duri. Mulut dikelilingi oleh 10-13 buah tentakel yang dapat dikeluarkan-masukkan. Dinding tubuh terdiri atas otot sirkular dan otot longitudinal dan ditutupi oleh kutikula. Epidermis tanpa silia. Kaki tabung terdapat di sepanjang garis longitudinal. Pada bagian ventral hanya mempunyai tiga buah kaki tabung. Bagian ventral sering berubah menjadi segmen (Rusyana, 2011).

### 2.2.2 Asteroidea

Bentuk seperti bintang (berlengan 5). Tubuhnya berduri tersusun atas zat kapur (*Osikula*). Di keliling duri pada bagian dasar terdapat duri yang sudah mengalami perubahan yang disebut *pedisel*. *Pedisel* berfungsi untuk pelindung insang kulit (organ respirasi), menangkap makanan, mencegah sisa-sisa organisme agar tidak tertimbun pada permukaan tubuhnya (Rusyana, 2011).

Sistem ambulakral terdiri atas: madreporit (tempat masuk keluarnya air), saluran batu, saluran gelang (saluran cincin), badan *Tiedemann* (berfungsi tempat pembentukan sel-sel amuboid, sel-sel amuboid ini bertindak sebagai pengisi cairan selom yang

berfungsi untuk respirasi, sirkulasi dan ekskresi. Saluran transversal (saluran yang menghubungkan antara saluran radial dan ampulla), ampulla, kaki tabung memiliki alat penghisap (Rusyana, 2011).



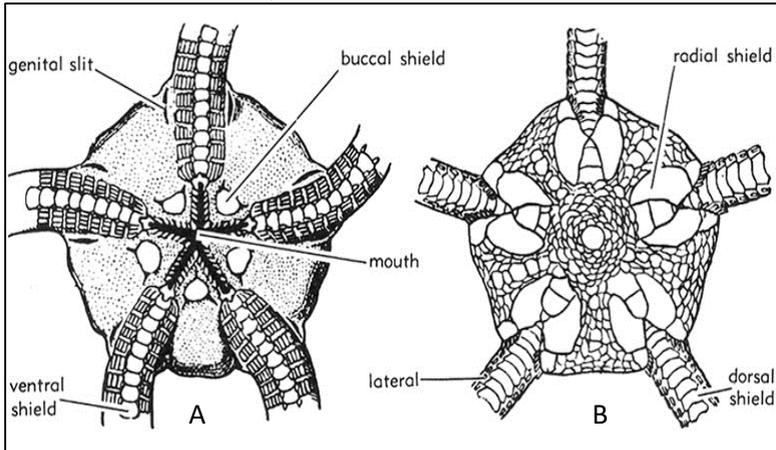
**Gambar 2.4** Morfologi dan Anatomi Asterozoa (Pechenik, 2010).

Pada dekat anus terdapat pintu saring ke sistem pembuluh air yang dinamakan madreporit. Dibagian bawah (sisi oral), terdapat celah dalam dan memanjang mulai dari daerah mulut keujung masing-masing lengan dalam dua atau empat baris yang dinamakan ambulakral (Romimohtarto & Juwono, 2001).

### 2.2.3 Ophiuroidea

Ophiuroidea memiliki karakteristik tubuh berbentuk simetri radial pentamerous (tubuh dapat dibagi lima bagian tersusun mengelilingi sumbu pusat) dengan permukaan tubuh yang dipenuhi duri-duri kecil yang berbentuk tumpul dan pendek. Pada saat larva, tubuh Ophiuroidea berbentuk bilateral simetri. Mulut dan madreporitnya terdapat di permukaan oral. Tubuh Ophiuroidea tidak bersegmen dan memiliki kerangka dalam yang berkembang baik dan terdiri dari lempeng-lempeng kapur yang mengandung kalsium karbonat dan sedikit magnesium karbonat (Brusca & Brusca, 2003). Kelima lengan Ophiuroidea menempel pada cakram

pusat. Lima lengan tersebut berukuran panjang, ramping, fleksibel, dan berbentuk seperti cambuk. Alat pergerakannya berupa sistem ambulakral yang dibantu dengan rangka internal yang tersusun dari kalsium karbonat (Rusyana, 2011).



**Gambar 2.5** A) morfologi ventral Ophiuroidea B) morfologi dorsal Ophiuroidea (Birkeland *et al.*, 1989).

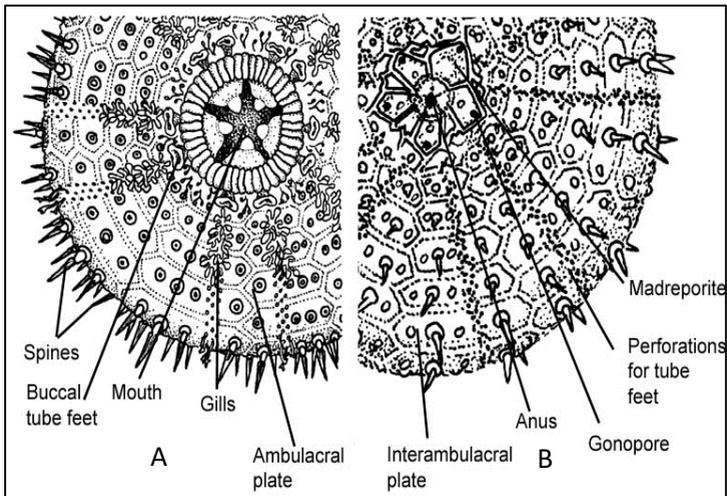
Kaki tabung tanpa penghisap, dan tidak berfungsi sebagai alat gerak akan tetapi bertindak sebagai alat sensoris dan membantu sistem respirasi. Tidak mempunyai pediselaria dan anus. Mulut terletak di pusat tubuh dan dikelilingi oleh lima kelompok lempengan kapur yang berfungsi sebagai rahang. (Rusyana, 2011). Sistem pembuluh air berbeda dalam beberapa hal dengan yang dimiliki bintang laut. Madreporitnya terletak disisi oral. (Romimohtarto & Juwono, 2007).

#### 2.2.4 Echinoidea

Bulu-babi dan dolar pasir tidak memiliki lengan, namun organisme tersebut memiliki kaki tabung yang berfungsi dalam pergerakan yang lambat. Bulu babi merupakan fauna dari filum Echinodermata yang paling melimpah dan tersebar di seluruh perairan Indonesia. Secara morfologi, bulu babi terbagi menjadi dua kelompok yaitu bulu babi regularia atau bulu babi beraturan (*regular sea urchin*) dan bulu babi iregularia atau bulu babi tidak beraturan (*irregular sea urchin*) (Radjab, 2001).

Bulu babi memiliki bentuk tubuh bulat, mempunyai lima pasang garis kaki tabung dan duri panjang yang dapat digerakkan. Kaki tabung dan duri memungkinkan binatang ini merangkak di permukaan karang dan juga dapat digunakan untuk berjalan di atas pasir. Cangkang luarnya tipis dan tersusun dari lempeng-lempeng yang berhubungan satu sama lain (Suwignyo *et al.*, 2005).

Tubuh bulu babi berbentuk bulat atau pipih bundar, tidak bertangan, mempunyai duri-duri panjang yang dapat digerakkan. Semua organnya umumnya terdapat di dalam tempurung, yang terdiri dari 10 keping pelat ganda, biasanya bersambung dengan erat, yaitu pelat ambulakral yang berlubang-lubang tempat keluarnya kaki tabung. Pada permukaan tempurung terdapat tonjolan-tonjolan pendek yang membulat, tempat menempelnya duri. Kebanyakan bulu babi mempunyai dua jenis duri, duri panjang atau duri utama dan duri pendek atau duri sekunder



(Suwignyo *et al.*, 2005).

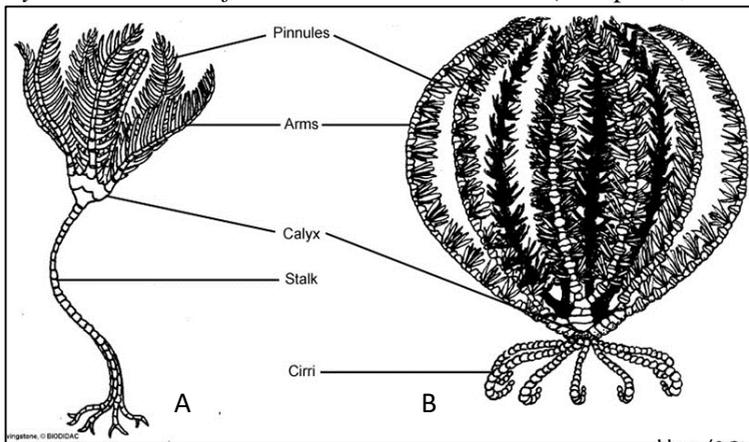
**Gambar 2.6** A) Morfolgi oral Echinoidea B) Morfologi aboral Echinodermata (Lawrance, 2007).

Mulut bulu babi terletak di daerah oral, dilengkapi dengan lima gigi tajam dan kuat untuk mengunyah yang dikenal sebagai

*lentera aristoteles*. Anus, lubang genital dan madreporit terletak di sisi aboral. Bulu-babi juga memiliki otot-otot yang digunakan untuk memutar duri-durinya yang panjang, membantu lokomosi dan memberikan perlindungan (Suwignyo *et al.*, 2005). Mulut bulu babi dikelilingi oleh struktur serupa rahang yang sangat kompleks dan teradaptasi dengan baik untuk memakan rumput laut. Bulu-babi berbentuk bulat, sementara dolar pasir berbentuk cakram pipih (Campbell, 2003).

### 2.2.5 Crinoidea

Crinoidea terdiri dari kelompok yang tubuhnya bertangkai dan tidak bertangkai, kelompok yang bertangkai dikenal sebagai lili laut, contohnya *Metacrinus* sp., sedangkan yang tidak bertangkai dikenal sebagai bintang laut berbulu, contohnya *Oxycomanthus benefit* dan *Ptilometra australis* (Campbell, 2003).



**Gambar 2.7** Perbedaan morfologi crinoidea A) lili laut  
B) Bintang Laut berbulu (Ausich, 1999)

Susunan tubuh Crinoidea bersimetri lima (pentaradial simetri), tubuh berbentuk cakram (*disk*) di dalamnya terdapat sistem pencernaan, sistem respirasi dan sistem saraf. Tubuh dilindungi oleh lempeng kapur berbentuk perisai (*ossicles*). Mulut dan anus terletak di sisi yang sama yaitu di sisi oral, memiliki lima lengan atau lebih. Percabangan tangan bisa berupa percabangan ganda atau semi ganda, atau berupa percabangan tak beraturan,

sehingga pada kenyataannya lili laut mempunyai lebih dari 10 lengan, biasanya berkisar 10 sampai 200 lengan (Romimohtarto & Juwono, 2007).

### 2.3 Fungsi Ekologis dan Ekonomis Echinodermata

Echinodermata adalah kelompok invertebrata yang memiliki fungsi ekologis dan ekonomis. Echinodermata merupakan organisme utama untuk model organisme uji toksikologi pada ekosistem laut (Zito *et al.*, 2005). Hal ini dikarenakan distribusinya merata, rentan terhadap mikropolutan yang berada dalam sedimen laut dan sensitivitasnya terhadap berbagai jenis kontaminan (Micael *et al.*, 2009). Echinodermata secara unik penting bagi lingkungan, misalnya Holothuroidea memiliki peran penting bagi bioturbasi dasar laut (Uthicke, 1999) dan mendaur ulang nutrisi, sehingga menjaga produktivitas pada ekosistem perairan tetap tinggi (Uthicke, 2001). Holothuroidea juga berfungsi sebagai mangsa, terutama untuk Crustasea, Asteroidea dan ikan (Francour, 1997). Selain dampak ekologisnya, Holothuroidea memiliki peran ekonomi dan yang besar bagi banyak masyarakat pesisir (Anderson *et al.*, 2011), yaitu menjadi sumber pendapatan utama di Kepulauan Solomon (Nash & Ramofafia, 2006) dan menjadi sumber penghidupan untuk lebih dari 5000 keluarga di Sri Lanka (Dissanayake *et al.*, 2010).

Echinoidea juga memainkan peran ekologis utamanya di terumbu karang karena keberadaannya dapat berkontribusi untuk mengontrol struktur komunitas bentik (Sammarco, 1982). Kontrol struktur komunitas ini di wujudkan dengan beberapa cara termasuk dengan memangsa organisme *sesile* (Sammarco, 1982) dan mengendalikan distribusi dan kelimpahan karang (Sammarco, 1980). Echinoidea juga bernilai ekonomis karena gonadnya dapat dikonsumsi dan merupakan sumber penghidupan utama bagi masyarakat nelayan lokal di Indonesia dan Filipina, contohnya *Tripneustes gratilla* (Juinio-Menez *et al.*, 1998). Salah satu kelas dari filum Echinodermata, Asteroidea telah ditetapkan sebagai spesies kunci untuk berbagai ekosistem, yaitu *Pisaster Ochraceus* (bintang laut) yang hidup di pesisir Amerika Utara dimana

predasinya memberikan kontribusi besar terhadap keanekaragaman hayati ekosistem pesisir (Paine, 1996).

## **2.4 Faktor-faktor yang mempengaruhi Echinodermata**

Kesuksesan dan keberlangsungan hidup dari setiap organisme laut dipengaruhi oleh faktor lingkungan, sehingga dapat mempengaruhi pola adaptasinya (Nybaken, 1992). Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi keberadaan Echinodermata adalah faktor abiotik dan faktor biotik. Faktor abiotik yang mempengaruhi yaitu suhu, TOM (*Total Organic Matter*), salinitas, pH dan DO. Faktor biotik yang mempengaruhi yaitu luas tutupan lamun dan predasi (Nybakken, 1992).

### **2.4.1 Suhu**

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme (Nybakken, 1992). Suhu memengaruhi aktivitas metabolisme dan reproduksi organisme yang hidup di perairan (Hutabarat & Evans, 1986). Nybakken (1992) menyatakan bahwa perubahan suhu dapat menjadi isyarat bagi organisme untuk memulai atau mengakhiri aktivitas, misalnya reproduksi. Peningkatan suhu perairan dapat meningkatkan kecepatan metabolisme tubuh organisme yang hidup didalamnya, dampaknya konsumsi oksigen akan menjadi lebih tinggi. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C dapat menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebanyak dua sampai tiga kali lipat (Effendi, 2003). Perkins (1974) mengemukakan bahwa kisaran suhu yang dianggap layak bagi organisme akuatik bahari adalah 25-32°C.

### **2.4.2 Total Organic Matter**

*Total Organic Matter* biasa disingkat (TOM) merupakan gambaran dari kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri atas bahan organik terlarut, tersuspensi dan koloid. Bahan organik ini merupakan bahan yang bersifat kompleks dan dinamis yang berasal dari sisa tanaman dan hewan yang terdapat di dalam tanah yang terus mengalami perombakan. Materi-materi ini terus mengalami perubahan karena adanya pengaruh fisika, kimia, maupun biologi (Mizwar, 2002). Menurut Libes (1971) *Total Organic Matter* (TOM) merupakan gabungan dari nilai *Particulate*

*Organis Matter* (POM), yaitu materi organik berbentuk partikel dan *Dissolved Organic Matter* (DOM), yaitu materi organik terlarut. Materi organik tak terlarut tersebut berguna sebagai penyedia makanan untuk organisme pada beberapa tingkat tropik, hal ini merupakan makanan penting bagi organisme yang hidup sebagai *filter feeder* (Pasingi, 2012).

### **2.4.3 Salinitas**

Salinitas pada daerah estuari berfluktuasi terkait perubahan musim, topografi estuari, pasang surut dan jumlah air tawar. Pada gilirannya fluktuasi salinitas dapat mempengaruhi penyebaran makrozoobentos baik secara vertikal maupun horizontal (Nybakken, 1992). Asteroidea memiliki batasan toleransi salinitas antara 30‰ sampai dengan 34‰ Spesies bintang laut tertentu ada yang dapat bertahan hidup pada salinitas sekitar 15‰ (Sloan, 1980). Kisaran salinitas yang masih mampu mendukung kehidupan organisme perairan, khususnya fauna makrozoobentos adalah 15‰-35‰ (Hutabarat & Evans, 1985).

### **2.4.4 pH**

Derajat keasaman (pH) pada perairan laut relatif stabil serta berada dalam kisaran 7,5-8,4 (Nybakken, 1992). Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7-8,5 (Effendi, 2003).

### **2.4.5 DO**

Oksigen terlarut merupakan variabel kimia yang mempunyai peran penting sekaligus menjadi faktor pembatas bagi kehidupan biota air (Nybakken, 1992). Kadar oksigen di perairan dipengaruhi oleh suhu, salinitas dan turbulensi air. Kadar oksigen terlarut berkurang seiring dengan naiknya suhu, ketinggian (altitude) dan salinitas, serta berkurangnya tekanan atmosfer (Effendi, 2003; Nybakken, 1992). Kelarutan oksigen lebih tinggi di kolom perairan dibandingkan di dalam substrat karena tingginya kandungan bahan organik dalam substrat. Secara ekologis, konsentrasi oksigen terlarut akan menurun dengan adanya penambahan bahan organik, karena bahan organik tersebut akan diuraikan oleh mikroorganisme yang mengonsumsi oksigen yang tersedia dalam suatu perairan (Connel & Miller, 1995).

## 2.5 Hubungan Lamun dan Echinodermata

Padang lamun mempunyai peranan penting bagi kehidupan, lamun berfungsi sebagai daerah asuhan (*nursery ground*), sebagai tempat mencari makan (*feeding ground*) dan sebagai makanan (*food*). Ekosistem padang lamun berfungsi sebagai penyuplai energi baik pada zona bentik maupun pelagis. Detritus daun lamun yang tua didekomposisi oleh sekumpulan organisme bentik (seperti teripang), sehingga dihasilkan bahan organik yang terlarut dalam bentuk nutrisi. Nutrien tersebut tidak hanya bermanfaat bagi tumbuhan lamun, tetapi juga bermanfaat untuk pertumbuhan organisme laut (Dahuri, 2003).

Keberadaan Echinodermata juga dipengaruhi oleh tutupan lamun, semakin tinggi tutupan lamun semakin tinggi pula jenis biota laut yang berasosiasi (Susetiono, 2004). Keberadaan *Holoturia scabra* pada padang lamun dapat menyebabkan peningkatan produktivitas padang lamun dengan melakukan bioturbasi pada sedimen dengan menelan sejumlah besar pasir (Uthicke, 1999; Purcell, 2004) dan dengan menguburkan diri di substrat (Mercier *et al.*, 2000). Hal ini dapat menyebabkan bahan organik menjadi tersuspensi (de Jonge & van den Bergs, 1987) dan melepaskan nutrisi tambahan yang bisa digunakan oleh lamun dan mikroalga bentik.

Klumpp *et al.* (1993) mempelajari peran bulu babi dalam proses penguraian unsur-unsur hayati yang berasal dari lamun dan makroalga di lingkungan padang lamun perairan tropis. Bulu babi jenis *Tripneustes gratilla* cenderung memakan lamun segar jenis *Thalassia hemprichii* saja, sedangkan bulu babi jenis *Samacis sphaeroides* seresah lamun, makroalga merah, dan alga lainnya.

Asteroidea *Protoreaster nodosus* umumnya lebih memilih daerah dengan biomassa lamun yang tinggi karena memiliki habitat yang kompleks dan dapat dijadikan tempat berlindung dari predator (Vonk *et al.*, 2010). Kemudian jenis *Oreaster reticulatus* dan *Protoreaster nodosus* hidup dengan memakan mikroalga dan detritus pada permukaan padang lamun dan makroalga (Scheibling & Metaxes, 2008) sedangkan beberapa jenis bintang laut lainnya juga memanfaatkan lamun sebagai habitat transisi pada periode *juvenile* (Bos *et al.*, 2011).

## 2.6 Taman Nasional Baluran

Taman Nasional Baluran secara administratif terletak di Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur. Posisi geografis berada diantara  $7^{\circ} 45'$  hingga  $7^{\circ} 15'$  LS dan  $114^{\circ} 18'$  hingga  $114^{\circ} 27'$  BT. Sebelah utara berbatasan dengan Selat Madura, sebelah barat berbatasan dengan Sungai Bajulmati, sebelah timur berbatasan dengan Selat Bali dan sebelah barat laut berbatasan dengan Sungai Klokoran. Kawasan konservasi sumber daya alam tersebut pada mulanya dikenal sebagai suaka margasatwa, kemudian ditetapkan secara definitif sebagai taman nasional berdasarkan Keputusan Menteri Kehutanan No: 096/Kpts-II/1984 tanggal 12 Mei 1984 (Sabarno, 2001).

Taman Nasional Baluran memiliki luas 25.000 Ha luas tersebut di bagi menjadi 5 zona:

1. Zona Inti 6.920 Ha
2. Zona Rimba 12.604 Ha
3. Zona Pemanfaatan 1.856 Ha
4. Zona Tradisional 1.340 Ha
5. Zona Rehabilitasi 365 Ha

(Sumber: Balai Taman Nasional Baluran, 2005).

Keputusan Direktur Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam nomor SK.228/IV-SET/2012 tanggal 26 Desember 2012 tentang Zonasi Taman Nasional Baluran menyatakan bahwa area perairan blok Bama dan blok Kajang termasuk dalam Zona Pemanfaatan dengan luas area sebesar 699,18 Ha (SK Dirjen PHKA No. SK.228/IV-SET/2012); yang berarti bahwa letak, kondisi dan potensi alam pada area tersebut merupakan bagian dari taman nasional yang dimanfaatkan untuk kepentingan pariwisata alam dan jasa lingkungan lainnya (PerMen Kehutanan No. P.56/Menhut-II/2006). Pariwisata berkembang menjadi konsep ekowisata. Ekowisata merupakan konsep pengembangan pariwisata yang berkelanjutan yang bertujuan untuk mendukung upaya-upaya pelestarian lingkungan (alam dan budaya) dan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan, sehingga memberikan manfaat ekonomi kepada masyarakat dan pemerintah setempat (Anonim, 2009).

## 2.7 Pantai Bama dan Pantai Kajang

Taman Nasional Baluran memiliki beberapa pantai yaitu Bama, Lempuyang, Bilik, Air Karang, Kajang, Balanan, Kalitopo, si Macan, Sijile dan lain sebagainya. Pantai pada Taman Nasional Baluran terdiri dari pasir hitam, pasir putih, batu pantai yang hitam kecil, atau lereng karang tergantung daerahnya (Anonim, 2005).

Pantai Bama dan Pantai Kajang merupakan pantai yang landai dan berpasir putih serta mempunyai formasi terumbu karang. Pada perairan pantai Bama, terdapat beberapa ekosistem yaitu ekosistem padang lamun, zona transisi antara lamun serta karang dan ekosistem terumbu karang. Perairan pantai pada zona pemanfaatan Taman Nasional Baluran khususnya Bama dan Kajang tercatat menyimpan keanekaragaman biota laut sangat tinggi. Terdapat kekayaan plasma nutfah kelompok hewan invertebrata laut seperti: Porifera, Moluska, Echiodermata, Arthropoda dan Cnidaria (Anonim, 2017).

Penelitian mengenai jenis lamun di pantai bama telah dilakukan oleh Wimbaningrum (2002). Pantai Bama memiliki padang lamun yang bervegetasi campuran. Spesies lamun yang tumbuh di Pantai Bama adalah *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Halodule uninervis*, *Halophila ovalis*, dan *Syringodium isoetifolium* (Wimbaningrum, 2002). Sedangkan menurut Wedayanti (2016), pada Pantai Kajang ditemukan 6 spesies yaitu, *Cymodocea rotundata*, *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis*, *Thalassodendron cillatum*, *Holudule uninervis* dan *Thalassia hemprichii*.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

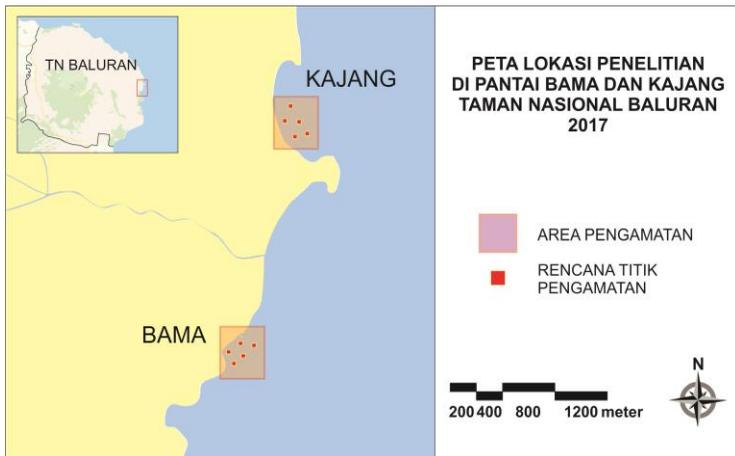
## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada periode bulan Juni – Juli 2017. Pengambilan data dilakukan pada Juni 2017 di dua lokasi di Taman Nasional Baluran, Situbondo Jawa Timur; yaitu pada Pantai Bama (BM) dan Pantai Kajang (KJ). Lokasi BM mewakili pantai dengan jumlah pengunjung lebih banyak (pantai wisata) sedangkan lokasi (KJ) merupakan perwakilan pantai dengan jumlah pengunjung yang lebih sedikit (pantai non-wisata).

**Tabel 3.1** Tabel Koordinat Lokasi Pengambilan Sampel

No	Lokasi	Posisi geografis	
		Latitude (LS)	Longitude (BT)
1	Pantai Bama (BM)	7°50'41.22"	114°27'44.17"
2	Pantai Kajang (KJ)	7°49'57.74"	114°27'52.75"



**Gambar 3.1** Peta lokasi penelitian di Pantai Bama dan Kajang TN Baluran, Situbondo – Jawa Timur.

## 3.2 Cara Kerja

### 3.2.1 Pengukuran variabel fisik, kimia dan biologi

Variabel fisik-kimia perairan yang diambil meliputi suhu, salinitas, pH, *Total organic matter* dan *Dissolved Oxygen* (DO) sedangkan variabel biologi yang diukur adalah persen penutupan dan kerapatan lamun.

#### a. Suhu (°C)

Pengambilan data suhu menggunakan termometer merkuri PYREX® dengan tingkat ketelitian 1°C. Sebelum digunakan, termometer dikalibrasi dengan cara dikibaskan pelan di udara sehingga termometer akan mencatat suhu udara ambien. Kemudian, ujung termometer dicelupkan pada badan air selama ±10 menit, lalu suhu yang ditunjukkan oleh skala termometer dicatat.

#### b. Salinitas (‰)

Pengambilan data salinitas menggunakan *hand-salino refractometer* ATAGO® MASTER-S/MillM yang memiliki ketelitian hingga 1‰. Sebelum digunakan, skala pada *refractometer* dipastikan sudah menunjukkan nilai 0. Beberapa tetes air laut dari lokasi sampling diambil lalu ditetaskan pada kaca *refractometer*, kemudian skala penunjuk salinitas dibaca melalui *eyepiece*.

#### c. Tingkat keasaman (pH)

Tingkat keasaman (pH) perairan diukur dengan menggunakan pH meter EUTECH® dengan tingkat ketelitian 0,01. Sebelum digunakan, pH meter dikalibrasi terlebih dahulu. Kemudian, ATC probe dicelupkan pada cairan yang akan diuji pH-nya dan diamati serta dicatat angka yang tertera pada layar.

#### d. Oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) (mg/L)

Pengukuran oksigen terlarut (DO) menggunakan DO Meter LUTRON® model DO-5510 dengan tingkat ketelitian 0,4 mg/L. Sebelum digunakan DO meter dikalibrasi terlebih dahulu kemudian *probe* dicelupkan ke dalam badan perairan hingga batas maksimum air dan

ditunggu hingga angka (nilai DO) yang ditunjukkan di layar menjadi stabil.

e. Kandungan organik total (*Total Organic Matter*)

Kandungan organik yang diukur adalah pada substrat. Metode yang digunakan dalam pengukuran TOM atau bahan organik total berdasarkan SNI 06-6989.22-2004. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS.

### 3.2.2 Pengukuran Kerapatan dan Penutupan Lamun

Variabel kerapatan dan penutupan setiap jenis lamun diukur sesuai metode dalam English *et al.* (1994) yang dimodifikasi. Pada setiap transek transek untuk pengamatan Echinodermata (Gambar 3.2) dibuat 10 unit kuadrat 1x1 meter. Pengukuran menggunakan kuadrat 50x50 cm yang terbagi kedalam 25 unit grid ukuran 10x10 cm.

Analisis data Kerapatan lamun dilakukan dengan menggunakan persamaan dalam English *et al.* (1994);

$$Di = \frac{ni}{A}$$

Keterangan:

Di : Kerapatan jenis ke-i (tegakan/m<sup>2</sup>)

ni : Jumlah total individu dari jenis ke-i

A : Luas area total pengambilan contoh (m<sup>2</sup>)

Perkiraan persentase penutupan setiap jenis lamun berdasarkan Atobe & Saito (1970) dalam English *et al.* (1994) dengan persamaan sebagai berikut;

$$C = \frac{\sum(Mi \times fi)}{\sum f}$$

Keterangan:

C : Persen penutupan suatu jenis lamun (%)

Mi : Nilai tengah persentase kelas jenis ke-i

fi : Frekuensi jenis jenis ke-i

f : Total frekuensi (jumlah total grid)

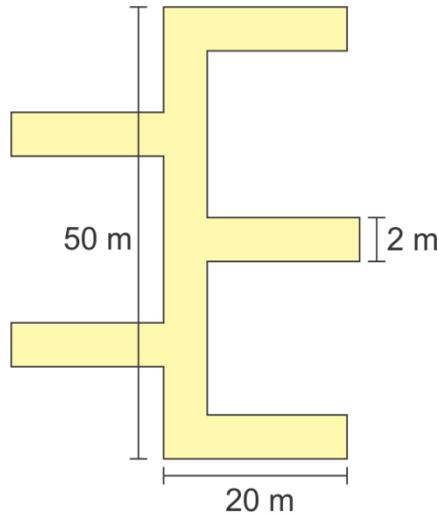
### 3.2.3 Pengamatan Echinodermata

Pada setiap lokasi dibuat beberapa buah transek sabuk yang dimodifikasi sedemikian rupa (Gambar 2.2). Posisi transek sedemikian rupa sehingga mewakili area dari batas awal terdapat lamun hingga ujung batas keberadaan lamun. Pengamatan dilakukan pada saat air pasang atau menjelang surut (Yusron, 2013).

Setiap transek berukuran panjang 50 meter dan lebar 2 meter, kemudian pada tiap jarak 10 meter dibuat transek cabang sepanjang 20 meter dengan lebar tetap 2 meter. Dengan demikian, setiap unit transek memiliki luasan area 300m<sup>2</sup> (Lampe, 2013). Pada setiap lokasi, dibuat 5 unit transek sebagai replikasi.

Pengamat (dengan menggunakan alat *snorkeling*) akan mencatat dan menghitung setiap individu Echinodermata (Asteroidea, Ophiuroidea, Holothuroidea, Echinoidea dan Crinoidea) yang terdapat dalam transek. Pengambilan beberapa individu setiap spesies akan dilakukan untuk mengidentifikasi specimen.

Identifikasi jenis Echinodermata dilakukan dengan bantuan kepustakaan Purcell *et al.* (2012), Susetiono (2004).



**Gambar 3.2** Desain transek sabuk untuk pengamatan Echinodermata

### 3.3 Rancangan Penelitian dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ) dan uji statistic (*student T-test* atau *independent sample T-test*).

#### 3.3.1 Independent sample T-test

*Independent sample t-test* adalah jenis uji statistika yang bertujuan untuk membandingkan rata-rata dua grup yang tidak saling berpasangan atau tidak saling berkaitan. Tidak saling berpasangan dapat diartikan bahwa penelitian dilakukan untuk dua grup sampel yang berbeda. Dalam penelitian ini uji *T-test* digunakan untuk melihat ada atau tidaknya perbedaan kelimpahan dan keanekaragaman Echinodermata pada lokasi BM dengan lokasi SK. Uji T-test dilakukan dengan menggunakan bantuan piranti lunak *SPSS for Windows ver. 19*.

#### 3.3.2 Indeks Diversitas ( $H'$ )

Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ) merupakan salah satu dari berbagai indeks keanekaragaman yang umum

digunakan, untuk mengukur keanekaragaman. Indeks  $H'$  dapat memberikan informasi tentang distribusi, dengan menggunakan spesies sebagai simbol dan ukuran populasinya sebagai probabilitas (Kindlmann, 2012).

Indeks keanekaragaman diperoleh melalui pendekatan kekayaan jenis (*species richness*) dan kelimpahan jenis (*species abundance*). Kekayaan jenis ditentukan oleh banyaknya jumlah spesies di dalam suatu komunitas dimana semakin banyak jenis yang teridentifikasi maka kekayaan spesiesnya juga tinggi. Kelimpahan spesies adalah jumlah individu dari tiap spesies.

Berikut adalah rumus indeks diversitas Shannon Wiener:

$$H' = -\sum\left[\left(\frac{n_i}{N}\right) \times \ln\left(\frac{n_i}{N}\right)\right]$$

Keterangan :

$H'$  : Indeks Diversitas Shannon Wiener

$n_i$  : kelimpahan individu jenis ke- $i$

$N$  : jumlah total individu dari keseluruhan jenis

(Dhahiyat *et al.*, 2003).

Dari nilai  $H'$  kemudian dilakukan pembobotan tingkat keanekaragaman jenis Echinodermata di setiap lokasi sebagai berikut;

**Tabel 3.2** Kategori Pembobotan Tingkat Keanekaragaman berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ )

<b>Kriteria</b>	<b>Nilai <math>H'</math></b>
Tinggi	$H' > 3$
Sedang	$1 \leq H' \leq 3$
Rendah	$1 < H'$

(Odum, 1991)

Guna memudahkan proses analisis data, maka dibuatlah tabel pengamatan sebagai berikut;

**Tabel 3.3** Tabel Pengamatan Echinodermata

No.	Spesies	Famili	Lokasi .....				
			T1	T2	T3	T4	T5
1							
2							
3							
4							
5							
dst							
<b>Total</b>							

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Parameter Fisika dan Kimia Lingkungan

Hasil pengukuran parameter lingkungan berupa salinitas, suhu, pH, *dissolved oxygen* (DO atau kadar oksigen) disajikan pada Tabel 4.1 sedangkan *Total Organic Matter* disajikan pada Tabel 4.2 dan kerapatan dan luas tutupan lamun disajikan pada Gambar 4.1.

#### 4.1.1 Suhu, Salinitas, pH, DO, *Total Organic Matter*

Tabel 4.1 Tabel parameter suhu, salinitas, pH, DO

Parameter	Bama	Kajang	BM	PS
Suhu (°C)	29	30	28-30	28.45
Salinitas (‰)	33	33	33-34	32
pH	7.6	7.8	7,0-8,5	7.95
DO (mg/L)	6.8	7.1	5	6.5

Keterangan: (BM: baku mutu air laut untuk biota laut (suhu, salinitas, pH, DO) menurut Lampiran III KepMen LH Nomor 51 Tahun 2004, PS: Penelitian sebelumnya oleh Siddiq (2016)).

Parameter fisika dan kimia lingkungan yang diambil pada perairan Bama dan Kajang memiliki beberapa perbedaan dengan Siddiq (2016) yang menunjukkan bahwa Perairan TN Baluran pada lokasi pantai Bama memiliki kondisi faktor lingkungan yang bervariasi, yakni suhu air laut yang terukur berkisar 28.45°C, salinitas 32‰, pH air laut 7.95, serta DO air laut 6.5mg/L.

Nilai salinitas yang tercatat pada dua lokasi penelitian yaitu lokasi Bama dan Kajang memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 33‰. Salinitas pada kedua lokasi memenuhi kategori baku mutu salinitas untuk biota laut menurut Lampiran III KepMen LH Nomor 51 Tahun 2004, dimana kisaran salinitas untuk biota laut yaitu 33 - 34‰. Sementara nilai rentang salinitas yang menunjang

Kehidupan Echinodermata berkisar antara 25,00‰ - 35,00‰ (Roller & Stickle, 1985).

Salinitas merupakan faktor abiotik yang sangat menentukan penyebaran biota laut. Perairan dengan salinitas lebih rendah atau lebih tinggi dari pada salinitas normal air laut dapat menjadi faktor penghambat (*limiting factor*) untuk penyebaran biota laut tertentu (Aziz, 1996). Penelitian Allen *et al.* (2017) menunjukkan bahwa salinitas memiliki pengaruh terhadap fase pembuahan hingga fase penetasan embrio Asteroidea, dimana salinitas dibawah 25‰ dan diatas 34‰ berpengaruh negatif terhadap pembuahan dan penetasan embrio bagi Asteroidea jenis *Acanthaster solaris*.

Salinitas pada penelitian ini masih sesuai untuk kehidupan Echinoidea, hal tersebut diperkuat oleh Aziz (1996) yang menyatakan Echinoidea tidak tahan terhadap salinitas rendah, dan kandungan salinitas yang rendah 23,00‰ – 26,00‰ akan berakibat pada perubahan pigmen warna, duri-duri akan rontok dan penurunan kemampuan makan.

Menurut Alvis (2012), salinitas menjadi lebih rendah ketika air surut dibandingkan dengan ketika air pasang. Selain pasang surut yang memengaruhi nilai salinitas pada zona intertidal adalah hujan dan evaporasi, dimana nilai salinitas menurun saat hujan dan nilai salinitas meninggi saat evaporasi berlangsung (Nontji, 2002).

Suhu merupakan salah satu faktor fisika yang sangat penting di dalam air karena dengan zat/unsur yang terkandung didalamnya akan menentukan massa jenis air, densitas air, kejenuhan air, mempercepat reaksi kimia air, dan memengaruhi jumlah oksigen terlarut di dalam air (Aliza *et al.*, 2013).

Nilai suhu yang tercatat pada dua lokasi penelitian ini adalah 29°C untuk lokasi Bama dan 30°C untuk lokasi Kajang, sementara kategori baku mutu suhu untuk biota laut menurut Lampiran III KepMen LH Nomor 51 Tahun 2004, yakni dari 28°C hingga 30°C. Aziz (1991) mengungkapkan bahwa secara umum, suhu normal yang menunjang keberadaan jenis Echinodermata yaitu berkisar antara 28°C - 30°C.

Peningkatan suhu perairan menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air, sehingga konsumsi oksigen menjadi lebih tinggi. Hamidah (1999) menyatakan bahwa suhu merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap reproduksi seksual teripang *Holothuria scabra*, karena suhu berperan sebagai pengontrol kematangan gonad dan waktu pemijahan teripang. Kenaikan suhu 3°C – 5°C dari suhu air normal (28°C) akan menandai waktu memijah *Holothuria scabra*, *Holothuria difficilis* menjadi tidak aktif pada suhu 36°C, dan pada suhu sekitar 40°C, bintang-mengular (*Amphioplus corniotodes*, *Ophioneptyis limicola*, dan *Micropholis gracillima*) dapat terjadi pada suhu antara 37,5°C sampai 40,5°C. *Linckia laevigata* akan mengalami kematian bila dibiarkan berada pada suhu 36°C selama 12 jam. *Echinometra mathaei* akan mengalami kematian pada suhu 35°C. (Battaglone, 1999; Bakus, 1973; Singletary 1971; Strong, 1975; Lawrance, 1973).

Organisme perairan mempunyai toleransi yang berbeda terhadap variasi pH perairan. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan memiliki kisaran preferensi nilai pH sekitar 7 – 8,5 (Effendi, 2003). pH merupakan faktor pembatas bagi organisme yang hidup di suatu perairan, perairan dengan pH yang terlalu tinggi atau rendah akan mempengaruhi ketahanan hidup organisme yang hidup didalamnya (Odum, 1993). Perubahan pH air laut pada daerah pasang surut dipengaruhi oleh 3 hal, yaitu: iklim global, substrat perairan dan masukan air tawar.

Pada kedua lokasi penelitian tidak terdapat perbedaan yang signifikan perihal nilai derajat keasaman (pH). Lokasi Bama memiliki nilai pH 7,6 sementara lokasi Kajang memiliki nilai pH 7,8. Nilai pH kedua lokasi tersebut termasuk memenuhi kategori baku mutu pH untuk biota laut menurut Lampiran III KepMen LH Nomor 51 Tahun 2004 yaitu 7,0 - 8,5. Aziz (1991) mengungkapkan bahwa secara umum, pH optimum yang menunjang kehidupan Echinodermata adalah pada kisaran, 10 - 7,50.

Penelitian Martin *et al.* (2011) menunjukkan bahwa penurunan pH dari 8,1 menuju menuju 7.0 membuat perlambatan

perkembangan larva bulu babi *Paracentrotus lividus*, namun tidak sampai mengakibatkan kematian dan perubahan morfologi.

*Dissolved Oxygen* (DO) atau oksigen terlarut merupakan faktor pembatas bagi kehidupan organisme. Kadar DO yang rendah dapat mengurangi kelimpahan, meningkatkan kematian dan distribusi biota perairan (Breitburg *et al.*, 2003). Nilai DO pada dua lokasi penelitian menunjukkan nilai 6,8 mg/L untuk lokasi Bama dan 7,1 mg/L untuk lokasi Kajang. DO pada kedua lokasi termasuk memenuhi kategori baku mutu DO untuk biota laut menurut Lampiran III KepMen LH Nomor 51 Tahun 2004, yakni di atas 5 mg/L. Oksigen terlarut dan suhu dapat mempengaruhi keanekaragaman jenis teripang, hal ini diduga karena besarnya oksigen terlarut dan suhu akan mempengaruhi aktifitas dari teripang, salah satunya adalah perkembangan dari larva dan aktifitas fisiologi teripang (Yusron & Pitra 2004).

Keberadaan oksigen terlarut diperairan terutama pada bagian permukaan air, sebagian besar dihasilkan melalui proses fotosintesis oleh fitoplankton, proses difusi dari udara ke dalam air (Bonita, 2016) serta hasil fotosintesis dari lamun, dimana lamun menghasilkan oksigen dan mereduksi CO<sub>2</sub> di dasar perairan (Azkab, 2014). Kelarutan oksigen di dalam air juga dipengaruhi oleh faktor suhu dan salinitas dimana kelarutan oksigen berkorelasi negatif ketika suhu dan salinitas air meningkat (Taqwa, 2010).

#### **4.1.2 Kandungan *Total Organic Matter***

Bahan organik adalah salah satu bahan kimia dalam sedimen (Weston & Joye, 2005). Pada penelitian ini nilai TOM diukur dari sedimen. TOM pada sedimen merupakan sumber makanan utama untuk organisme benthik. Namun kandungan TOM yang tinggi pada suatu perairan dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut pada air, yang memiliki efek negatif pada komunitas benthik dan ikan (Wells, 2010).

Tabel 4.2 Tabel *total organic matter*

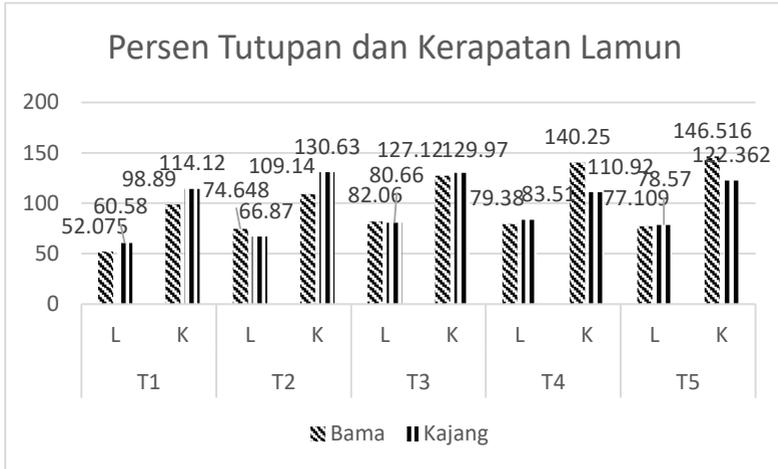
	Bama					rata-rata
	T1	T2	T3	T4	T5	
kandungan organik (%)	3.38	3.61	3.98	3.34	2.74	3.41
	Kajang					rata-rata
	T1	T2	T3	T4	T5	
	3.57	4.49	3.34	3.15	2.61	3.432

Kisaran persentase nilai TOM pada sedimen lokasi Bama berkisar antara 2.74% - 3.98% dengan nilai TOM paling tinggi pada T3. Sedangkan pada lokasi Kajang nilai TOM pada sedimen berkisar antara 2.61% - 4.49% dengan nilai TOM paling tinggi berada berada pada T2.

Bahan organik di perairan berasal dari tumbuhan atau biota akuatik, baik yang hidup atau mati dan menjadi detritus. Mikroba memanfaatkan bahan organik sebagai sumber makanan dari suatu rangkaian reaksi biokimia yang kompleks. Pada reaksi katabolisme, makrobenthos merombak bahan organik dan dipecah untuk menghasilkan energi berupa makanan yang digunakan untuk mempertahankan kelangsungan hidup dan pertumbuhannya (Effendi, 2003).

Echinodermata merupakan *deposit feeder* dan detritifor yang memakan bahan organik pada sedimen dan seresah pada sedimen perairan. *Holothuria scabra* memakan mikroalga dan detritus organik yang menempel pada butiran sedimen (Moriarty *et al.*, 1985; Wiedemeyer, 1992); dan dapat meningkatkan kadar nutrisi di kolom perairan dengan merombak senyawa organik pada sedimen dan mengubahnya menjadi senyawa lebih sederhana (Uthicke, 2001; Grall & Chauvaud, 2002).

### 4.1.3 Persen Tutupan dan Kerapatan Lamun



**Gambar 4.1** Grafik Luas Tutupan dan Kerapatan Lamun di Bama dan Kajang

Keterangan: L: Luas tutupan; K: Kerapatan; T: Transek

Persen luas tutupan lamun pada lokasi Bama berkisar antara 52.075% - 82.06%, sementara untuk kerapatan lamun lokasi Bama 98.89 tegakan /m<sup>2</sup> - 134.78 tegakan /m<sup>2</sup>. Persen luas tutupan lamun ada lokasi Kajang berkisar antara 60.58% - 80.66%, sementara kerapatan lamun pada lokasi ini berkisar antara 110.92 tegakan /m<sup>2</sup> - 130.63 tegakan /m<sup>2</sup>. Berdasarkan nilai tersebut, tampak bahwa nilai persen penutupan dan kerapatan lamun lebih tinggi pada lokasi Kajang. Spesies lamun yang ditemukan pada kedua lokasi adalah *Enhalus acoroides*, *Thalasia hempricii*, *Cymodocea rotundata*, *Halodule pinifolia*. Sementara spesies *Sryngodium isoetifolium* hanya ditemukan di Kajang.

*Enhalus acoroides* memiliki daun sangat panjang berbentuk seperti pita, tepi daun berbentuk seperti lidi yang keras. Rhizoma tebal dan panjang, tanpa sisik, tetapi ditutupi seperti bulu hitam panjang (helai serat) (Lanyon, 1985). Daun mempunyai tulang

daun, terdapat dalam pasangan pelepah bonggol, akarnya dapat menjulur ke bawah berwarna putih dan kaku (Azkab, 1988).

*Enhalus acoroides* ditemukan pada setiap transek pada lokasi Bama dan lokasi Kajang, pada lokasi Bama kerapatan tertinggi berada pada transek empat dengan 72.45 individu/m<sup>2</sup> dan nilai persenutupan lamun tertinggi berada pada transek tiga dengan 22.43%. Pada lokasi Kajang kerapatan tertinggi berada pada transek empat dengan 72.56 individu/m<sup>2</sup> dan persen luasutupan lamun tertinggi berada pada transek empat dengan 45.37%.

*Thalassia hemprichii* memiliki rhizoma berbuku-buku, memiliki sisik rhizoma yang berdekatan, dipermukaan akar tidak ditutupi oleh jaringan hitam, batangnya tertutupi oleh serat-serat halus berwarna coklat, ujung daun bulat dan kadang-kadang sedikit bergerigi (Lanyon, 1985; Kannan *et al.*, 2010). Jenis ini paling banyak ditemukan, biasanya berasosiasi dengan jenis lain dan tumbuh baik sampai kedalaman 25 meter, pada umumnya tumbuh pada substrat yang berpasir (Dennison, 2009).

*Thalassia hemprichii* lamun jenis ini ditemukan pada lokasi Bama dan lokasi Kajang, pada lokasi Bama persen luasutupan paling tinggi pada transek satu dengan 23.97%, sementara kerapatan tertinggi berada pada transek lima dengan 27.14 individu/m<sup>2</sup>. Pada lokasi Kajang persen luasutupan lamun tertinggi berada pada lokasi empat dengan 34.51% dan kerapatan tertinggi juga berada pada transek empat dengan 31.56 individu/m<sup>2</sup>.

*Halodule pinifolia* memiliki rhizoma yang kecil, akar merayap, memiliki banyak nodus, pada tiap nodusnya berakar tunggal dan tidak bercabang, masing-masing nodus terdiri dari satu tegakan, ujung daun membulat, satu tangkai daun memiliki 1 sampai 2 helai daun (Lanyon, 1985).

*Halodule pinifolia* di temukan pada kedua lokasi, pada lokasi Bama persen luasutupan tertinggi berada pada transek empat dengan 16.95% dan kerapatan tertinggi berada pada transek tiga dengan 17.54 individu/m<sup>2</sup>. Pada lokasi Kajang persen luas

tutupan tertinggi pada transek dua dengan 16.95% dan kerapatan tertinggi berada pada transek dua dengan 19.33 individu/m<sup>2</sup>.

Lamun jenis *Halophila ovalis* seringkali dianggap sebagai lamun jenis perintis. *Halophila ovalis* adalah spesies yang menyukai daerah tropis (Hartog, 1970). *Halophila ovalis* tumbuh pada substrat karang mati yang kasar, lumpur dan berpasir (Meñez *et al.*, 1983) *Halophila ovalis* ditemukan mengelompok sendiri atau dilaporkan bercampur dengan dengan *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis*, *Halodule pinifolia*, *Cymodocea rotundata*, dan *Enhalus acoroides* (Meñez *et al.*, 1983).

*Halophila ovalis* ditemukan pada kedua lokasi, pada lokasi Bama persen luas tutupan tertinggi pada transek dua dengan 6.95% dan kerapatan tertinggi berada pada transek lima dengan 7.6 individu/m<sup>2</sup>. Pada lokasi kajang persen luas tutupan tertinggi berada pada transek tiga dengan 11.28% dan kerapatan tertinggi juga berada pada transek tiga dengan 15.82 individu/m<sup>2</sup>.

*Syringodium isoetifolium* memiliki daun berbentuk silindris panjang, akar tiap nodus majemuk dan bercabang, tangkai daun berbuku-buku, tiap tangkai daun terdiri dari 3-4 helai daun rimpang tidak berbuku buku (McKenzie, 2007). *Syringodium isoetifolium* hanya di temukan pada transek lima lokasi Kajang dengan persen luas tutupan 2.25% dan kerapatan 13 individu/m<sup>2</sup>.

Persen tutupan dan kerapatan padang lamun akan mempengaruhi besaran manfaat ekologis padang lamun. Padang lamun menyediakan berbagai macam fungsi dimana lamun menyediakan habitat bagi organisme yang tidak dapat hidup di dasar perairan tanpa adanya vegetasi, kanopi daun, jaringan rimpang dan akar lamun memberikan tambahan tempat pelekatan bagi organisme epifit. Selain itu, struktur tiga dimensi lamun menciptakan tempat persembunyian untuk menghindari predasi yang menyebabkan, kelimpahan dan keragaman fauna dan flora yang hidup di padang lamun secara konsisten lebih tinggi daripada daerah yang tidak bervegetasi lamun (Borum *et al.*, 2004). Penelitian Pratiwi (2010), menunjukkan adanya korelasi antara jenis lamun dan kerapatan lamun terhadap biota bentik, dimana semakin

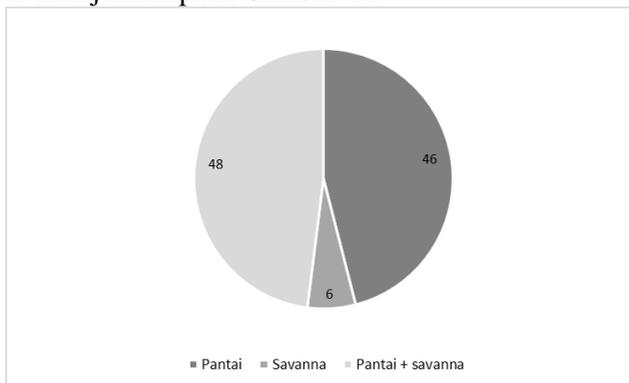
tinggi nilai kerapatan lamun dan jenis lamun yang di temukan semakin tinggi jumlah jenis biota bentik yang berasosiasi.

Hal tersebut sesuai dengan penelitian ini dimana pada transek dua lokasi Kajang memiliki kerapatan tertinggi dibandingkan transek lainnya dengan 130.63 individu/m<sup>2</sup> dan pada transek ini ditemukan jumlah jenis Echinodermata terbanyak dengan 8 spesies yang ditemukan.

#### 4.2 Aktifitas Wisata Taman Nasional Baluran

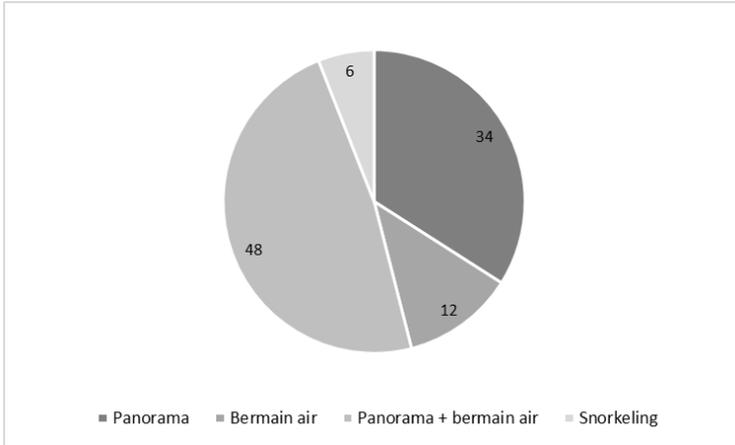
Data mengenai aktivitas wisata di Pantai Bama dan Kajang diperoleh dari hasil kuisisioner atau wawancara dengan pengunjung. Jumlah total responden adalah 50 orang yang seluruhnya adalah pengunjung dan bukan merupakan staff dari TN Baluran.

Berdasarkan data kuisisioner, 46% responden hanya mengunjungi daerah pantai saja, 6% hanya mengunjungi savanna Bekol sedangkan 48% menyatakan mengunjungi pantai dan savanna Bekol. Untuk responden yang menyatakan mengunjungi pantai, 100% menyatakan hanya mengunjungi pantai Bama dan tidak ada yang mengunjungi pantai Kajang; seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.2** Persentase jumlah wisatawan yang mengunjungi satu atau beberapa lokasi tertentu di TN Baluran

Kemudian terkait dengan aktivitas yang dilakukan di pantai, sebanyak 13% hanya menikmati panorama pantai, sebanyak 48% responden menikmati panorama pantai sekaligus bermain air dan berjalan-jalan di pantai, 12% responden hanya bermain air dan berjalan-jalan di pantai serta hanya 6% responden yang melakukan aktivitas snorkeling; seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.3** Persentase jenis aktivitas yang dilakukan oleh wisatawan di Pantai Bama

Sebagian besar responden (60%) menyatakan bahwa waktu yang dihabiskan untuk beraktivitas di Pantai Bama adalah >2 jam sementara 40% responden berada di Bama dalam waktu <2 jam.

Berdasarkan hasil kuisioner tersebut, dapat disimpulkan bahwa tingkat aktivitas antropogenik berupa kegiatan wisata pantai di Pantai Bama adalah lebih tinggi dibandingkan dengan Pantai Kajang; dimana aktivitas utama yang dilakukan adalah berjalan-jalan dan bermain air di pantai.

### **4.3 Echinodermata Pantai Bama dan Pantai Kajang**

#### **4.3.1 Komposisi Jenis Echinodermata**

Sebanyak 715 individu Echinodermata yang terdiri dari 11 spesies dari 8 famili yang berbeda telah ditemukan pada dua lokasi selama waktu pengambilan sampel. Dari 715 individu Echinodermata yang tertangkap, terdiri dari 82.37% (589 individu) Holothuroidea, 15.66% (112 individu) Echinoidea, 0.41% (3 individu) Asteroidea dan 2.79% (20 individu) Ophiuroidea. Pada lokasi Bama hanya ditemukan 4 spesies yaitu *Holothuria atra*, *Synapta maculata*, *Synapta* sp. dan *Archaster typus*. Sedangkan pada lokasi Kajang di temukan ditemukan sebanyak sepuluh spesies yaitu *Holothuria atra*, *Holothuria scabra*, *Synapta maculata*, *Euapta godeffroyi*, *Synapta* sp., *Diadema setosum*, *Tripneutes gratilla*, *Echinotrix calamaris*, *Linckia laevigata* dan *Ophiocoma erinaceus*.

Tabel 4.3 Tabel Komposisi Jenis Echinodermata pada Pantai Bama dan Pantai Kajang

No	Spesies	Family	Bama					rata-rata	Kajang					rata-rata
			T1	T2	T3	T4	T5		T1	T2	T3	T4	T5	
1	<i>Holothuria atra</i>		66	71	78	84	73	74.4	24	26	28	28	31	27.4
2	<i>Synapta maculata</i>		0	2	0	2	3	1.4	9	13	7	11	9	9.8
3	<i>Diadema setosum</i>		0	0	0	0	0	0	6	11	13	5	0	7
4	<i>Tripneutes gratilla</i>		0	0	0	0	0	0	7	7	5	17	23	11.8
5	<i>Linckia laevigata</i>		0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0.6
6	<i>Eupta godeffroyi</i>		0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0.4
7	<i>Echinotrix calamaris</i>		0	0	0	0	0	0	2	0	4	2	3	2.2
8	<i>Synapta sp.</i>		0	0	2	0	0	0.4	3	5	4	0	0	2.4
9	<i>Holothuria scabra</i>		0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	1
10	<i>Ophiocoma erinaceus</i>		0	0	0	0	0	0	0	9	11	0	0	4
11	<i>Archaster typus</i>		0	0	1	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0
Jumlah	Jenis		1	2	3	2	2	2	6	8	7	6	5	6.4
	Kelimpahan		66	73	81	86	76	76.4	51	77	72	67	66	66.6
	<i>H'</i>		0	0.125	0.181	0.11	0.166		1.478	1.773	1.696	1.425	1.233	

*Tripneustes gratilla* selalu ditemukan pada daerah yang ditumbuhi lamun yang diduga menjadi habitat yang paling baik untuk perkembangan dan perlindungan (Radjab, 2000). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Vonk *et al.* (2008) dimana bulu babi *Tripneustes gratilla* mengkonsumsi 26% produksi bersih lamun *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis* dan *Cymodocea rotundata* di atas permukaan substrat.

*Tripneustes gratilla* pada lokasi Kajang paling banyak di temukan pada T4, karena pada T4 memiliki kerapatan lamun tertinggi dengan 140,25 individu/m<sup>2</sup>, hal tersebut mendukung kelangsungan hidup *Tripneustes gratilla* yang bergantung pada keberadaan lamun (Kristianto, 2008). Jenis makanan *Tripneustes gratilla* sangat bervariasi sesuai dengan tingkat perkembangan larvanya yang biasa memakan diatom-diatom planktonik, namun setelah masuk dalam fase juvenil akan memakan diatom diatom sesil dan pada fase dewasanya akan memakan makro alga dan daun lamun (Klumpp *et al.*, 1993).

Klumpp *et al.* (1993) mempelajari peranan bulu babi dalam proses penguraian unsur-unsur hayati yang berasal dari lamun dan makroalga di lingkungan padang lamun perairan tropis. Bulu babi jenis *Tripneustes gratilla* cenderung memakan lamun segar jenis *Thalassia hemprichii*. Hal tersebut sesuai dengan hasil pengamatan dimana transek empat dan transek lima pada lokasi Kajang terdiri dari lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii*.

*Tripneustes gratilla* selalu ditemukan pada daerah yang ditumbuhi lamun yang diduga menjadi habitat yang paling baik untuk perkembangan dan perlindungan (Radjab, 2000). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Vonk *et al.* (2008) yang menyebutkan bahwa bulu babi *Tripneustes gratilla* mengkonsumsi 26% lamun *Thalassia hemprichii*, *Halodule uninervis* dan *Cymodocea rotundata* di atas permukaan substrat.

Jenis bulu babi lain yang ditemukan pada lokasi Kajang adalah *Diadema setosum* dan *Echinotrix calamaris*. *Diadema setosum* pada padang lamun mengkonsumsi alga coklat, krustasea dan foraminifera sebagai makanannya (Lawrence, 2007). *Diadema*

*setosum* merupakan spesies kunci dalam ekosistem perairan dan secara ekologis berperan dalam komunitas lamun (Jenarkoff, 1996). *Grazing* oleh bulu babi *Diadema setosum* juga berperan dalam mengontrol ketebalan alga (Karleskint *et al.*, 2010). *Echinotrix calamaris* pada ekosistem lamun *Echinotrix* cenderung memakan lamun jenis *Halophila ovalis* (Edward, 2007).

Hanya satu spesies dari kelas Asteroidea dan satu spesies dari kelas Ophiuroidea yang ditemukan pada lokasi pantai Kajang yaitu *Linckia laevigata* (Asteroidea) dan *Ophiocoma erinaceus* (Ophiuroidea). *Linckia laevigata* kecil hidup dengan cara memakan detritus sementara *Linckia laevigata* dewasa hidup dengan memakan invertebrata berukuran kecil (Gaymer & Himmelmann, 2008). *Ophiocoma erinaceus* hidup sebagai omnivora dengan memakan makro alga dan detritus bentik (Chartock, 1983).

Holothuroidea yang ditemukan di ekosistem lamun Pantai Bama dan Pantai Kajang sebagian besar termasuk kedalam ordo Aspidochirotida (*Holothuria atra* dan *Holothuria scabra*). Holothuroidea dari ordo Aspidochirotida adalah pemakan endapan (*deposit feeder*), kelompok biota cenderung ditemukan pada perairan dengan karakteristik berarus tenang, terlindung, serta kaya akan akumulasi zat organik (Aziz, 1995).

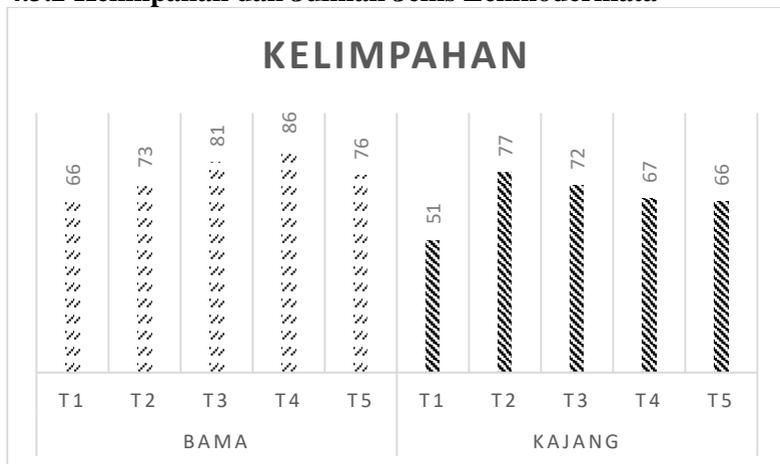
Holothuroidea lain yang ditemukan pada kedua pantai adalah *Synapta maculata* dan *Synapta* sp., merupakan anggota dari ordo Apodida yang memiliki dinding tubuh yang tipis dan menyimpan banyak air, yang difungsikan untuk bertahan terhadap lingkungan yang panas, sehingga pada saat kondisi surut kedua spesies ini dapat bertahan hidup (Yusron, 2006).

*Archaster typus* merupakan spesies yang hanya ditemukan pada lokasi Bama. *Archaster typus* merupakan bintang laut yang umum ditemukan bintang laut yang relatif umum di habitat dangkal, persebaran meliputi Asia Tenggara, Taiwan, dan Australia (Colin & Arneson, 1995). *Archaster typicus* berukuran 15-40 mm, terkadang hingga 70 mm (Schoppe, 2000); ditemukan di sepanjang pantai dan sering berada dibawah sedimen (Colin &

Arneson, 1995). Perilaku tersebut diduga untuk menghindari predasi selama periode fase pasang surut (Mercier *et al.*, 2000).

*Linckia laevigata* (bintang laut biru) umum ditemukan di perairan tropis wilayah Indo-Pasifik, dan daerah-daerah di Afrika Selatan sampai Polinesia. Hidup pada perairan dangkal yang memiliki kisaran suhu relatif hangat yang berkisar antara 22-26°C (Himmelman & Dutil, 1991; Metropolitan Oceanic Institute & Aquarium, 2014). *Linckia laevigata* hidup sebagai predator dengan memakan invertebrata yang lebih kecil yang terkadang juga memakan mikro alga (Gaymer dan Himmelman, 2008).

#### 4.3.2 Kelimpahan dan Jumlah Jenis Echinodermata



**Gambar 4.4** Gambar kelimpahan Echinodermata pada lokasi Bama dan Kajang

Gambar 4.3 menunjukkan jumlah individu Echinodermata yang di temukan pada Lokasi Bama dan Lokasi Kajang. Kelimpahan Echinodermata yang ditemukan di Pantai Bama dalam lima transek yang teramati adalah 382 individu, yang terdiri dari 4 spesies dari 3 famili yang berbeda. Sementara pada lokasi Kajang di dapatkan 333 individu yang terdiri dari 10 spesies dari 8 famili yang berbeda.

Kelimpahan merupakan banyaknya individu yang menempati wilayah tertentu atau jumlah individu per satuan luas atau per satuan volume (Michael, 1984). Kelimpahan dapat diartikan juga sebagai pengukuran sederhana jumlah spesies yang terdapat dalam suatu komunitas atau tingkatan trofik (Nybakken, 1992).

Kelimpahan Echinodermata pada lokasi Bama berkisar antara 66 – 86 individu /300m<sup>2</sup>. Kelimpahan terkecil terdapat pada transek satu (T1) dengan 66 individu /300m<sup>2</sup>, sedangkan kelimpahan terbesar ditemukan pada transek empat (T4) dengan 86 individu /300m<sup>2</sup>. Kelimpahan Echinodermata pada lokasi Kajang berkisar antara 51-77 individu /300m<sup>2</sup>, dengan kelimpahan terkecil 51 individu /300m<sup>2</sup> yang ditemukan pada transek satu (T1) dan kelimpahan tertinggi dengan 77 individu pada transek dua (T2).

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kelimpahan Echinodermata dari kedua pantai maka dilakukan pengujian *Independent Sample T-test*. Berdasarkan uji *independent sample T-test* yang dilakukan nilai *p-value* 0.12, lebih besar dari nilai  $\alpha$  0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata kelimpahan total seluruh spesies Echinodermata antara Pantai Bama dan Pantai Kajang.

Tidak adanya perbedaan berdasarkan uji ststistika tersebut diperkirakan karena relatif juga tidak terdapat perbedaan kondisi faktor lingkungan, mencakup variabel suhu, salinitas, DO dan pH perairan.

Meskipun demikian, berdasarkan Gambar 4.3, kelimpahan Echinodermata yang tercatat di Pantai Bama relatif lebih tinggi bila dibandingkan dengan kelimpahan Echinodermata yang tercatat di Pantai Kajang, yang mana pada Pantai Bama terdapat dominansi dari *Holothuria atra*. Echinodermata pada Pantai Bama terdiri dari 4 jenis spesies yang sebagian besar disusun oleh *Holothuria atra* yang terdiri dari 372 individu /1500m<sup>2</sup> dari 382 individu /1500m<sup>2</sup> individu total Echinodermata yang ditemukan di Pantai Bama (97,3% dari jumlah individu total Echinodermata).

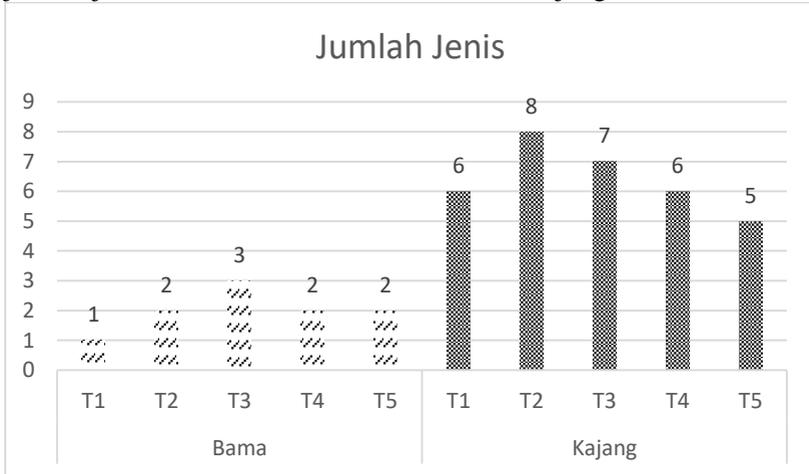
Pada penelitian Siddiq (2016), *Holothuria atra* merupakan spesies *Holothuria* yang paling mendominasi dengan ditemukannya 9875 individu dari 10129 spesies Holothuroidea yang ditemukan pada semua tipe ekosistem Pantai Bama. Kemudian berdasarkan penelitian Setyastuti (2014), 37,67% *Holothuria atra* dapat ditemukan pada ekosistem padang lamun, 23,29% ditemukan di zona transisi antara lamun dengan karang, dan sisanya 15,75% dijumpai pada substrat berpasir tanpa vegetasi.

Spesies Echinodermata yang paling banyak ditemukan pada kedua lokasi adalah *Holothuria atra*. *Holothuria atra* memiliki pola adaptasi dengan melumuri dirinya dengan pasir untuk melindungi dirinya dari sinar matahari pada saat surut (Bakus, 1973). Tingginya kelimpahan *Holothuria atra* dapat disebabkan oleh cara reproduksinya dan sifatnya yang termasuk kelompok *fissiparous* (reproduksi aseksual dengan 'pembelahan' dan pemulihan kembali) (Purwati & Syahailatua, 2008). Di padang lamun daerah tropis, *Holothuria atra* dapat memiliki kerapatan antara 5-35 individu/m<sup>2</sup> (Bakus, 1973).

Pada studi ini, terdapat kecenderungan bahwa kelimpahan tertinggi *Holothuria atra* terdapat pada transek-transek dengan nilai kerapatan lamun yang tinggi; di Bama terdapat di transek empat (T4) sedangkan di Kajang pada transek dua (T2). Transek-transek tersebut memiliki nilai kerapatan lamun yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan transek-transek lainnya, dimana kerapatan lamun pada T4 Kajang sebesar 130,63 individu/m<sup>2</sup> dan T2 Bama sebesar 140,25 individu/m<sup>2</sup>. T4 di Kajang juga merupakan transek dengan nilai TOM tertinggi (4,49%).

Kondisi tersebut tampaknya sesuai hasil penelitian oleh Slater *et al.* (2011) dan Costa *et al.* (2013) dimana jenis-jenis Teripang termasuk *Holothuria* cenderung berkonsentrasi di daerah dengan tingkat bahan organik yang tinggi. Pratiwi (2010), menyebutkan adanya korelasi antara jenis lamun dan kerapatan lamun terhadap biota benthik, dimana semakin tinggi nilai kerapatan lamun dan jenis lamun yang di temukan semakin tinggi kelimpahan dan jumlah jenis biota benthik yang berasosiasi.

Untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan jumlah jenis pada kedua lokasi, maka dilakukan uji *Independent Sample T-test*. Pengujian jumlah jenis dengan uji *independent sample T-test* yang dilakukan nilai *p-value* 0.000001, lebih kecil dari  $\alpha$  0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata jumlah jenis antara Pantai Bama dan Pantai Kajang.



**Gambar 4.5** Gambar jumlah jenis Echinodermata pada lokasi Bama dan Kajang

Jumlah jenis pada kedua lokasi menunjukkan hasil yang berbeda. Pada lokasi Bama ditemukan empat spesies yakni *Holothuria atra*, *Synapta maculata*, *Synapta* sp. dan *Archaster typicus*, dengan jumlah jenis yang ditemukan tiap transeknnya berkisar 1 – 3, dengan jumlah jenis terendah berada pada transek satu yakni 1 spesies, dan jumlah jenis tertinggi berada pada transek tiga yakni 3 spesies.

Pada lokasi Kajang jumlah jenis yang ditemukan sebanyak sepuluh spesies yaitu: *Holothuria atra*, *Holothuria scabra*, *Synapta maculata*, *Euapta godeffroyi*, *Synapta* sp., *Diadema setosum*, *Tripneustes gratilla*, *Echinotrix calamaris*, *Linckia laevigata* dan *Ophiocoma erinaceus*, dengan jumlah jenis yang ditemukan pada tiap transeknnya berkisar antara 5 – 8, dengan jumlah jenis terendah

pada transek lima yakni 5 spesies dan jumlah jenis tertinggi pada transek dua yakni 8 spesies.

Perbedaan jumlah jenis yang ditemukan pada kedua pantai diperkirakan disebabkan karena lokasi Bama merupakan lokasi dengan aktifitas antropogenik yang relatif tinggi daripada lokasi Kajang. Kegiatan antropogenik (termasuk *trampling*, wisata air, panen atau pengambilan biota laut) pada daerah padang lamun telah banyak dilaporkan memberikan dampak negatif terhadap lamun dan fauna yang menempatinya seperti dilaporkan oleh Daby (2003), Bishop (2008), Herrera-Silveira *et al.* (2010) dan Norldund & Gulstrom (2013). Belum ada penelitian mengenai dampak langsung *trampling* terhadap biota Echinodermata, namun sedikitnya jumlah jenis Echinodermata yang ditemukan pada daerah wisata pantai dapat terjadi dikarenakan penurunan jumlah dan jenis makanan Echinodermata sebagaimana ditunjukkan pada beberapa penelitian; meskipun pada studi ini belum dilakukan pengukuran jumlah jenis dan kelimpahan makanan.

Asteroidea (misalnya *Archaster typicus* dan *Linckia laevigata*) umumnya menjadi predator pada padang lamun dengan memakan kelompok Bivalvia, Gastropoda dan Crustacea. Kegiatan wisata pantai telah di laporkan menyebabkan penurunan kelimpahan kelompok makrofauna tersebut dalam kawasan pantai yang menjadi area *trampling* wisatawan (Schlacher *et al.*, 2014). Ophiuroidea (misalnya *Ophiocoma erinaceus*) merupakan omnivora pemakan Copepoda, Polychaeta, mikro alga pada sedimen, ampiphoda, serta crustacea–crustacea kecil lainnya (Boss *et al.*, 2010; Yokohama, 2008); dimana daerah yang mengalami *trampling* diketahui mengalami penurunan kelimpahan polychaeta secara signifikan (Casu *et al.*, 2006).

Alasan lain mengenai tidak ditemukannya beberapa spesies Echinoidea pada Pantai Bama berkaitan dengan ketersediaan makanan. Echinoidea umumnya ditemui pada daerah dengan pertumbuhan alga dan mikro alga yang tinggi dan persaingan dengan ikan herbivora yang rendah (Glynn *et al.*, 1979; McClanahan *et al.*, 1994; Watson & Ormond, 1994; Hay, 1984).

Penelitian mengenai efek *trampling* pada makro alga telah banyak di teliti dan memberikan efek mereduksi tutupan makroalga dan mereduksi jumlah makroalga (Brosnan & Crumrine, 1994; Araújo *et al.*, 2009; Milazzo *et al.*, 2002).

Diantara jenis Echinodermata lainnya Holothuroidea merupakan *deposit feeder* dan cenderung berkonsentrasi di daerah dengan tingkat bahan organik yang tinggi (Slater *et al.*, 2011). Sehingga dimungkinkan Holothuroidea tidak terganggu dengan aktifitas wisata pantai. Kadar bahan organik pada dasar perairan pada padang lamun di pengaruhi oleh kerapatan lamun. Semakin tinggi nilai kerapatan lamun, maka akan semakin rendah sebaran sedimen muatan padatan tersuspensi yang terdapat di perairan. Semakin tinggi kerapatan lamun, semakin banyak bahan organik yang terikat di dasar perairan. Kondisi padang lamun yang rapat dapat menenangkan arus dan gelombang, sehingga muatan padatan tersuspensi yang melayang di kolom air cenderung lebih mudah mengendap di dasar perairan (Riniatsih, 2015).

#### 4.4 Indeks Keanekaragaman Shanon-wiener H'

Pada penelitian ini, nilai indeks keanekaragaman didefinisikan sebagai jumlah jenis Echinodermata beserta kelimpahannya masing-masing disuatu area. Alikondra (2002), menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi nilai keanekaragaman jenis adalah kondisi lingkungan, jumlah jenis dan sebaran individu pada masing-masing jenis.

Untuk mengetahui kondisi komunitas Echinodermata pada padang lamun Pantai Bama dan Pantai Kajang maka dilakukan pengukuran indeks diversitas Shannon-Wiener (H'). Nilai H' pada lokasi Bama berkisar antara 0 – 0.181; nilai 0 didapatkan karena pada transek satu hanya ditemukan spesies *Holothuria atra*. Nilai H' pada lokasi Kajang berkisar antara 1.233 – 1.733. Pada lokasi Bama seluruh transek masuk dalam kategori keanekaragaman rendah, sedangkan pada lokasi Kajang seluruh transek masuk dalam kategori keanekaragaman sedang (Odum, 1971 *dalam* Setiawan, 2013).

Tabel 4.4 Tabel nilai indeks diversitas Shannon-wiener ( $H'$ )

Lokasi	Transek	$H'$	Kategori*
<b>Bama</b>	T1	0	Rendah
	T2	0.125	Rendah
	T3	0.181	Rendah
	T4	0.11	Rendah
	T5	0.166	Rendah
<b>Kajang</b>	T1	1.478	Sedang
	T2	1.733	Sedang
	T3	1.696	Sedang
	T4	1.425	Sedang
	T5	1.233	Sedang

\*berdasarkan Odum, 1971 dalam Setiawan, 2013

Rendahnya nilai  $H'$  dikarenakan adanya dominansi dari spesies yang terdapat di suatu lokasi (Odum, 1971 dalam Setiawan, 2013). Nilai  $H'$  dipengaruhi oleh dua komponen utama yaitu keragaman atau jumlah spesies serta kelimpahan relatif suatu spesies terhadap kelimpahan total seluruh spesies dalam komunitas tersebut. Dengan demikian, apabila pada suatu lokasi terdapat banyak spesies berbeda dengan kelimpahan yang setara (tidak berbeda) atau tidak ada spesies yang sangat mendominasi maka nilai  $H'$  akan meningkat (tinggi). Sebaliknya, keberadaan satu atau beberapa spesies yang sangat dominan dalam komunitas berpotensi menurunkan nilai  $H'$  atau keanekaragaman komunitas tersebut.

Oleh karena alasan tersebut diatas, rendahnya nilai  $H'$  yang terjadi pada lokasi Bama dikarenakan terlalu melimpahnya spesies *Holothuria atra* (dominansi atau kelimpahan relatif mencapai 96,05% di T5 hingga 100% di T1). Sementara nilai Indeks Keanekaragaman Shanon-wiener  $H'$  lebih tinggi pada lokasi Kajang karena pada lokasi Kajang lebih banyak ditemui jumlah jenis spesies Echinodermata.

Suatu komunitas yang mempunyai keanekaragaman jenis tinggi akan terjadi interaksi jenis yang melibatkan transfer energi (jaring-jaring makanan), predasi, kompetisi, dan pembagian relung yang secara teoritis lebih kompleks. Keanekaragaman yang tinggi menunjukkan bahwa suatu komunitas memiliki kompleksitas interaksi tinggi karena dalam komunitas itu terjadi interaksi jenis yang tinggi pula (Soegianto, 1994).

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian ini ditemukan jumlah jenis Echinodermata pada lokasi Bama sebanyak 4 spesies, sementara pada lokasi Kajang spesies yang ditemukan sebanyak 10 spesies. Kelimpahan Echinodermata pada lokasi Bama sebanyak 382 individu / 1500m<sup>2</sup>, sementara pada lokasi Kajang ditemukan 333 individu / 1500m<sup>2</sup>. Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') pada lokasi Bama berkisar antara 0 – 0.181, sedangkan nilai pada lokasi Kajang berkisar antara 1.233 – 1.733. Hasil *independent sample T-test* yang dilakukan pada pengujian kelimpahan nilai p-value 0.12, lebih dari nilai  $\alpha$  0.05, menunjukkan tidak adanya perbedaan kelimpahan Echinodermata pada lokasi Bama dan lokasi Kajang. Pada pengujian jumlah jenis dengan uji *independent sample T-test* yang dilakukan nilai p-value 0.000001, kurang  $\alpha$  0.05, menunjukkan adanya perbedaan jumlah jenis Echinodermata pada lokasi Bama dan lokasi Kajang.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian selanjutnya mengenai pengaruh wisata pada biota perairan baiknya di lakukan dua kali yaitu pada saat musim banyak pengunjung dan rendah pengunjung.
2. Periode penelitian sebaiknya juga mempertimbangkan faktor biologis dari biota obyek, misalnya perilaku musiman (periode kawin, memijah dan sebagainya)
3. Untuk mengetahui lebih detail mengenai dampak dari aktivitas antropogenik (termasuk wisata) di area padang lamun, maka perlu diteliti pula parameter

ketersediaan makanan bagi biota obyek  
(Echinodermata).

## DAFTAR PUSTAKA

Abidin, S.Z., Mohamed, B. 2014. Scuba Diving Impacts and Implication for Coral Reefs Conservation and Tourism Management. **EDP Sciences** 12: 1-8.

Alexander, H.D. 2003. **Contribution in Marine Science Volume: 36**. Texas: Marine Science Institute the University of Texas at Austin.

Alikodra, H. S. 2002. Pengelolaan Satwa Liar. Jilid I. **Fakultas Kehutanan IPB**. Bogor.

Aliza, D., Winaruddin, dan Sipahutar, L.W. 2013. Efek Peningkatan Suhu Air terhadap Perubahan Perilaku, Patologi Anatom, dan Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). **Jurnal Medika Veterinaria** 7(2): 142-145.

Allen D Jonathan 1, Kharis R. Schrage, Shawna A. Foo, Sue-Ann Watson and Maria Byrne. 2017. The Effects of Salinity and pH on Fertilization, Early Development, and Hatching in the Crown-of-Thorns Seastar. Basel, Switzerland. **Licensee MDPI**.

Anderson, S.C., Flemming, J.M., Watson R. & Lotze, H.K. 2011. Serial Exploitation of Global Sea Cucumber Fisheries. **Fish and Fisheries** 12: 317-339.

Anonim. 2009. Kementrian Pariwisata Republik Indonesia. Diakses melalui [http://www.kemenpar.go.id/userfiles/PERMEN%20PARIWISATA%20No\\_29%20Thn%202015%20ttg%20RENSTRA%20KEMENPAR\(1\).pdf](http://www.kemenpar.go.id/userfiles/PERMEN%20PARIWISATA%20No_29%20Thn%202015%20ttg%20RENSTRA%20KEMENPAR(1).pdf) > [05 Mei 2017] pada 4 April 2017

Anonim. 2010. Taman Nasional Baluran. Diakses malui [http://www.coremap.or.id/downloads/TN\\_Baluran\\_1.pdf](http://www.coremap.or.id/downloads/TN_Baluran_1.pdf) pada 4 April 2017 pukul 22:50

Anonim. 2017. Baluran National Park. diakses melalui <http://balurannationalpark.web.id/> pada tanggal 3 April 2017 pukul 12:42

Araújo, R., Vaselli, S., Almeida, M., Serrão, E., Sousa-Pinto, I., 2009. Effects of disturbance on marginal populations: human trampling on *Ascophyllum nodosum* assemblages at its southern distribution limit. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 378, 81–92.

Ausich, W.I. 1999. **Crinoidea Sea Lilies and Feather Star**. <<http://tolweb.org/Crinoidea>> [24 April 2017].

Aziz, A. 1996. Habitat dan Zonasi Fauna Echinodermata di Ekosistem Terumbu Karang. **Oseana**.

Aziz A. 1997. Status Penelitian Teripang Komersial di Indonesia. **Oseana** 22 (1): 9-19.

Azkab, M.H. 1988. Pertumbuhan dan Produksi Lamun, Enhalus acoroides di Rataan Terumbu di Pari Pulau Seribu. Dalam: P3O-LIPI, Teluk Jakarta: Biologi, Budidaya, Oseanografi, Geologi dan Perairan. Jakarta: Balai Penelitian Biologi Laut, **Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI**.

Azkab, M. H. 2001. Penggunaan Inderaja Pada Padang Lamun. **Oseana** 16(2): 9-16.

Azkab, M.H. 2006. Ada apa dengan lamun. **Oseana** 31: 45-55.

Bakus, G.J. 1973. The Biology and ecology of Tropical Holothurians. In: Moore, H.B. (Ed.) *Biology and Geology of Coral Reefs. II Biology 1*. **Academic Press**, New York : 325 – 367

Battaglione, S.C. 1999. Culture of Tropical Sea Cucumber for Stock Restoration and Enhancement. *Naga*. **The ICLARM Quarterly**.

BIRKELAND, C. 1989. The influence of echinoderms on coral reefs communities. In : JANGOU, M. and J.M. LAWRENCE (eds.) Echinoderm studies, **A.A. Balkema**, Rotterdam : 79 pp.

Bonita, M.K. 2016. Analisis Perbedaan Faktor Habitat Mangrove Alam dengan Mangrove Rehabilitasi di Teluk Sepi Desa Buwun Mas Kecamatan Sekotong Kabupaten Lombok Barat. **Jurnal Sangkareang Mataram** 2(1): 6-12.

Boos K, Gutow L, Mundry R, Franke H-D (2010) Sediment preference and burrowing behaviour in the sympatric brittlestars *Ophiura albida* Forbes, 1839 and *Ophiura ophiura* (Linnaeus, 1758) (Ophiuroidea, Echinodermata). **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 393: 176–181.

Borum, J., Duarte, C.M., Krause-Jensen, D., and Greve, T.M. 2004. **European Seagrasses: An Introduction to Monitoring and Management**. Europe: Project Monitoring and Managing of European Seagrasses.

Bos, A.R., Gumanao, G.S., Katwigk M.M.V., Mueller B., Saceda M.M. & Tejada L.P., 2011. Ontogenetic Habitat Shift, Population Growth and Burrowing Behaviour of the Indo-Pacific Beach Star, *Archaster Typicus* (Echinodermata: Asteroidea). **Marine Biology** 158: 639–648.

Breitburg, D.L., Adamack, A., Rose, K.A., Kolesar, S.E., Decker, M.B., Purcell, J.E., Keister, J.E., and Cowan, J.H. 2003. The Pattern and Influence of Low Dissolved Oxygen in the Patuxent River, a Seasonally Hypoxic Estuary. **Estuaries** 26:280-297.

Brosnan, D.M., Crumrine, L.L., 1994. Effects of human trampling on marine rocky shore communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 177, 79–97.

Brotowidjoyo, M. D. 1993. **Zoologi Dasar Cetakan II**. Jakarta: Erlangga.

Brusca, R.C., Brusca, G.J. 2003. **Invertebrates Second Edition**. Sunderland: Sinauer Associates Inc.

Birkeland, C., Jangoux, M., and Lawrence, J.M. 1989. The Influence of Echinoderm on Coral Reef Communities. **Echinoderms Studies** 3: 79-85.

Bishop, M.J. 2008. Displacement of epifauna from seagrass blades by boat wake. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 354: 111-118

Campbell, N.A, Reece, J.B., and Mitchell, L.G. 2003. **Biologi**. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Cannon, L.R.G., and Silver, H. 1986. Sea Cucumber of Northern Australia. Qld. **Mus Brisbane**: 60pp.

Casu Daniela, Giullia C, MARCO C.g, and ALBERTO C. 2006. Short-term Effects of Experimental Trampling on Polychaetes of a Rocky Intertidal Substratum (Asinara Island MPA, NW Mediterranean). **Scientia Marina**.

Chartock , M.A. 1983. Habitat and Feeding Observations on Species of Ophiocoma (Ophiocomidae) at Enewetak Department of Biological Sciences, University of Southern California, Los Angeles, California.

Christancho, S., and Vining, J. 2004. Culturally Defined Keystone Species. **Human Ecology Review** 11(2): 153-164.

Colin P.L, Arneson C. 1995. Tropical Pacific invertebrates. California: **Coral Reef Press**.

Connel, D.W. dan G.J. Miller. 1995. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Jakarta. Penerbit UI Press.

Costa V, Mazzola A, Vizzini S. 2014. *Holothuria tubulosa* Gmelin 1791 (holothuroidea, echinodermata) enhances organic matter recycling in *Posidonia oceanica* meadows. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 461:226-232.

Daby, D. 2003. Effects of seagrass bed removal for tourism purposes in a Mauritian bay. **Environmental Pollution** 125: 313-324.

Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S. P., dan Sitepu, M. J. 1996. **Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu**. Jakarta: Pradnya Paramita.

Dahuri, R. 2003. **Keanekaragaman Hayati Laut**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Davenport, J., Davenport, J.L. 2006. The Impact of Tourism and Personnel Leisure Transport on Coastal Environments: A Review. **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 67: 280-292.

Defeo, O., Mclachlan, A., Shoeman, D.S., Schlacher, A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M., Scapini, F. 2009. Threats to Sandy Beach Ecosystems: A Review. **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 81: 112.

Dennison, W.C. 2009. Global Trajectories of Seagrass, the Biological Sentinels of Coastal Ecosystem. In Global Loss of Coastal Habitat Rates, Causes and Consequencies. **Duarte C.M. ed.:** 91-107.

Dhahiyat, Y.D., Sinuhaji, dan Hamdani, H. 2003. Struktur Komunitas Ikan Karang di Daerah Transplantasi Karang Pulau Pari Kepulauan Seribu. **Jurnal Iktiologi Indonesia** 3: 87-94.

Dissanayake, D., Athukorala, S., and Amarasiri, C. 2010. Present Status of the Sea Cucumber Fishery in Sri Lanka. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin** 30: 14–20.

Dissanayake, D.C.T., and Stefansson, G. 2012. Habitat Preference of Sea Cucumbers: *Holothuria atra* and *Holothuria edulis* in The Coastal Waters of Sri Lanka. **Journal of the Marine Biological Association of the UK** 92(3): 581-590.

Edward, S. & A.campbell. 2007. Grazing Preferences of Deadematid Echinoids in Fiji. **Aquatic Botany** 86 (2007) 204–212.

Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan**. Yogyakarta: Kanisius.

English, S.C., Wilkinson, and Baker, V. 1994. **Survey Manual for Tropical Marine Resources**. Townville: Australian Institute of Marine Science.

Francour, P. 1997. Predation on Holothurians: A Literature Review. **Invertebrate Biology** 116: 52–60.

Gaymer, C.F., Dutilb, C., Himmelman. 2004. Prey Selection and Predatory Impact of Four Major Sea Star on Soft Bottom Sub Tidal Community. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 313: 353-374.

Gaymer, C.F. & Himmelman, J.H. (2008). A keystone predatory sea star in the intertidal zone is controlled by a higher order sea star in the intertidal zone. **Marine Ecology Progress Series** 370. 143-153.

Gheskiere, T., Magda, V., Weslawski, J.M., Scapini, F., Degraer, S. 2005. Meiofauna as Descriptor of Tourism-Induced Changes at Sandy Beaches. **Marine Environmental Research** 60: 245–265.

Glynn P.W., Wellington G.M., Birkeland C .(1979). Coral reef growth in the Galapagos: limitation by sea urchins. **Science** 203, 47-49

Grall, J., and Chauvaud, L. 2002. Marine Eutrophication and Benthos: The Need for New Approaches and Concepts. **Global Change Biology** 8: 813–830.

Hamidah. 1999. Pengaruh Suhu Terhadap Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan dan Perkembangan Larva *Holothuria Scabra* pada Fase Doliolaria sampai Pentacularia. Bogor. **Institute Pertanian Bogor**.

Herreira-Silveira, J.A., Cebrian, J., Hauxwell, J., Ramirez-Ramirez, J., and Ralph, P. 2010. Evidence of negative impacts of ecological tourism on turtlegrass (*Thalassia testudinum*) beds in a marine protected area of the Mexican Caribbean. **Aquatic Ecology** 44: 23-31

Heck, K.L., and Valentine, J.F. 2007. The Primacy of Top-Down Effects in Shallow Benthic Ecosystems. **Estuaries and Coasts** 30: 371–381.

Hickman, C.P., Roberts L.S., dan Larson, A. 2001. **Integrated Principles of Zoology**. New York: McGraw Hill.

Himmelman, J.H. & Dutil, C. 1991. Distribution, population, structure and feeding of subtidal sea stars in the northern gulf of St. Lawrence. **Marine Ecology Prof. Ser.** 17. 61-72

Hutabarat, dan Evans. 1985. **Pengantar Oseanografi**. Jakarta: UI Press.

Hyman, L. 1955. **The Invertebrates IV, Echinodermata the coelomata bilateria**. New York (US): Mc Graw-Hill Co.

Izzati, M. 2008. Perubahan Konsentrasi Oksigen Terlarut dan pH Perairan Tambak setelah Penambahan Rumput Laut *Sargassum plagyophyllum* dan Ekstraknya. **Ejournal Undip**: 60-69.

Jasin, M. 1992. **Zoologi Invertebrata**. Surabaya: Sinar Wijaya.

Jernakoff P, Brearley A, Nielsen, J. 1996. Factors affecting grazer-epiphyte interactions in temperate seagrass meadows. **Oceanogr Mar Biol Annu Rev** 34:109-162.

Juinio-Menez, M.A., Macawaris, N.N.D., & Bangi, H.G.P. 1998. Community-Based Sea Urchin (*Tripneustes gratilla*) Grow-Out Culture as a Resource Management Tool. **Can. Spec Publ. Fish. Aquat. Sci.** 125: 393-399.

Karleskint G, Jr, Turner R, Small JW, Jr. 2010. Introduction to Marine Biology. 3 rd Edition. Belmont: **Brooks**.

Kementrian Kehutanan Republik Indonesia. 2006. Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P. 56 /Menhut-II/2006 Tentang Pedoman Zonasi Taman Nasional Menteri Kehutanan. <[http://ekowisata.org/wp-content/uploads/2011/11/P\\_56\\_20061.pdf](http://ekowisata.org/wp-content/uploads/2011/11/P_56_20061.pdf)> [02 April 2017].

Kindlmann, P. 2012. **Himalayan Biodiversity in the Changing World**. London: Springer Science.

Klumpp, D.W, Salita-Espinosa, J.T., and Fortes, M.D. 1993. Feeding Ecology and Trophies Role of Sea Urchins in a Tropical Seagrass Community. **Aquatic Botany** 45: 205-229.

Kuo, J. 2007. New Monoecious Seagrass of *Halophila sulawesii* (Hydrocharitaceae) from Indonesia. **Aquatic Botany** 87: 171-175.

Lampe, K. 2013. Holothurian Density, Distribution and Diversity Comparing Sites with Different Degrees of Exploitation in the Shallow Lagoons of Mauritius. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin**: 33.

Lanyon, J. 1985. Guide to the Identification of Seagrasses in the Great Barrier Reef Region. **GBRMPA**. Queensland Australia.

Lawrence, J. M. 2007. **Edible Sea Urchins: Biology and Ecology**. Amsterdam: Elsevier Science.

Libes, S.M. 1971. **An Introduction to Marine Biogeochemistry**. Columbia: JhonWiley and Sons, Inc.

Lundberg, J., and Moberg, F. 2003. Mobile Link Organisms and Ecosystem Functioning: Implications for Ecosystem Resilience and Management. **Ecosystems** 6: 87–98.

Martin, S., Richier, S., Pedrotti, M.-L., Dupont, S., Castejon, C., Gerakis, Y., Kerros, M.-E., Oberhansli, F., Teyssie, J.-L., Jeffree, R. and Gattuso, J.-P. 2011. Early development and molecular plasticity in the Mediterranean sea urchin *Paracentrotus lividus* exposed to CO<sub>2</sub>-driven acidification. **The Journal of Experimental Biology**. 214: 1357-1368.

McClanahan T.R., Mutere J.C. (1994). Coral and sea urchin assemblage structure and interrelationships in Kenyan reef lagoons. **Hydrobiologia** 286, 109–124.

McKenzie, L.J. 2008. **Seagrass Educator Handbook**. Queensland, Australia.

Menez, E., R.C. Philips and H. Calumpang. (1983). Seagrass from the Philippines. Smithsonian Contributions to **Marine Science**.

Mercier, A., Battaglione, S.C., and Hamel, J.F. 2000. Settlement Preferences and Early Migration of the Tropical Sea Cucumber *Holothuria scabra*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 249: 89–110.

Mercier A, Battaglione SC, Hamel JF. Periodic movement, recruitment and size-related distribution of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Solomon Islands. **Hydrobiologia**. 2000;440:81–100.

Micael, J., Alves, M.J., Costa, A.C., and Jones, M.B. 2009. Exploitation and Conservation of Echinoderms: An Annual Review. **Oceanography and Marine Biology**, 47: 191-208.

Moriarty D.J.W., Pollard P.C., Hunt W.G., Moriarty C.M. and Wassenberg T.J. (1985) Productivity of bacteria and microalgae and the effect of grazing by holothurians in sediments on a coral reef flat. **Marine Biology**. 85, 293–300.

Muzaki, F.K. 2012. Pengaruh Negatif Kegiatan Wisata Terhadap Komunitas Meiofauna Benthic di Pantai Berpasir. **Thesis**. Surabaya: Airlangga University Library.

Nash, W., and Ramofafia, C. 2006. Recent Developments With the Sea Cucumber Fishery in Solomon Islands. **SPC Beche-de-mer Information Bulletin** 23: 3–4.

Nienhuis, P.H. 1993. Structure and Functioning of Indonesian Seagrass Ecosystems. **Proceedings of International Seminar Coastalzone Management of Small Island Ecosystems on Univ. Pattimura, CML-Leiden Univ. & AID Environment** Amsterdam: 82-86.

Nontji A. 2002. **Laut Nusantara**. Djambatan: Jakarta.

Nordlund, L.M. and Gullstrom, M. 2013. Biodiversity loss in seagrass meadows due to local invertebrate fisheries and harbour activities. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 135: 231-240.

Nybakken, J.W. 1992. **Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis**. Jakarta: Gramedia Pustaka,

Nybakken, J. W. (2001). **Marine Biology**. An Ecological Approach. Benjamin Cummings, San Francisco.

Odum, E.P. 1996. **Dasar-Dasar Ekologi**. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Paine, R.T. 1996. Food Web Complexity and Species Diversity. **The American Naturalist**, 100: 65-75.

Pasingi, N., Niken, T.M.P., Majariana, dan Krisanti. 2014. Kualitas Perairan Sungai Cileungsi Bagian Hulu Berdasarkan Kondisi Fisik-Kimia. **Jurnal Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan** 3.

Pechenik, J.A. 2010. **Biology of the Invertebrates Sixth Edition**. Boston: Wm. C. Brown Publishers.

Perkins, E.J. 1974. **The Biology of Estuaries and Coastal Water**. New York: Academi Press Co.

Pratiwi Rianti. 2010. Asosiasi Krustasea di Ekosistem Padang Lamun Perairan Teluk Lampung. **Ilmu Kelautan**. vol. 15 (2) 66-76

Purcell, S. 2004. Rapid Growth and Bioturbation Activity of the Sea Cucumber *Holothuria scabra* in Earthen Ponds. **Proceedings of Australasian Aquaculture**. Sydney: 244.

Purcell, S.W., Yves, S. and Chantal, C. 2012. **Commercially Important Sea Cucumbers Of The World**. Rome. FAO

Purwati P, Syahailatua A (eds). 2008. Timun Laut Lombok Barat. Jakarta. **ISOI**.

Radjab, A.W. 2000. Sebaran dan Kepadatan Bulu Babi di Perairan Kepulauan Padaido, Biak, Irian Jaya. Balai Penelitian Biologi Laut, **Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI**, Jakarta.53-59.

Radjab, A.W. 2001. Reproduksi dan Siklus Bulu Babi. **Oseana** 26(3): 25–36.

Raghunathan, C., Venkataraman, K. 2012. Diversity of Echinoderms in Rani Jhansi. Marine National Park, Andaman and Nicobar Islands. **International Day for Biodiversity**.

Rahmawati, S., Irawan, A., Indarto, H.S., Muhammad, H.A. 2014. Panduan Monitoring Padang Lamun. **COREMAP CTI LIPI**.

Raja-Kannan, R.R., R. Arumugam, S. Meenakhshi, P. Anantharaman. 2010. Thin layer chromatography analysis of antioxidant constituents from seagrasses of Gulf of Mannar biosphere reserve, South India. **IJCRGG**. Vol (2)3; 1526 – 1530.

Rodgers, K.S., Evelyn, F., Cox. 2003. The Effect of Trampling On Hawaiian Corals along Gradient of Human Use. **Biological Conservation** (112): 383-389.

Roller, R.A. and W.B. Stickle. 1985. Effects of salinity on larval tolerance and early development rates of four species of echinoderms. **Can. J. Zool.** 63 : 1531-1538.

Romimohtarto, K., and Juwana, S. 2007. **Biologi Laut: Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut**. Jakarta: Djambatan.

Rusyana, A. 2011. **Zoologi Invertebrata (Teori dan Praktik)**. Bandung: Elfabeta.

Sammarco, P.W. 1982 Echinoid Grazing as a Structuring Force in Coral Communities: Whole Reef Manipulations. **J. Exp. Mar. Bio Ecol.** 61: 31-55.

Schlacher, T.A., Dugan, J., Schoeman, D.S., Lastra, M., Jones, A., Scapini, F., McLachlan, A., and Defeo, O. 2007. Sandy Beaches at the Brink. **Divers Distrib** 13: 556–560.

Schlacher, T.A., Schoeman, D.S., Jones, A.R., Dugan, J.E., Hubbard, D.M., Defeo, O., Peterson, C.H., Weston, M.A., Maslo, B., Olds, A.D., Scapini, F., Nel, R., Harris, L.R., Lucrezi, S.,

Lastra, M., Huijbers, C.M., and Connolly, R.M. 2014. Metrics to Assess Ecological Condition, Change, and Impacts in Sandy Beach Ecosystems. **J. Environ. Manag**: 144.

Schoppe S. Echinoderms of the Philippines.2000. Singapore: **Times Edition**.

Setyastuti, A. 2014. Echinodermata, *Holothuria atra*, In an Intertidal Seagrass Bed Off The Bama Beach, Baluran. **Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Trpois** Vol 6 No 1. LIPI

Siddiq, A.M., Atmowidi, T., and Qayim, I. 2016. The Diversity and Distribution of Holothuroidea in Shallow Waters of Baluran National Park, Indonesia. **BIODIVERSITAS**: 55-60.

Singletery, R.L. 1971. Thermal tolerance of ten shallow-water Ophiu-roids in Biscayne Bay. Florida. **Bull Mar Sci**. 21 (4): 938–943.

Slater MJ, Jeffs AG. 2010. Do benthic sediment characteristics explain the distribution of juveniles of the deposit-feeding sea cucumber *Australostichopus mollis*. **Journal of Sea Research**. 64:241-249.

Sloan, N. A. 1980. Aspects of Feeding Biology of Asteroids. **Oceanogr. Mar. BioL Ann. Rev**. 18: 57-124.

Soegianto (1994) **Ekologi kuantitatif**. Usaha Nasional, Jakarta

Strong, R.D. 1975. Distribution, Mor- phometry, and Thermal Stress Studies on Two Forms of *Linckia* (Asteroidea) on Guam. **Micronesica** 11 (2): 167 – 1983.

Susetiono. 2004. **Fauna Padang Lamun Tanjung Merah Selat Lembh**. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.

Susetiono. 2007. **Lamun dan Fauna: Teluk Kuta, Pulau Lombok Teluk Kuta, Pulau Lombok**. Jakarta: LIPI Press.

Suwignyo, S., Widigdo, B., Wardiantno, Y., Krisanti, M. 2005. **Avertebrata Air Jilid 2**. Jakarta: Penebar Swadaya.

Taman Nasional Baluran.  
<[http://www.coremap.or.id/downloads/TN\\_Baluran\\_1.pdf](http://www.coremap.or.id/downloads/TN_Baluran_1.pdf)> [4 April 2017].

Taqwa, A. 2010. Analisis Produktivitas Primer Fitoplankton dan Struktur Komunitas Fauna Makrobenthos Berdasarkan Kerapatan Mangrove di Kawasan Konservasi Mangrove dan Bekantan Kota Tarakan Kalimantan Timur. **Tesis UNDIP**. Semarang.

Ugolini, A., Ungherese, G., Somigli, S., Galanti, G., Baroni, D., Borghini, F., Cipriani, N., Nebbiai, M., Passaponti, M., Focardi, S. 2008. The Amphipod *Talitrus Aaltator* as a Bioindicator of Human Trampling on Sandy Beaches. **Mar. Environ. Res.** 65: 349-357.

Uthicke, S. 1999. Sediment Bioturbation and Impact of Feeding Activity of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus*, Two Sediment Feeding Holothurians, at Lizard Island, Great Barrier Reef. **Bulletin of Marine Science** 64: 129–141.

Uthicke, S. 2001. Nutrient Regeneration by Abundant Coral Reef Holothurians. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 265: 153–170.

Vaitilingon, D, Rasolofonirina, R., and Jangoux, M. 2003. Feeding Preferences, Seasonal Gut Repletion Indices, and Diel Feeding Patterns of the Sea urchin *Tripneustes gratilla* (Echinodermata: Echinoidea) on a Coastal Habitat off Toliara (Madagascar). **Marine biology** 143: 451-458.

Verling, E.A, Croock, C., Barnes, D.K.A., Harisson. 2003. Strucktural Dynamics of Sea Star in Rocky Intertidal Food Chains: Predator Risk Cues Alter Prey Feeding Rates. **Ecology** 84: 629-640.

Vonk, J.A., Christianen, M.J.A., and Stapel, J. 2010. Abundance, Edge Effect, and Seasonality of Fauna in Mixed-species Seagrass Meadows in Southwest Sulawesi, Indonesia. **Marine Biology Research** 6: 282–291.

Watson, M., Ormond R.F.G. (1994). Effect of an artisanal fishery on the fish and urchin populations of a Kenyan Coral reef. **Mar.Ecol.Pro.Ser.** 109, 115-129.

Wedayati, Ayu. 2016. Struktur Komunitas Padang Lamun di Pantai Kajang Resor Balanan Taman Nasional Baluran Situbondo Jawa Timur. **Skripsi**. Surabaya: Program Studi S1 Jurusan Biologi Universitas Airlangga.

Wells, D., 2010. Maryland Coastal Bays Program. Sediment Management in the Coastal Bays Workshop. Ocean City Convention Center. September 16, 2010 Maryland's Coastal Bays: **Ecosystem Health Assessment** Chapter 5.1

Weston, N.B., Joye, S.B., 2005. **Temperature-driven decoupling of key phases of organic matter degradation in marine sediments. Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)**. 102(47):17036-17040.

Wetzel, R.G. 1983. **Limnology**. Second Edition. Toronto: Saunders College Publishing.

Wiedemeyer, W.L. 1992. Feeding Behavior of Two Tropical Holothurians, *Holothuria scabra* and *Holothuria atra*, from Okinawa, Japan. In Richmond R.H. (ed.) **Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium Volume 2: 853-860**. Mangilao, Guam: University of Guam Press.

Wimbaningrum, R. 2002. Komunitas Lamun di Rataan Terumbu, Pantai Bama, Taman Nasional Baluran, Jawa Timur. **Jurnal Ilmu Dasar** 4(1): 25–32.

Worachananant, S. Marc, H. 2008. Managing the Impacts of SCUBA Divers on Thailand's Coral Reefs. **Journal of Sustainable Tourism** 16(6).

Yusron E, Pitra. 2004. Struktur komunitas teripang (Holothuroidea) di beberapa perairan pantai Kai Besar, Maluku Tenggara. **Makara Seri Sains** 8 (1): 15-20.

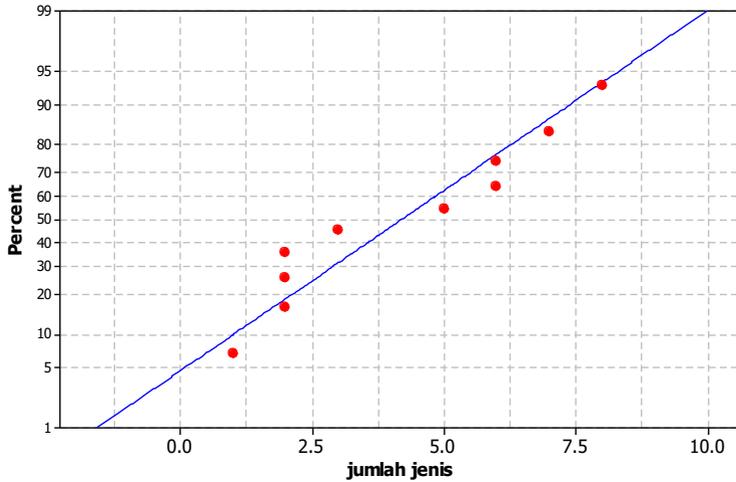
Yusron E, Susetiono. 2006. Composition of speceis Echinodermata in Tanjung Pai Padaido waters, Biak Numfor-Papua. **J Fish Sci.** 8 (27): 282-289.

Yusron, E. 2013. Biodiversitas Fauna Echinodermata (Holturoidea, Echinoidea, Asteroidea dan Ophiuroidea) Di Perairan Pulau lombok, Nusa Tenggara Barat. **Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI Zoo Indonesia** 22(1): 1-10.

Zito F., Costa C., Sciarrino S., Cavalcante C., Poma V., and Matranga V. 2005. Cell Adhesion and Communication: a Lesson from Echinoderm Embryos for the Exploitation of New Therapeutic Tools. **Prog Mol Subcell Biol** 39: 7–44.

Uji Normalitas

Hasilnya normal



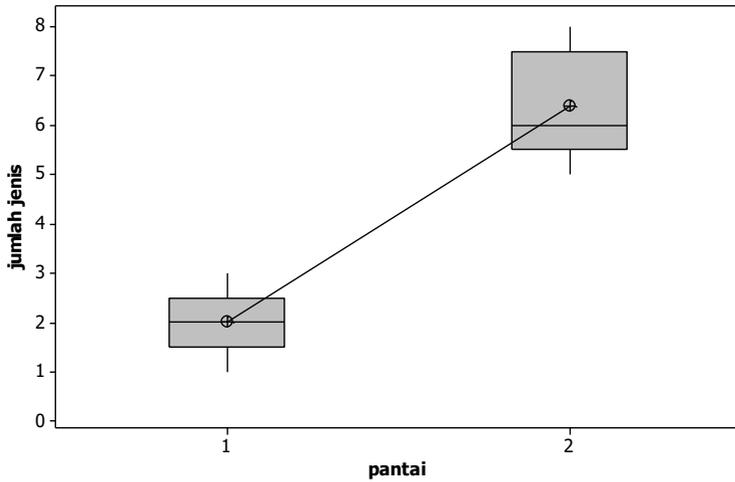
Kolmogorov-smirnov value	p-value
0.212	0.150

Uji Homogen varians

Hasilnya homogen

Levene statistics	p-value
1.823	0.214

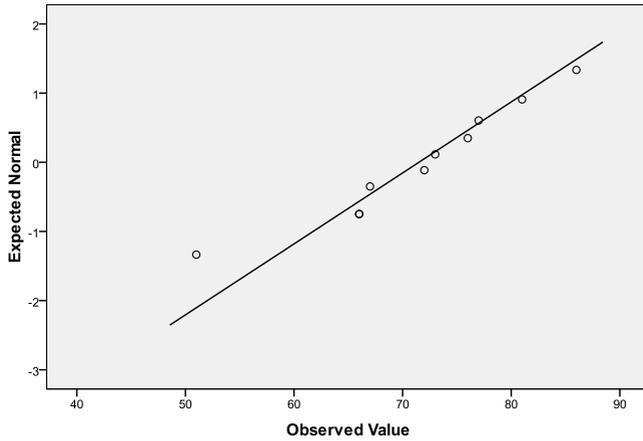
Uji t



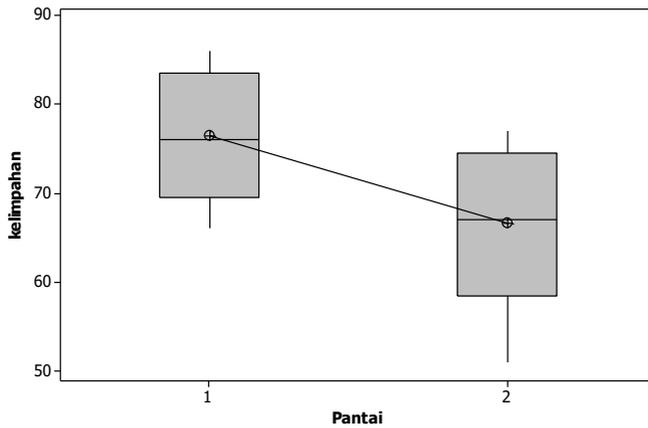
Gambar diatas jelas terjadi perbedaan jumlah jenis.

t-value	p-value
-7.33	0.000001

Hasil uji t berbeda dalam hal jumlah jenis



Data yang berdistribusi normal sebaran datanya akan cenderung mendekati garis normalitas.



Gambar 1= Bama, 2= Kajang menunjukkan bahwa kedua rata-rata kelimpahan pada pantai tersebut masuk dalam satu interval.

T – value	P – value
1.77	0.12

nilai p-value lebih dari nilai  $\alpha$  0.05, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan rata-rata kelimpahan antara pantai bama dan kajang

## Lampiran 2

BAMA		T1		T2		T3		T4		T5		Rata-rata	
No	Spesies	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K
1	<i>Enhalus</i>	17.0		16.2	62.3	22.4	62.8	22.0	72.4	19.2		19.4	64.24
	<i>Acoroides</i>	5	60.8	5	6	3	2	5	5	4	62.8	04	6
2	<i>Thalasia</i>	23.9	21.3	21.5	14.5	22.7	22.5	21.6	24.3	23.7	27.1	22.7	21.99
	<i>Hampricii</i>	7	5	7	6	5	4	5	7	1	4	3	2
3	<i>Cymodocea</i>	7.62	10.3	20.6		15.6	18.4	16.1	20.6	14.2		20.8	18.57
	<i>rotundata</i>	5	4	6	19.5	7	2	3	3	4	24	65	8
4	<i>Halophila</i>			6.95								4.34	
	<i>ovalis</i>	3.43	6.4	3	4	6.48	5.8	2.6	6.8	2.25	7.6	2	30.6
5	<i>Halodule</i>			9.25		14.7	17.5	16.9			13.2	9.76	
	<i>pinifolia</i>	0	0	1	8.72	3	4	5	16	7.91	4	8	11.1
	jumlah	52.0	98.8	74.6	109.	82.0	127.	79.3	140.	67.3	134.	77.1	146.5
		75	9	84	14	6	12	8	25	5	78	09	16

Kajang		T1		T2		T3		T4		T5		Rata-rata	
No	Spesies	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K	L	K
1	<i>Enhalus</i>	19.3	56.8	18.3	64.8	13.6	58.1	45.3	72.5	36.7	68.8	26.6	64.22
	<i>Acoroides</i>	5	2	5	1	3	1	7	6	9	1	98	
2	<i>Thalasia</i>	18.5	21.3	16.4	22.1	22.5	19.3	34.5	31.5	24.6	24.5	23.3	23.78
	<i>Hampricii</i>	6	3	3	6	6	8	1	6	8	1	48	
3	<i>Cymodocea</i>	9.37	14.8	12.6	18.7	16.8	19.3	0	0	14.8	19.8	10.7	14.54
	<i>rotundata</i>		2	7	3	3	3			6	7	8	
4	<i>Halophila</i>	3.63	6.81	2.47	5.6	11.2	15.8	0	0	0	0	3.47	5.646
	<i>ovalis</i>					8	2					6	
5	<i>Halodule</i>	9.67	14.3	16.9	19.3	16.3	17.3	3.63	6.8	0	0	9.32	11.56
	<i>pinifolia</i>		4	5	3	6	3					2	
6	<i>Syrngodium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2.25	13	0.45	2.6
	Jumlah	60.5	114.	66.8	130.	80.6	129.	83.5	110.	78.5	126.	74.0	122.3
		8	12	7	63	6	97	1	92	7	18	64	62

## Dokumentasi Pengambilan Data



*Tripneutes gratilla* –  
familli  
Toxopneustidae



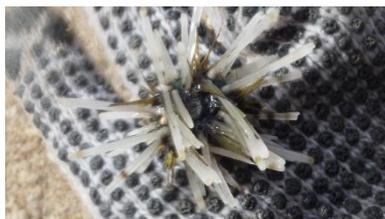
*Linckia laevigata* –  
famili  
Ophidiasteridae



*Holothuria atra* –  
famili Holothuroidea



*Diadema setosum* –  
famili Diadematidae



*Echinotrix calamaris*  
–famili Diadematidae



*Ophiocoma erinaceus* –  
famili Ophiocomidae



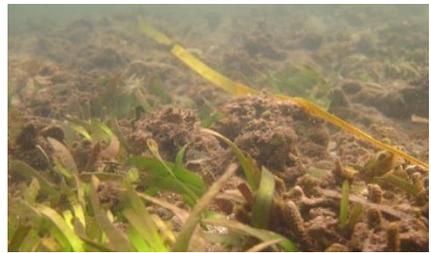
*Archaster typicus* –  
famili Archasteridae



*Euapta godeffreyi* =  
famili Synaptidae



*Synapta maculata* –  
famili Synaptidae



Penarikan transek



Sampling persentutupan  
dan kerapatan lamun



Pengambilan sampel  
Echinodermata



Pengunjung Pantai Bama  
bermain air



Pengunjung Pantai Bama  
bermain air dan kano

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**