

**KAJIAN BIOLOGI REPRODUKSI BULU BABI  
(*Diadema setosum*) PADA HABITAT YANG BERBEDA DI  
PERAIRAN TELUK KAYELI, KECAMATAN NAMLEA,  
KABUPATEN BURU, MALUKU**

*A STUDY OF BIOLOGY REPRODUCTION OF SEA URCHIN  
(*Diadema setosum*) ON THE DIFFERENT HABITAT IN  
KAYELI GULF, NAMLEA DISTRICT, BURU REGENCY,  
OF MALUKU PROVINCE*

**ASDAR BURHANUDDIN**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2012**

**KAJIAN BIOLOGI REPRODUKSI BULU BABI  
(*Diadema setosum*) PADA HABITAT YANG BERBEDA DI  
PERAIRAN TELUK KAYELI, KECAMATAN NAMLEA,  
KABUPATEN BURU, MALUKU**

**Tesis**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister**

**Program Studi  
Ilmu Perikanan**

**Disusun dan diajukan oleh**

**ASDAR BURHANUDDIN**

**Kepada**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2012**

**TESIS**

**KAJIAN BIOLOGI REPRODUKSI BULU BABI  
(*Diadema setosum*) PADA HABITAT YANG BERBEDA DI  
PERAIRAN TELUK KAYELI, KECAMATAN NAMLEA,  
KABUPATEN BURU, MALUKU**

Disusun dan diajukan oleh

**ASDAR BURHANUDDIN**

**Nomor Pokok P3300209016**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal 10 Januari 2012

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat

Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc

Ketua

Ketua Program Studi  
Ilmu Perikanan

Dr. Ir. Abdul Haris, M.Si

Anggota

Direktur Program Pascasarjana  
Universitas Hasanuddin

## **PERNYATAAN KEASLIAN TESIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : ASDAR BURHANUDDIN  
Nomor Mahasiswa : P3300209016  
Program studi : ILMU PERIKANAN

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Januari 2012  
Yang menyatakan

**ASDAR BURHANUDDIN**

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di kota Ujung Pandang, pada tanggal 15 Juni 1970, anak keenam dari delapan bersaudara dari ayah Alm. H. Burhanuddin dan Alm. Hj. Maemunah. Pendidikan penulis diawali dengan bersekolah di SD Negeri 5 Tawiri Ambon hingga lulus pada tahun 1983, kemudian penulis melanjutkan di SMP Negeri 2 Ambon dan lulus pada tahun 1986. Pada tahun itu pula penulis menempuh pendidikan lanjutan tingkat atas di SMA Negeri 2 Ambon hingga lulus pada tahun 1989. Penulis diterima di Universitas Pattimura pada tahun 1989 melalui ujian SPMB dan memilih Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan pada Fakultas Perikanan dan Kelautan.

Penulis sempat kuliah selama tiga tahun di Universitas Pattimura, karena pertimbangan keluarga akhirnya penulis memutuskan untuk pindah dan melanjutkan di Universitas Hasanuddin pada tahun 1992. Hingga akhirnya pada tahun 1996, penulis menyelesaikan kuliah strata satu dan memperoleh gelar Sarjana Perikanan (S.Pi). Sampai Sekarang penulis masih bekerja sebagai dosen tetap Yayasan Muslim Buru pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Iqra Buru di Kabupaten Buru, Provinsi Maluku. Pada tahun 2009, penulis mendapat kesempatan untuk melanjutkan pendidikan S2 magister program pascasarjana di Universitas Hasanuddin Makassar dengan memilih program studi Ilmu Perikanan.

Selama mengikuti pendidikan pascasarjana, penulis mendapat beasiswa BPPS dari Dikti dan beasiswa penulisan tesis dari Program Mitra Bahari (COREMAP II). Untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Magister Sains pada Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar penulis melakukan penelitian mengenai "Kajian Biologi Reproduksi Bulu Babi (*Diadema setosum*) pada Habitat yang Berbeda di Perairan Teluk Kayeli, Kecamatan Namlea, Kabupaten Buru Maluku.

## PRAKATA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala karunia-Nya berupa kesehatan dan keluangan waktu sehingga penulisan tesis mengenai “Kajian Biologi Reproduksi Bulu Babi (*Diadema setosum*) pada Habitat yang Berbeda di Perairan Teluk Kayeli, Kecamatan Namlea, Kabupaten Buru, Maluku” ini dapat diselesaikan dengan baik, yang merupakan salah satu syarat dalam menyelesaikan studi di Program Pascasarjana Program Studi Ilmu Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc (Ketua) dan Dr. Ir. Abdul Haris, M.Si (Anggota) selaku komisi pembimbing, Prof Dr. Ir. Ambo Tuwo, DEA, Dr. Ir. Joeharnani Tresnati, DEA dan Dr. Ir. Lodewijk S. Tandipayuk, MS masing-masing selaku penguji, yang banyak memberikan masukan dalam penyusunan tesis ini.

Tak lupa pula penulis sangat berterimakasih kepada yang terhormat Bapak Prof. Dr. Ir. Achmar Mallawa, DEA (Ketua Program Studi Ilmu Perikanan) yang telah memberikan arahan dan support bagi penulis mulai dari awal masuknya penulis di program magister hingga saat ini, rekan-rekan seperjuangan kuliah pada Program Studi Ilmu Perikanan Unhas Angkatan 2009 (Umar, Alan, Mady, Edy, Irianis, Victor, Fikry, Modesta, Akbar dan lainnya) yang penulis tidak bisa sebutkan satu persatu, yang telah menginspirasi dan menjadi teman diskusi.

Dalam kesempatan ini pula, penulis mengucapkan terima kasih atas segala pengorbanan, motivasi dan doanya, kepada istriku tercinta (St. Ruhana Natsir, A.Ma dan anakku tersayang Musta'mal Asruh) serta keluarga dan orang tua (Alm. H. Burhanuddin dan Alm. Hj. Maemunah), mertua (Alm. M. Natsir dan Hj. St. Rugayyah) yang senantiasa memberi doa dan dukungan selama penulis menempuh pendidikan serta semua yang telah berkontribusi dalam penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih pula kepada Program Beasiswa COREMAP yang telah memberikan bantuan berupa dana penulisan tesis.

Penulis sangat menyadari sesungguhnya bahwa penulisan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan, sehingga saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Besar harapan penulis semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi kita semua, amin.

Makassar, Januari 2012.

Asdar Burhanuddin

## ABSTRAK

**ASDAR BURHANUDDIN.** *Kajian Biologi Reproduksi Bulu Babi (*Diadema setosum*) Pada Habitat Yang Berbeda Di Perairan Teluk Kayeli, Kecamatan Namlea, Kabupaten Buru, Maluku.* (Dibimbing Oleh **Sharifuddin Bin Andy Omar** dan **Abdul Haris**).

Penelitian ini bertujuan mengkaji dan membandingkan potensi reproduksi bulu babi (*Diadema setosum*) pada habitat karang dan lamun, dengan menganalisis biologi reproduksi meliputi : nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad (TKG), indeks kematangan gonad (IKG), ukuran pertama kali matang, fekunditas, dan diameter telur.

Metode penelitian yang digunakan adalah penentuan stasiun pengambilan sampel berdasarkan karakteristik habitat perairan dengan menggunakan metode “ploting square transek”, pengambilan sampel bulu babi sebanyak 30 ekor. Pengukuran data morfometri meliputi: bobot tubuh, bobot gonad, dan diameter cangkang.

Hasil penelitian didapatkan perbandingan nisbah kelamin bulu babi (*Diadema setosum*) jantan dan betina pada kedua habitat adalah 1,00 : 1,12,



Tingkat kematangan gonad terdiri dari : TKG 0 (*fase netral*), TKG I (*fase recovering*), TKG II (*fase growing*), TKG III (*fase pre-mature*), TKG IV (*fase marure*) dan TKG V (*fase spent*). Nilai indeks kematangan gonad jantan dan betina berkisar 0,18 – 18,30%. Ukuran pertama kali matang gonad jantan dan betina di habitat karang adalah 40,67 mm dan 39,94 mm, sedangkan di habitat lamun 44,68 mm dan 42,12 mm. Fekunditas di habitat karang berkisar 356.282 – 2.089.714 butir dan di habitat lamun 252.000 – 2.580.808 butir. Diameter telur di habitat karang berkisar 6,40 – 1,014  $\mu\text{m}$  dan di habitat lamun 7,45 – 1,014  $\mu\text{m}$ .

Kata kunci : *Diadema setosum*, biologi reproduksi, kematangan gonad, habitat karang dan lamun



## ABSTRACT

**ASDAR BURHANUDDIN.** *A Study of Biology Reproduction of Sea Urchin (*Diadema setosum*) On The Different Habitat in Kayeli Gulf, Namlea District, Buru regency, of Maluku Province.* (Supervised by **Sharifuddin Bin Andy Omar** and **Abdul Haris**).

The aim of the research is to access and compare the reproductive potential of sea urchins (*Diadema setosum*) on coral and seagrass habitats, by analyzing the reproductive biology which includes: sex ratio, gonad maturity (TKG), gonad maturity index (IKG), the size of first maturity, fecundity, and egg diameter.

The research method is determination of sampling stations based on the characteristics of aquatic habitats by using the "plot transects square", sea urchins sampling as many as 30 tails and subsequent measurement of

morfometri data which includes: body weight, gonad weight, and diameter of the shell.

The results of the research indicated that the ratio comparison of sea urchins (*Diadema setosum*) males and females in both habitats is 1.00: 1.12, level of maturity of the gonads consist of: TKG 0 (neutral phase), TKG I (recovering phase), TKG II (growing phase), TKG III (pre-mature phase), TKG IV (maturity phase) and TKG V (spent phase). Value index of male and female gonad maturity ranged from 0.18 to 18.30%. The sizes of the first mature male and female gonads in the reef habitat is 40.67 mm and 39.94 mm, whereas in seagrass habitat are 44.68 mm and 42.12 mm. Fecundity in reef habitats are ranging from 356282-2089714 grains, and in seagrass habitat are from 252000-2580808 grains. Diameter of eggs in reef habitats is ranging from 6.40 to 1.014  $\mu\text{m}$  and in seagrass habitats is from 7.45 to 1.014  $\mu\text{m}$ .

Keywords: *Diadema setosum*, reproduce biology, maturity of gonads, coral and seagrass habitats.



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL  
xii

DAFTAR GAMBAR

Hal  
ama  
n

xiii

DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	6
D. Hipotesis	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Karakteristik Kelas Echinoidea	8
B. Sistematika dan Morfologi	11
C. Habitat dan Penyebaran	15
D. Reproduksi	17
E. Habitat Terumbu Karang	27
F. Habitat Padang Lamun	29
G. Aspek Lingkungan	31
H. Kerangka Pikir	35
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Lokasi Penelitian	36
B. Alat dan Bahan	38
C. Populasi dan Stasiun Penelitian	38
D. Metode Pengumpulan Data	39
E. Analisa Data	43
F. Kualitas Air	48
G. Analisis Statistik	50
50	
Halaman	
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Keadaan Umum Lokasi Penelitian	51
B. Nisbah Kelamin	53

	C. Tingkat Kematangan Gonad (IKG)	56
	D. Indeks Kematangan Gonad (IKG)	79
	E. Ukuran Pertama Kali Matang Gonad	84
	F. Fekunditas	89
91	G. Diameter Telur	
95	H. Aspek Pendukung Lingkungan	

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

	A. Kesimpulan	102
	B. Saran	103

## DAFTAR PUSTAKA

105

## LAMPIRAN

110

## DAFTAR TABEL

Nomor	Ha la m an
1. Perbedaan nisbah kelamin populasi bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) pada perairan yang berbeda	19
2. Skala Wentworth untuk pengklasifikasian berbagai jenis dan ukuran partikel sedimen. 34	
3. Lokasi stasiun pengambilan sampel  39	
4. Perkembangan gametogenesis bulu babi (Dharsono, 1986)	45
5. Dimensi spasial wilayah ekologis Kabupaten Buru	51
6. Nisbah kelamin antara bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) jantan dengan betina pada setiap waktu pengambilan sampel di habitat karang dan lamun di perairan Teluk Kayeli kecamatan Namlea	54
7. Tingkat kematangan gonad (TKG) secara morfologi dan histologi bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) jantan 66	
8. Tingkat kematangan gonad (TKG) secara morfologi dan histologi bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) betina 71	
9. Distribusi tingkat kematangan gonad bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) jantan dan betina berdasarkan ukuran diameter cangkang pada habitat	

karang dan lamun di perairan Teluk Kayeli, Kecamatan Namlea 85

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Ha la m an
1. Bulu babi <i>Diadema setosum</i>	12
2. Diagram bulu babi regularia	13
3. Kerangka pikir penelitian	35
4. Peta Kabupaten Buru Provinsi Maluku	36
5. Lokasi stasiun pengambilan sampel	37
6. Pengukuran diameter cangkang bulu babi	40
7. Morfologi gonad jantan dan betina pada tingkat kematangan gonad	58
8. Histologi testis (kiri) dan ovari (kanan) bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) pada TKG I	60

9. Histologi testis (kiri) dan ovarium (kanan) bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) pada TKG II	60
10. Histologi testis (kiri) dan ovarium (kanan) bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) pada TKG III	61
11. Histologi testis (kiri) dan ovarium (kanan) bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) pada TKG IV	61
12. Histologi testis (kiri) dan ovarium (kanan) bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) pada TKG V	62
13. Frekuensi relatif tingkat perkembangan gonad bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) selama penelitian pada habitat karang (atas) dan lamun (bawah) di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea	75
14. Persentase indeks kematangan gonad pada bulu babi jantan dan betina pada habitat karang (atas) dan lamun (bawah)	83

Nomor  
Halaman

15. Distribusi diameter telur bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) pada TKG IV (atas) dan TKG V (bawah) pada habitat karang di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea	93
16. Distribusi diameter telur bulu babi ( <i>Diadema setosum</i> ) pada TKG IV (atas) dan TKG V (bawah) pada habitat lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea	94
17. Fluktuasi suhu selama penelitian pada habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea	96
18. Fluktuasi salinitas selama penelitian pada habitat karang dan	

lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
97

19. Segitiga tekstur pada habitat karang (atas) dan lamun (bawah) di  
perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
101

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor

Ha  
la  
m  
an

1. Jumlah sampel bulu babi (*Diadema setosum*) pada habitat karang  
dan lamun selama penelitian di perairan teluk Kayeli, Kecamatan  
Namlea  
111



2. Uji Chi-square bulu babi (*Diadema setosum*) jantan dan betina selama penelitian pada habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
112
3. Perhitungan frekuensi relatif tingkat kematangan gonad bulu babi (*Diadema setosum*) setiap pengambilan sampel pada habitat karang dan lamun selama penelitian di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
113
4. Kisaran indeks kematangan gonad bulu babi (*Diadema setosum*) jantan dan betina berdasarkan waktu pengambilan sampel pada habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
114
5. Kisaran diameter cangkang, bobot tubuh, bobot gonad dan indeks kematangan gonad bulu babi (*Diadema setosum*) berdasarkan tingkat kematangan gonad dan jenis kelamin pada habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
115
6. Perhitungan ukuran pertama kali matang gonad bulu babi (*Diadema setosum*) jantan dan betina pada habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
117
7. Perhitungan hubungan fekunditas dengan diameter cangkang bulu babi (*Diadema setosum*) pada habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
121
8. Kisaran diameter telur bulu babi (*Diadema setosum*) pada habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
123
9. Hasil pengukuran suhu dan salinitas selama penelitian di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
124

Nomor

Ha  
la  
m  
an

10. Hasil analisis pengukuran sedimen dan tipe substrat pada habitat karang dan lamun selama penelitian di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
125
11. Hasil analisis uji-T nisbah kelamin jantan dan betina pada habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
126
12. Hasil analisis uji-T TKG III, IV pada habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
128
13. Hasil analisis uji-T indeks kematangan gonad (IKG) jantan dan betina pada habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
129
14. Hasil analisis uji-T fekunditas antara habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
131
15. Hasil analisis uji-T diameter telur pada TKG IV dan V antara habitat karang dan lamun di perairan teluk Kayeli, Kecamatan Namlea  
132

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Kehidupan organisme perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya, baik organisme yang melangsungkan kehidupannya di kolom air maupun pada dasar perairan. Organisme yang hidup di kolom air disebut organisme pelagis yang mampu bergerak bebas dalam kolom air, sedangkan organisme yang hidup di dasar perairan disebut bentos, seperti bulu babi. Organisme bentos senantiasa berasosiasi dengan dasar perairan, baik sementara maupun sepanjang hidupnya. Apabila kondisi suatu perairan memiliki stabilitas yang optimal dalam mendukung kelangsungan hidup suatu organisme maka di dalam perairan tersebut dapat dijumpai berbagai jenis organisme. Organisme tersebut dapat berkembang biak dengan sempurna dan melakukan segala aspek kehidupannya.

Kabupaten Buru, secara geografis dibatasi oleh Laut Seram di sebelah utara, Laut Banda di sebelah selatan, Laut Buru di sebelah barat, dan Selat Manipa di sebelah timur. Kabupaten ini didukung berbagai ekosistem bahari yang produktif seperti mangrove, lamun, terumbu karang dan estuari. Ekosistem tersebut diasumsikan dapat mendukung habitat berbagai biota ekonomis penting, termasuk bulu babi (Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Buru, 2005).

Perikanan bulu babi telah dikenal sejak 1000 tahun SM, terutama di kawasan Mediterania (Sloan, 1985). Sebagai negara dengan garis pantai terpanjang di dunia, Indonesia merupakan lahan yang subur bagi perikanan bulu babi, mengingat sebaran biota ini hampir merata di setiap pantai Indonesia. Sekalipun sebaran bulu babi di Indonesia hampir merata dengan keragaman jenis yang tinggi, produk perikanan bulu babi (gonad) belum dilirik sebagai komoditi perikanan yang menjanjikan. Hal ini dikarenakan minimnya pengetahuan masyarakat Indonesia akan sumberdaya perikanan dan teknik pemanfaatan hasil laut.

Pengetahuan tentang pertumbuhan dan biologi reproduksi berbagai biota umumnya cukup penting, demikian pula halnya dengan kelompok bulu babi (Echinoidea). Perkembangan gonad bulu babi tidak hanya merupakan informasi yang menarik tetapi juga bermanfaat bagi pengenalan siklus hidupnya sehingga upaya pelestarian produksi bulu babi dapat diterapkan.

Beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam pengelolaan perikanan yang lestari adalah aspek ekologi, biologi dan sosial ekonomi. Aspek biologi diantaranya pertumbuhan, rekrutmen dan laju pemulihan, yang sangat tergantung pada kapasitas reproduksi. Kapasitas reproduksi sendiri sangat ditentukan oleh ketahanan terhadap lingkungan dan kelulusan hidup pada fase awal yang kritis. Selain itu, dibutuhkan juga data-data menyangkut aspek reproduksi dari spesies tersebut, sehingga akan diperoleh data tentang siklus reproduksi dan tahapan perkembangan kematangan gonad.

Bulu babi merupakan salah satu jenis komoditas perairan yang gonadnya dimanfaatkan sebagai sumber pangan potensial, baik gonad jantan maupun gonad betina. Bulu babi beraturan mempunyai lima gonad yang tergantung sepanjang bagian dalam interambulakral pada daerah aboral. Gonad yang banyak dicari konsumen adalah gonad yang bertekstur kompak, padat, tidak berlendir, dan berwarna kuning cerah (Hyman 1955 *dalam* Ratna 2002).

Gonad bulu babi merupakan makanan tambahan yang kaya akan nilai gizi. Lee dan Hard (1982 *dalam* Ratna, 2002) melaporkan bahwa di dalam gonad bulu babi terkandung sekitar 28 macam asam amino. Selain itu, gonad bulu babi juga kaya akan vitamin B kompleks, vitamin A, dan mineral.

Selain menjadi sumber pangan dunia, bulu babi ternyata memiliki fungsi ekologis yang sangat penting. Dengan memakan alga, bulu babi dapat mengendalikan alga yang tumbuh dengan cepat dan menutupi karang. Bulu

babi juga menjadi sumber makanan bagi organisme lain (Erdmann, 2004). Kematian massal bulu babi yang pernah terjadi di perairan Pasifik Barat dengan tingkat kematian mencapai 93 - 100% ternyata mengakibatkan biomassa alga meningkat sehingga kesetimbangan ekosistem terganggu.

Adanya eksploitasi berlebihan setiap saat terhadap semua ukuran, menyebabkan tidak adanya regenerasi dari bulu babi tersebut secara alami. Saat ini jenis bulu babi tersebut dijumpai tetapi dalam jumlah yang sudah mulai sedikit. Aktifitas pengambilan bulu babi yang intensif dalam kurun waktu yang panjang dan adanya kegiatan penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak (bom) di daerah terumbu karang dan padang lamun, sehingga mengalami degradasi lingkungan, dan berdampak terhadap penurunan populasi bulu babi secara langsung. Jika bulu babi terus dieksploitasi tanpa memikirkan keberlanjutan spesies tersebut maka dikhawatirkan bulu babi akan mengalami penurunan populasi dikemudian hari.

Berkaitan dengan hal di atas, walaupun bulu babi mempunyai prospek yang baik sebagai komoditi yang bernilai ekonomis dan sebagai pemasok protein yang potensial, tetapi informasi mengenai organisme ini masih terbatas terutama mengenai siklus reproduksi, khususnya di perairan pantai Kecamatan Namlea, Kabupaten Buru. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan penelitian tentang potensi reproduksi bulu babi (*Diadema setosum*) dengan mengkaji dan menganalisis berbagai aspek biologi

reproduksinya pada kondisi habitat yang berbeda di perairan pantai Kecamatan Namlea, Kabupaten Buru.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada Latar Belakang, maka yang menjadi rumusan masalah adalah bulu babi sebagai salah satu biota perairan yang selalu dianggap indikator pencemaran perairan dan masih kurang pemahaman tentang pemanfaatannya, padahal bulu babi juga bernilai ekonomis terutama pada gonad betina. Bulu babi merupakan salah satu jenis komoditas perikanan yang gonadnya dimanfaatkan sebagai sumber pangan potensial dengan kandungan protein dan asam amino yang cukup tinggi.

Sehubungan dengan meningkatnya aktifitas nelayan dalam pengambilan bulu babi dan adanya kegiatan penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak (bom) pada habitat terumbu karang maupun padang lamun sehingga mengalami degradasi lingkungan, maka berdampak secara langsung terhadap penurunan populasi bulu babi, serta terganggu kelestariannya.

Demikian perlu dilakukan suatu upaya pengelolaan untuk keberlanjutan spesies bulu babi tersebut agar tetap lestari keberadaanya. Terkait dengan pengelolaan, salah satu aspek yang penting diketahui adalah aspek biologi reproduksi bulu babi terutama menyangkut potensi reproduksi, sebagai dasar untuk menentukan strategi pengelolaan yang akan dilakukan terhadap kegiatan budidaya bulu babi di masa yang akan datang.

Permasalahan-permasalahan yang perlu dikaji dalam aspek biologi reproduksi terutama menyangkut potensi biologi reproduksi bulu babi jenis (*D. setosum*) yaitu “apakah dengan kondisi karakteristik habitat yang berbeda mempengaruhi potensi reproduksi bulu babi (*D. setosum*)”.

### **C. Tujuan dan Kegunaan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan membandingkan potensi reproduksi bulu babi (*D. setosum*) yang hidup pada habitat terumbu karang dan padang lamun di perairan pantai Kecamatan Namlea, Kabupaten Buru, dengan menganalisis beberapa parameter biologi reproduksinya, yang meliputi: nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad (TKG) (pengamatan morfologi dan histologi), indeks kematangan gonad (IKG), ukuran pertama kali matang gonad, fekunditas, dan diameter telur.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dasar tentang bagaimana siklus reproduksi, fase-fase perkembangan pematangan gonad, jumlah telur yang dihasilkan pada waktu pemijahan serta ukuran



diameter telur, yang nantinya akan bermanfaat bagi upaya pengelolaan maupun kegiatan budidaya bulu babi (*D. setosum*) di masa mendatang, terutama pada perairan pantai Kecamatan Namlea, Kabupaten Buru.

#### **D. Hipotesis**

Kondisi karakteristik habitat yang berbeda mempengaruhi potensi biologi reproduksi bulu babi (*D. setosum*).

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Karakteristik Kelas Echinoidea**

Radiopoetro (1991) menyatakan bahwa bulu babi berbeda dengan binatang laut lainnya. Bulu babi tidak mempunyai lengan, berbentuk bola dengan cangkang yang keras dan ditumbuhi duri. Duri-duri terletak dalam garis membujur dan dapat digerak-gerakkan. Duri dan kaki tabungnya digunakan untuk merayap di dasar perairan. Mulutnya terletak di bagian bawah menghadap dasar perairan sedangkan duburnya menghadap ke atas puncak bulatan cangkang.

Pada cangkang bulu babi terdapat tonjolan atau tuberculum sebagai tempat persendian duri-duri. Tiap-tiap duri merupakan bentuk kristal dari  $\text{CaCO}_3$ . Pada pangkal duri-duri itu terdapat pedicelariae dengan tiga anak penjepit dan tangkai yang panjang, yang berfungsi menjaga agar tubuh selalu bersih dan untuk menangkap makanan.

Bulu babi mempunyai sistem amburakral sebagai alat gerak untuk mencari makanan maupun menghindari dari tekanan yang tidak menguntungkan. Daya gerak bulu babi sangat lambat seakan-akan selalu dalam keadaan diam. Untuk bergerak, bulu babi menggunakan kaki-kaki amburakral. Kaki tabung pada permukaan oral biasanya mempunyai alat penghisap yang digunakan untuk bergerak atau melekat pada karang, batu, dan lain-lain (Aziz, 1995).

Azis (1987) menyatakan bahwa bulu babi mempunyai kebiasaan hidup yang berbeda-beda, ada yang berkelompok dan ada pula yang terpisah-pisah. Jenis-jenis yang hidup pada daerah terumbu karang dan padang

lamun adalah *Strongylocentrotus purpuratus*, *D. setosum*, *Echinothrix diadema*, *Echinometra mathae*.

Ekinodermata lain yang biasa dimakan dan terdapat di terumbu karang adalah bulu babi (Kelas Echinoidea). Pada beberapa negara seperti Perancis dan Jepang, jenis bulu babi tertentu telah mempunyai nilai ekonomis yang cukup penting. Di Indonesia bagian timur, bulu babi jenis tertentu merupakan makanan penduduk yang mendiami pulau-pulau karang dan kerap kali dijumpai dijual di pasar terutama yang berdekatan dengan perkampungan Bajo.

Bulu babi yang diperjual belikan ada yang masih utuh dan ada yang telah diolah terlebih dahulu. Gonad (kantong telur atau kantong testis) dikeluarkan dan kemudian dimasukkan lagi ke dalam cangkang yang telah dibersihkan isinya lalu direbus. Menurut Darsono (1986) semua jenis bulu babi pada umumnya gonadnya enak dimakan, termasuk pula yang duri beracun seperti *D. setosum*. Di Jepang, bulu babi sudah merupakan makanan yang sangat populer dan kebutuhan akan gonad bulu babi terus meningkat dari tahun ke tahun sehingga Jepang harus mengimpornya.

Menurut Aziz (1987), bulu babi yang hidup di perairan dangkal, lambungnya terutama berisi lamun dan alga. Selanjutnya dikatakan pula bahwa bulu babi jenis *Antocidaris crassipina* yang hidup di perairan sekitar Hongkong mengkonsumsi sekitar 15 jenis alga. Ada 5 jenis diantaranya pilihan utama yang dapat mencapai 49% dari isi lambung bulu babi tersebut.

Selain dua kelompok tanaman air tersebut, di dalam lambung bulu babi ditemukan pula krustasea, moluska, dan sebagainya dengan, persentase yang lebih rendah.

Menurut Chiu (1987), dalam lambung bulu babi juga ditemukan *Balanus* sp, cacing tabung (*Pomatoleo crausii*) dan *Spirobos* spp. Sementara itu, Dix (1970 dalam Aziz, 1987) menyatakan bahwa lambung bulu babi juga berisi beberapa jenis krustasea. Adanya berbagai jenis hewan dalam lambung bulu babi disebabkan oleh tingkah laku makan (*feeding habit*) dari hewan ini yang mencari makan dengan cara mengikis (*grazing, scraping*) permukaan substrat dimana mereka hidup. Dengan demikian, selain alga dan lamun, dalam lambung bulu babi juga dapat ditemukan berbagai hewan yang turut termakan.

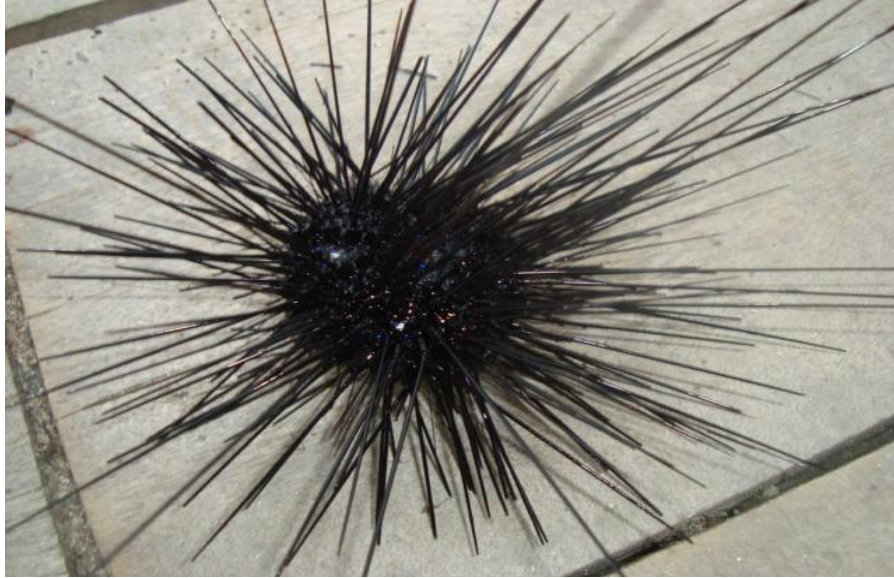
## **B. Sistematika dan Morfologi**

Klasifikasi bulu babi dari spesies *D. setosum* menurut Zipcodezoo (2011) adalah Domain Eukaryota (Whittaker & Margulis, 1958), Kingdom Animalia (Linnaeus, 1758), Subkingdom Bilateria (Hatschek, 1888), Branch Deuterostomia (Grobber, 1908), Infrakingdom Coelemopora (Markus, 1958), Phylum Echinodermata (Klein, 1734), Subphylum Eleutherozoa (Bell, 1897),

Infraphylum Echinozoa (Haeckel, in Von Zittel, 1895), Class Echinoidea (Sea Urchins & Sand Dollar), Subclass Euechinoidea, Superordo Diadematacea, Ordo Diadematoidea, Famili Diadematidae, Genus *Diadema* (Gray, 1825), Spesies *Diadema setosum* (Leske, 1778).

Hewan yang memiliki nama Internasional *sea urchin* atau *edible sea urchin* ini tidak mempunyai lengan. Tubuhnya umumnya berbentuk seperti bola dengan cangkang yang keras berkapur dan dipenuhi dengan duri-duri (Nontji, 2005). Durinya amat panjang, lancip seperti jarum dan sangat rapuh. Duri-durinya terletak berderet dalam garis-garis membujur dan dapat digerakkan, panjangnya dapat mencapai ukuran 10 cm dan lebih (Gambar 1).

Berdasarkan bentuk tubuhnya, kelas Echinoidea dibagi dalam dua subkelas utama, yaitu bulu babi beraturan (*regular sea urchin*) dan bulu babi tidak beraturan (*irregular sea urchin*). Hanya bulu babi beraturan saja yang memiliki nilai konsumsi.

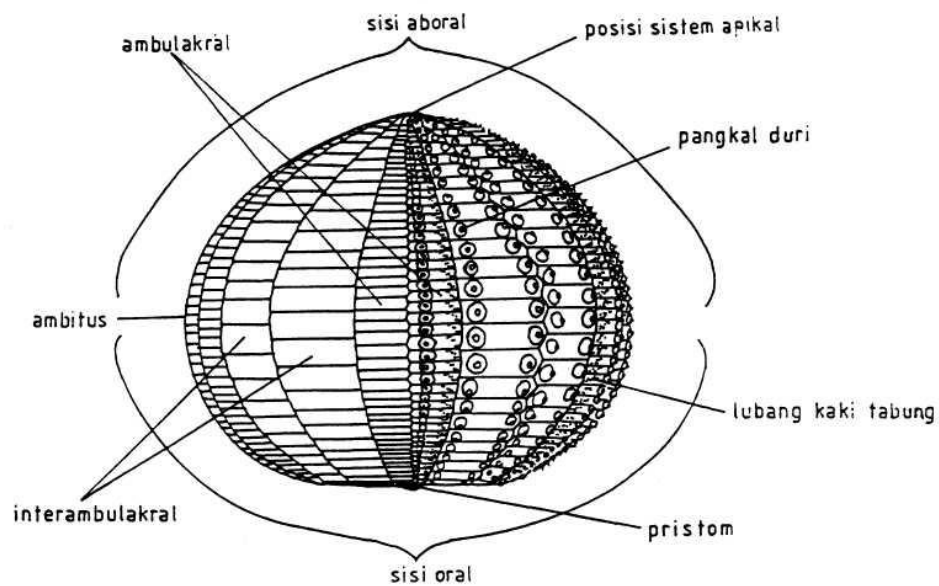


Gambar 1. Bulu babi jenis *Diadema setosum*

Tubuh bulu babi terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian oral, aboral dan bagian di antara oral dan aboral. Pada bagian tengah sisi aboral terdapat sistem apikal dan pada bagian tengah sisi oral terdapat sistem peristomial. Lempeng-lempeng amburakral dan interamburakral berada di antara sistem apikal dan sistem peristomial (Sugiarto dan Supardi, 1995).

Bulu babi marga *Diadema* termasuk kedalam kelompok bulu babi yang mempunyai cangkang beraturan (*regularia*). Bentuk luar cangkang berupa buah delima atau dengan bentuk lebih tertekan/memipih memberikan kesan setengah bola. Sebagaimana bentuk umum bulu babi *regularia*, cangkang *Diadema* tersusun dari ratusan keping-keping kecil yang terpolakan dengan arsitektur yang unik (Gambar 2).

Berbeda dengan kelas Asteroidea dan Ophiuroidea, pada bulu babi lempengan tangan yang berpola pentaradial absen sama sekali. Tetapi lempengan-lempengan kapur tetap tersusun dengan pola pentaradial simetri. Lima pasang jalur keping ambulakral tersusun bergantian dengan lima pasang jalur keping interambulakral.



Gambar 2. Diagram bulu babi regularia (Clark dan Rowe, 1971)

Keping-keping ambulakral berukuran lebih kecil dan mempunyai lubang-lubang untuk keluar masuknya kaki tabung. Keping interambulakral berukuran lebih besar dan melebar. Duri-duri utama (primary spines) terletak pada keping interambulakral, dan duri-duri kecil (secondary spines) tersebar

di semua keping (ambulakral dan interambulakral) (Sugiarto dan Supardi, 1995).

Pada bagian tengah dari sisi aboral terdapat kelompok keping "periproct" atau sistem apikal dan pada bagian tengah dari sisi oral terdapat kelompok keping peristomial. Keping-keping ambulakral dan interambulakral berada antara sistem apikal dan sistem peristomial (Sugiarto dan Supardi, 1995).

Sistem apikal, pada bagian tengah terdapat lubang anus yang dikelilingi oleh keping-keping "periproct" dibatasi oleh 10 keping yang tersusun bergantian. Lima keping utama yang berukuran lebih besar disebut keping genital. Pada keping genital terdapat gonopore yang berhubungan ke sistem reproduksi. Lima keping okular berukuran relatif lebih kecil. Pada salah satu keping genital, biasanya yang berukuran paling besar terdapat keping batu ajau "medreporite" disini tempat bermuaranya sistem pembuluh air (Sugiarto dan Supardi, 1995).

Sistem peristomial dikelilingi oleh sederetan keping-keping berukuran kecil. Bagian tengah dibangun oleh semacam selaput kulit tempat menempelnya organ lentera Aristoteles. Organ lentera Aristoteles berfungsi sebagai rahang dan gigi (Sugiarto dan Supardi, 1995).

Posisi anus, ukuran keping genital, sebaran duri-duri primer, bentuk lentera Aristoteles, ada atau tidaknya lubang antara keping interambulakral adalah merupakan karakter morfologis yang penting untuk indikasi ke tingkat



marga dan jenis. Bulu babi marga *Diadema* dewasa bisa mencapai ukuran cangkang 90 mm (Sugiarto dan Supardi, 1995).

### **C. Habitat dan Persebaran**

Habitat bulu babi adalah perairan yang dangkal sampai pada kedalaman 10 m, akan tetapi ada beberapa spesies yang dapat hidup pada kedalaman 0 - 200 m. Hewan ini mempunyai daerah persebaran yang luas yaitu dari daerah tropis sampai subtropik. Faktor lingkungan yang mempunyai penyebaran biota ini mengakibatkan diferensiasi satu daerah dengan daerah yang lain (Soemodiharjo, 1989). Demikian keberadaan setiap jenis pada daerah tertentu merupakan suatu kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan dari jenis itu sendiri.

Bulu babi hidup di ekosistem terumbu karang (zona pertumbuhan alga) dan lamun. Bulu babi ditemui dari daerah intertidal sampai kedalaman 10 m dan merupakan penghuni sejati laut dengan batas toleransi salinitas antara 30 - 34 ‰ (Aziz 1995 dalam Hasan 2002). Hyman (1955 dalam Ratna, 2002) menambahkan bahwa bulu babi termasuk hewan bentos, ditemui di semua laut dan lautan dengan batas kedalaman antara 0 - 8000 m. Echinoidea memiliki kemampuan beradaptasi dengan air payau lebih rendah dibandingkan avertebrata lain. Kebanyakan bulu babi beraturan hidup pada substrat yang keras, yakni batu-batuan atau terumbu karang dan hanya

sebagian kecil yang menghuni substrat pasir dan lumpur, karena pada kondisi demikian kaki tabung sulit untuk mendapatkan tempat melekat. Golongan tersebut khusus hidup pada teluk yang tenang dan perairan yang lebih dalam, sehingga kecil kemungkinan dipengaruhi ombak.

Bulu babi ini bisa hidup soliter atau berkelompok, tergantung kepada jenis dan habitatnya. Bulu babi jenis *D. setosum*, *T. gratilla*, dan *Strongylocentrotus* spp, cenderung hidup berkelompok, sedangkan jenis *Mespilia globulus*, *Toxopneustes pileolus* dan *Pseudoboletia maculata* cenderung hidup menyendiri. Kepadatan bulu babi ini tergantung kepada jenis dan lokasi persebarannya. Kepadatan bulu babi ini berkisar antara 0,4 individu/m<sup>2</sup> sampai 50 individu/m<sup>2</sup> (Anonim, 2006).

Bulu babi marga *Diadema* mempunyai tempat hidup dan persebarannya mengikuti pola sebaran terumbu karang. Selain itu, bulu babi ini juga tersebar di pantai berbatu dan di padang lamun. Di daerah ekosistem terumbu karang, bulu babi marga *Diadema* bisa menempati rataan pasir, daerah pertumbuhan alga dan daerah tubir karang. Di zona rataan pasir dan daerah pertumbuhan alga, bulu babi ini hidup berkelompok dalam kelompok besar. Darsono dan Aziz (1979), melaporkan bahwa bulu babi jenis *D. setosum* di Pulau Tikus, gugus Pulau Pari bisa berkelompok sampai 3000 individu meliputi area seluas 7850 m<sup>2</sup>. Daerah tubir karang didapati bulu babi hidup dalam kelompok kecil atau hidup menyendiri dalam lubang karang mati.

Bulu babi marga *Diadema* tersebar luas di sepanjang pantai bersuhu hangat (tropis dan subtropis). Bulu babi jenis *D. antillarum* tersebar luas di daerah Karibia. Jenis bulu babi *D. setosum* dan *D. savignyi* tersebar luas di kawasan Indo Pasifik Barat, yaitu dari pantai timur benua Afrika sampai ke Hawaii dan dari daerah Jepang Selatan sampai ke Great Barrier Reef di Australia. Di daerah Karibia, bulu babi jenis *D. antillarum* tidak dimanfaatkan sebagai produk perikanan. Di kawasan Indo Pasifik Barat bulu babi jenis *D. setosum* dimakan oleh nelayan lokal, terutama di Filipina dan Indonesia (Aziz, 1995).

#### **D. Reproduksi**

Pada umumnya bulu babi tergolong biota gonokhoris yaitu biota yang memiliki kelamin terpisah atau dengan kata lain tiap individu memiliki satu jenis organ kelamin. Tetapi pada beberapa kasus ditemukan pula bulu babi yang hermiprodit yaitu kondisi dimana gonad jantan dan gonad betina berada dalam satu individu (Brusca dan Brusca, 2006).

Jenis kelamin bulu babi jantan dan betina dapat diidentifikasi melalui tanda-tanda kelamin sekunder dan primer yang dimiliki. Tanda kelamin penting artinya untuk mengetahui jenis kelamin suatu individu. Walaupun kelamin jantan dan betina pada bulu babi terpisah, tetapi kedua jenis kelamin

ini tidak memberikan kenampakan morfologi luar yang berbeda nyata (Radjab, 2001).

Hingga saat ini, tanda kelamin sekunder yang dapat memberi petunjuk adalah bentuk papila genitalia. Pada bulu babi, papilla genitalia terdiri atas dua tipe yakni tipe mespilia dan tipe tripneustes. Pada tipe tripneustes, ciri-ciri papila genitalia jantan ditandai dengan bentuk tabung yang memanjang, sedangkan pada betina berbentuk tonjolan tumpul (*stumpy protuberances*). Bulu babi yang termasuk dalam tipe ini adalah *T. gratilla*, *E. mathaei*, *Echinostrephus aciculatus*, dan *D. setosum* (Radjab, 2001).

Tanda kelamin primer adalah tanda yang berhubungan langsung dengan organ reproduksi organisme yaitu jantan dengan testis beserta salurannya dan betina dengan ovarium beserta salurannya. Tanda kelamin primer yang dapat digunakan untuk membedakan jantan dan betina adalah warna gonad. Gonad jantan berwarna putih susu atau coklat tua keputihan sedangkan gonad betina berwarna oranye ataupun kuning cerah (Radjab, 2001).

Untuk mengetahui hubungan jantan-betina dari suatu populasi, maka pengamatan mengenai nisbah kelamin dari biota yang diteliti merupakan salah satu faktor penting. Kondisi di alam, rasio kelamin jantan dan betina bulu babi diperkirakan mendekati 1 : 1. Ini berarti bahwa jumlah jantan yang tertangkap relatif sama dengan jumlah betina yang tertangkap (Andy Omar, 2009). Selanjutnya berkaitan dengan masalah mempertahankan kelestarian

populasi biota, maka diharapkan perbandingan jenis kelamin jantan dan betina seimbang (Romimohtarto dan Juwana, 2007). Nisbah kelamin untuk genus *Diedema* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nisbah kelamin populasi bulu babi *D. setosum* pada perairan yang berbeda.

Lokasi penelitian	Nisbah kelamin (Jantan : Betina)	Sumber pustaka
1. Singapura	1 : 0,7	Hori <i>et al</i> , (1987)
2. Kanamai, Kenya	1 : 1	Muthiga & McClanahan (2007)
3. P. Pari, Kep. Seribu	1,33 : 1	Azis dan Darsono (1979)
4. P. Barrang Lompo	1 : 2,2	Gaffar (2011)

Sulit menduga tingkat kematangan gonad dari ukuran cangkang bulu babi karena variasi ukuran cangkang yang besar. Awal kematangan gonad pada bulu babi jenis *T. gratilla* dicapai pada ukuran cangkang 42,5 mm (Tuwo, 1998). Menurut Radjab (2001) bahwa bulu babi matang gonad pada ukuran cangkang 60 – 70 mm dengan berat 160 – 170 g. Tidak ada perbedaan antara gonad jantan dan betina bulu babi hingga ukuran cangkang mencapai 40 mm. Bulu babi marga *Diadema* mencapai usia matang gonad secara seksual pada ukuran bervariasi yaitu antara 3 – 6 cm.

*Diadema* yang telah mencapai usia matang berwarna ungu gelap atau hampir hitam.

Suatu hal yang menarik yaitu bahwa individu dengan diameter cangkang lebih kecil dari 40 mm ternyata gonadnya relatif belum berkembang. Bentuknya sangat tipis, transparan (bening), dan berat gonadnya kurang dari 1 g. Bulu babi jenis *T. gratilla* yang berdiameter lebih dari 40 mm, gonadnya tampak jelas dan bervariasi ketebalannya dengan kisaran berat 1,0 – 26,5 gram. Berdasarkan kenyataan ini maka ukuran diameter cangkang 40 mm diduga merupakan ukuran kedewasaan pertama (*size at first maturity*) dari bulu babi jenis *T. gratilla* (Darsono dan Sukarno, 1993).

Gonad yang belum membentuk sel kelamin yang matang dikenal dengan istilah gonad pre-gametogenesis. Pada gonad betina fase pre-gametogenesis, jumlah oosit previtelogenik lebih banyak bila dibandingkan dengan oosit vitelogenik. Gonad pre-gametogenesis jantan akan lebih banyak berisi sperma yang belum matang dibandingkan dengan sperma yang sudah matang (WIPO, 2008).

Tingkat kematangan gonad (TKG) merupakan tahapan perkembangan gonad pada saat sebelum dan sesudah organisme memijah. Tingkat kematangan gonad dapat ditentukan dengan menggunakan dua metode yaitu secara morfologi dan secara histologi. Beberapa hal yang digunakan untuk menentukan tingkat kematangan gonad secara morfologi adalah bentuk,

ukuran panjang dan berat, warna dan perkembangan isi gonad (Effendie, 1997).

Secara makroskopis gonad memberikan kenampakan warna dan teksturnya. Warna gonad *D. setosum* bervariasi dari coklat gelap, kehijauan, kuning jeruk (orange), kuning tua, kuning muda (krem) dan transparan (bening). Variasi warna ini berkaitan dengan jenis kelamin dan tingkat perkembangannya/gametogenesis. Pada fase pijah, *D. setosum* cenderung memiliki gonad berwarna muram, sementara fase matang cenderung memiliki testis berwarna krem/kuning pucat atau kaya kuning telur. Warna tidak konsisten, namun sering ditemukan testis matang berwarna kuning, dan ovarium matang berwarna pucat kekuningan atau krem (Pearse, 1970).

Tekstur gonad bervariasi dari padat dan berbutir sampai lunak dan berlendir. Kondisi gonad matang (mature) memberikan kenampakan tekstur lunak berlendir. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan gonad *D. setosum* oleh Kobayashi dan Nakamura (1967) di seto, Jepang. Hubungan tekstur gonad dengan tingkat gametogenesis juga diterangkan oleh Bernard (1977). Gonad dengan tekstur padat (kompak) terjadi pada gonad fase pemulihan (recovery), dan kondisinya menurun (melunak) sepanjang proses pematangan gamet.

Pembuatan preparat histologis dilakukan secara bertahap, yang secara umum tahapan tersebut terdiri dari proses fiksasi, dehidrasi,

embedding/penanaman, staining/pewarnaan dan selanjutnya pengamatan (Martinez-Pita *et al.*, 2008).

Pengamatan tingkat kematangan gonad (TKG) mengenai perkembangan sel kelamin bulu babi *D. setosum* dibagi ke dalam enam tahapan, yaitu fase netral/*neutral* (0), fase developing virgin/*recovering spent* (I), fase tumbuh/*growing* (II), fase matang awal/*premature* (III), fase matang/*mature* (IV), dan fase pijah/*spent* (V) (Darsono, 1986).

- a. Fase netral (0), terdapat pada individu yang kecil/muda dengan ciri gonad netral, memanjang, relatif tipis dan semi transparan. Pada tahap ini akan sulit membedakan apakah gonad itu jantan atau gonad betina.
- b. Fase *developing virgin/recovering spent* (I). Pada fase ini terjadi pertumbuhan sel-sel gamet yang dapat terlihat jelas di bawah mikroskop, sehingga jenis kelamin organisme sudah dapat ditentukan. Kenampakan preparat pada *developing virgin* dan *recovering spent* adalah sama. Hanya terlihat adanya folikel pada *recovering spent* yang lebih besar daripada *developing virgin*. Pada *developing virgin*, gonad tampak lebih kecil, berwarna keputihan, sedangkan pada *recovering spent* gonad berwarna coklat kemerahan (*reddish brown*). Pada betina, irisan ovarium pada tingkat ini mudah dikenali dengan tampaknya sejumlah oogonia dan oosit muda yang menempel sepanjang lapisan germinal dinding folikel. Oogonium berbentuk seperti gelondong benang. Sitoplasmanya mengelilingi inti (nukleus) sebagai lapisan tipis yang homogen. Oosit



muda berbentuk bola yang tidak beraturan dan mempunyai inti relatif besar yang dikelilingi oleh lapisan tipis yang berupa akumulasi sitoplasma yang basofilik. Ukuran rata-rata diameter dari oosit adalah sekitar 15  $\mu$ , tapi kadang-kadang pada individu muda hanya berukuran sekitar 5  $\mu$ . Pada organisme jantan, ditandai dengan adanya sejumlah spermatogonia dan spermatosit sepanjang dinding folikel. Spermatosit dengan spermatogonium dibedakan dengan ukuran spermatosit, yang lebih kecil dan kurang menyerap warna haematoxylin dari pada spermatogonium. Pada tingkat ini aktifitas spermatogenesis masih rendah.

- c. Fase tumbuh/*Growing* (II). Pada tingkat ini testis dan ovari masih belum dapat dibedakan secara visual. Gonad berwarna sama yaitu coklat kemerahan (*reddish brown*). Pada betina masih ditemukan oogonia kecil pada folikel periferi, tetapi jumlahnya lebih sedikit dari pada tingkat I. Beberapa oosit muda yang berkait satu sama lain mengisi ke arah tengah folikel. Diameter oosit mencapai 40 – 60  $\mu$ . Sejumlah kecil oosit yang sudah lebih berkembang mengisi bagian tengah folikel. Ovari berkembang sejalan dengan pertumbuhan oosit. Pada jantan spermatogenesis terlihat lebih nyata. Produksi spermatosit dan spermatogonia berkembang cepat sepanjang folikel periferi. Irisan folikel jantan memperlihatkan sejumlah gamet. Tidak ditemukan spermatozoa dalam lumen.

- d. Fase matang awal/*Pre-mature* (III). Gonad bertambah besar dan secara umum gonad jantan dan betina dapat dibedakan dari perbedaan warnanya. Gonad jantan umumnya coklat kekuningan (*yellow brown*) dan coklat kemerahan (*reddish brown*), sedangkan gonad betina umumnya kuning muda (*yellow whitish*) atau putih krem (*creamy white*). Pada betina oogenesis terjadi secara aktif, ditandai oleh perkembangan cepat dari ukuran oosit secara individual. Sejumlah oosit besar berbentuk oral mengisi lumen dari folikel, berdimensi sekitar 80 – 140  $\mu$  x 40 – 80  $\mu$ . Telur (ova) yang telah terlepas dari dinding folikel tumbuh mencapai ukuran 80 – 100  $\mu$ . Folikel ovarium pada tingkat ini mempunyai sejumlah oosit dengan ukuran berkisar 10 – 70  $\mu$ , dan sebagian telur matang (ova) yang mengisi lumen folikel. Secara umum boleh dikatakan bahwa folikel telah siap menampung oosit primer yang akan mencapai ukuran maksimum. Pada jantan proses spermatogenesis makin aktif. Spermatosis dan spermatid meningkat dalam jumlah, beberapa spermatozoa mengisi lumen folikel secara sentripetal.
- e. Fase matang/*Mature* (IV). Gonad jantan dan betina telah mencapai puncak perkembangan, dan memperlihatkan ukuran dan volume maksimum. Pada betina seluruh ruang lumen dari pada folikel terisi penuh oleh ova dengan ukuran diameter sekitar 80 – 100  $\mu$ , kadang-kadang pada dinding folikel juga sudah terlihat oosit muda yang baru. Ukuran ova (oosit yang telah matang) ini tidak jauh berbeda dengan yang

terdapat pada fase III, namun terdapat perubahan kandungan sitoplasmanya yang makin homogen dan lebih menyerap warna haematoxylin. Tahapan perkembangan spermatogenesis telah mencapai spermatozoa matang. Pada dinding folikel tetap berlangsung proses awal spermatogenesis. Seluruh ruang lumen folikel terisi penuh oleh spermatozoa.

- f. Fase pijah/*Spent* (V). Gonad hewan yang telah memijah akan terlihat mengecil. Baik gonad jantan maupun betina sering berwarna coklat keputihan (*whitish brown*). Tidak jelas tanda-tanda visual yang membedakannya. Pada betina secara mikroskopis tergantung lamanya waktu setelah memijah, irisan memperlihatkan berbagai kenampakan. Namun secara umum biasanya ditandai dengan kosongnya lumen dan beberapa sisa ova yang tertinggal. Pada dinding folikel tampak lapisan yang merupakan perkembangan serabut-serabut jaringan penunjang (*connective tissue*). Sisa-sisa ova dalam folikel secara bertahap diserap kembali oleh sel-sel fagosit, dan lumen (ruang folikel) secara berangsur diisi kembali oleh jaringan penunjang berupa sel-sel nutritif. Oogonia dan oosit muda kemudian tumbuh kembali dan tanda-tanda kenampakan berulang seperti pada tingkat I. Pada jantan, perubahan histologis yang jelas adalah berkurangnya spermatozoa sehingga lumen nampak kosong, atau terlihat sisa-sisa sperma pada lumen. Keadaan yang terjadi berikutnya adalah identik dengan pada folikel betina.

Beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan gonad adalah usia organisme, suhu, hidrodinamika lautan, kuantitas dan kualitas makanan. Pada kondisi lingkungan dengan kuantitas dan kualitas makanan yang buruk, ukuran diameter cangkang bulu babi tidak hanya menjadi lebih kecil tetapi dapat juga mengalami pengurangan volume gonad. Tetapi apabila kondisi makanan baik, usia organisme menjadi faktor penting yang berpengaruh terhadap pertumbuhan gonad. Gonad akan bertumbuh lebih baik pada bulu babi yang berusia dewasa dibandingkan pada yang masih dalam taraf pertumbuhan (Martinez-Pita *et al.*, 2008). Lawrence (1987 dalam Muthiga and Mc.Clanahan, 2007) menyatakan bahwa *D. setosum* yang berukuran sangat besar menunjukkan kondisi gonad dengan aktifitas reproduksi yang berlangsung kecil.

Pertumbuhan ukuran gonad bulu babi tidak hanya terjadi akibat adanya gametogenesis yang menambah ukuran atau jumlah sel gamet, tetapi juga dipengaruhi oleh adanya sel-sel nutrisi atau nutrisi fagosit yang menyerap cadangan makanan sebelum gametogenesis dimulai (Walker *et al.*, 2007). Sel nutrisi ini akan menyerap protein yang kemudian akan digunakan dalam proses pembentukan gametogenesis, khususnya pada proses oogenesis (Unuma *et al.*, 2003).

Fertilisasi bulu babi terjadi di air, dimana air dimasukkan ke dalam kaki amburakral dan menyebabkan kaki itu menjulur. Fertilisasi terjadi secara eksternal, untuk memudahkan proses fertilisasi, bulu babi berkumpul dan

akan memijah pada waktu yang bersamaan. Waktu memijah sangat bervariasi, dapat terjadi pada waktu sore hari maupun malam hari (Lawrence, 2007). Dalam proses pemijahan, bulu babi jantan akan terlebih dahulu melepaskan sperma (warna putih susu) kemudian disusul oleh betina yang melepaskan ovum (warna kuning matang). Jumlah telur yang dilepaskan oleh betina pada saat proses pemijahan dapat mencapai jutaan. Telur yang telah terbuahi akan tumbuh menjadi larva plutea yang selanjutnya mengalami metamorfosis setelah berusia 5 - 6 minggu (Radjab, 2001).

### **E. Habitat Terumbu Karang**

Terumbu karang merupakan salah satu dari ekosistem-ekosistem pantai yang teramat produktif dan teramat beraneka-ragam. Ekosistem terumbu karang memberi manfaat langsung kepada manusia dengan menyediakan makanan, obat-obatan, bahan bangunan dan bahan lain. Lebih penting lagi, terumbu karang menopang kelangsungan hidup ekosistem-ekosistem lain di sekitarnya yang juga menjadi tumpuan hidup manusia. Terumbu karang memang unik sifatnya di antara asosiasi dan masyarakat biota laut. Terumbu ini dibangun seluruhnya oleh kegiatan biologik, dimana ia merupakan timbunan masif dari kapur  $\text{CaCO}_3$  yang terutama telah dihasilkan oleh hewan karang dengan tambahan penting dari alga berkapur dan organisme-organisme lain penghasil kapur (Nontji, 2005).

Bulu babi *D. setosum* adalah salah satu jenis yang terdistribusi secara luas di lautan Indo-Barat Pasifik, mulai dari Laut Merah dan pantai Timur Afrika, hingga ke Jepang dan Australia. *Diadema setosum* umumnya ditemukan di daerah terumbu karang atau substrat berbatu di daerah dangkal pada kedalaman 1 – 6 m. Hewan ini aktif mencari makan pada malam hari (*nocturnal*), sedangkan pada siang hari lebih banyak bersembunyi di celah-celah karang dan batu. *Diadema setosum* merupakan hewan omnivora dan pemakan detritus, mereka makan dengan cara mencerna substrat seperti pasir atau menggerus alga pada permukaan yang keras seperti karang (Yokes dan Galil, 2006).

Selain pemanfaatannya sebagai bahan pangan, bulu babi ini juga sangat berperan dalam kesetimbangan ekosistem habitatnya. Kesetimbangan populasi *D. antillarum* akan menjaga kesetimbangan populasi alga dan karang. Sedangkan kematian massal *D. antillarum* berdampak pada penurunan drastis tutupan karang, dan menurunnya kehadiran Invertebrata yang biasanya menetap di wilayah ini. Selain itu, terumbu karang dapat didominasi oleh alga. Pada tahun 1995 ternyata ditemukan bahwa populasi *D. antillarum* yang sangat sedikit (pemulihannya membutuhkan waktu lebih dari 10 tahun). Hilangnya induk menyebabkan jumlah larva juga sangat kurang. Meski telah mulai ada pemulihan *Diadema*, namun belum dapat diketahui apakah akan dapat mengembalikan terumbu karang yang hilang (Anonim, 2007).

## **F. Habitat Padang Lamun**

Lamun diketahui sebagai vegetasi yang padat di bawah laut dan menimbulkan adanya peningkatan permukaan substrat untuk alga dan fauna epifit. Sejumlah epifit makroalga dan diatomea bentik tumbuh pada daun lamun, dan permukaan daun sering ditutupi oleh epifit, epifauna dan detritus. Sebagai tempat berlindung dan substrat dari organisme, maka hal ini merupakan fungsi yang penting dari padang lamun. Adanya pembagian yang jelas dari lamun tentang daun, batang, rimpang dan akar menyebabkan meningkatnya keragaman dari mikrohabitat sehingga hal ini membuat dukungan terhadap keragaman fauna yang cukup tinggi, dimana mereka tidak memakan lamun secara langsung (Aswandy dan Azkab, 2000).

Padang lamun merupakan salah satu ekosistem yang penting di perairan dangkal. Selain berperan sebagai produsen primer, penangkap sedimen, pendaur zat hara, padang lamun juga berperan sebagai habitat biota laut lainnya. Di Indonesia terdapat sekitar 13 jenis lamun yang hidup tersebar pada lingkungan perairan laut dangkal seperti daerah pasang surut, estuari, di depan formasi hutan bakau, atau di belakang gugus terumbu karang. Di daerah uahari padang lamun biasanya merupakan formasi tersendiri dengan daerah penyebaran yang sangat luas (Aziz, 1995).

Ekosistem lamun merupakan habitat dari berbagai jenis fauna invertebrate, salah satunya adalah kelompok Ekinodermata yang merupakan kelompok biota penghuni lamun yang cukup menonjol, terutama dari kelas

Echinoidea (bulu babi). Kelompok Ekhinodermata ini dapat hidup menempati berbagai macam habitat seperti zona rata-rata terumbu, daerah pertumbuhan alga, padang lamun, koloni karang hidup dan karang mati dan beting karang (*rubbles* dan *boulders*) (Yusron, 2009)

Bulu babi dalam ekosistem padang lamun mempunyai peranan penting sebagai pemakan rumput laut (*grazing*), oleh karena itu bulu babi dapat membawa pengaruh terhadap struktur dan fungsi dari kebanyakan komunitas bentik pada ekosistem perairan pantai (Tertsching, 1989). Pada tahun-tahun belakangan ini, dari segi biologi populasi, bulu babi mendapat perhatian yang lebih dari biasanya, khususnya berhubungan dengan pengawasan terhadap kecepatan tumbuh, pertumbuhan dan degradasi populasi serta pengaruhnya terhadap populasi organisme yang lain (Edrus dan Andamari, 1998).

Di bagian utara Jepang, Kawamura (1973) melaporkan bulu babi, *Strongylocentrotus intermedius* memakan daun hijau lamun *Phyllospadix iwantensis* yang tumbuh di daerah dengan substrat karang. Lamun menduduki rangking kedua atau ketiga dalam rantai makanan dan kriteria frekuensi keterdapatannya, tetapi tersedia kurang dari 10% berat pada setiap bulu babi dewasa.

Bulu babi sebagai salah satu biota penghuni padang lamun, kerap kali ditemukan di daerah padang lamun campuran. Kondisi ini terutama disebabkan karena bulu babi tergantung kepada berbagai jenis lamun seperti



lamun dari marga *Thalassia*, *syringodium*, *Thalassodendron*, dan *Cymodocea*. Selain itu bulu babi juga lebih menyukai substrat yang agak keras, dimana substrat padang lamun campuran terutama terdiri dari campuran pasir dan pecahan karang (Aziz, 1995).

### **G. Aspek Lingkungan**

Bulu babi sangat baik hidup pada habitat yang dangkal baik pada ekosistem terumbu karang maupun daerah yang padang lamun. Daerah ini merupakan habitat yang baik bagi pertumbuhan bulu babi karena cukup banyaknya nutrient. Faktor lain yang mikrohabitat adalah suhu dan salinitas. Hewan ini akan mengalami kematian jika kenaikan suhu air laut yang terlalu tinggi dan salinitas yang terlalu rendah, bulu babi sangat baik hidup pada suhu optimum 25<sup>0</sup>C (Soemodiharjo, 1989).

Suhu dapat memberikan pengaruh terhadap perkembangan biota laut. Suhu dapat menjadi salah satu kunci yang berpengaruh pada siklus reproduksi, dimana suhu yang tinggi sangat diperlukan untuk pematangan dan pemijahan. Hal ini berakibat organisme pada daerah subtropik umumnya akan memijah pada waktu musim panas, sedangkan pada daerah tropis dapat lebih sering terjadi pemijahan selama sinar matahari menyediakan panas yang dibutuhkan oleh organisme. Demikian juga menurut Chen dan Chang (1981) *dalam* Lawrence (2007) menyatakan bahwa variasi reproduksi

yang terjadi pada bulu babi secara geografis dipengaruhi oleh adanya perbedaan suhu.

Avertebrata yang hidup di daerah tropis dapat memijah sepanjang tahun. Hal yang mempengaruhi pemijahan adalah suhu dan tersedianya makanan yang cukup. Bagi bulu babi jenis *D.setosum*, suhu 25<sup>0</sup>C merupakan suhu yang kritis. Di bawah suhu ini aktifitas reproduksi dapat terhambat dan di atas suhu 25<sup>0</sup>C, *D.setosum* dapat memijah sepanjang tahun (Sugiarto dan Supardi, 1995). Namun pengaruh suhu umumnya lebih berdampak pada organisme dewasa.

Salinitas sangat berkaitan erat dengan suhu. Kinne (1964 dalam Aziz, 1987) menyatakan bahwa suhu dapat mempengaruhi batas toleransi biota laut terhadap salinitas dan salinitaspun memiliki kombinasi efek yang sama terhadap suhu. Namun belum didapatkan suatu pengaruh kombinasi suhu dan salinitas terhadap kelompokn echinodermata. Bulu babi ini dapat ditemui mulai dari daerah intertidal sampai ke kedalaman 10 m dan merupakan penghuni sejati laut dengan batas toleransi salinitas antara 30 - 34‰.

Reproduksi bulu babi sangat menunjukkan keterkaitan dengan periode bulan. Jenis *D.setosum* di daerah Fiji akan memijah pada saat bulan baru (Coppard dan Campbel, 2005), sedangkan menurut Fox (1922) dan Randall (1964) menyatakan bahwa *D.setosum* bereproduksi pada saat bulan penuh (bulan purnama). Selain itu menurut Muthiga dan McClanahan (2007) mengatakan *D.setosum* ada yang memijah pada bulan purnama (Yoshida,

1952; Pearse, 1972), ada yang memijah pada bulan gelap (Kobayashi dan Nakamura, 1967) dan ada yang tidak menunjukkan periodesitas bulan (Stephenson, 1934; Mortensen, 1937; Pearse, 1986).

Sedimen adalah partikel-partikel yang diendapkan secara perlahan-lahan di dasar perairan, yang berasal dari pembongkaran batu-batuan dan potongan-potongan kulit (*shell*) serta sisa-sisa rangka dari organisme laut dengan ketebalan yang bervariasi (Hutabarat dan Evans, 2006).

Ukuran partikel sedimen dari masing-masing perairan berbeda. Nybakken (1992) menjelaskan bahwa di perairan yang arusnya kuat akan banyak ditemukan substrat berpasir karena partikel yang berukuran besar dapat mengendap lebih cepat, sedangkan partikel yang berukuran kecil akan terbawa jauh oleh gerakan arus dan gelombang.

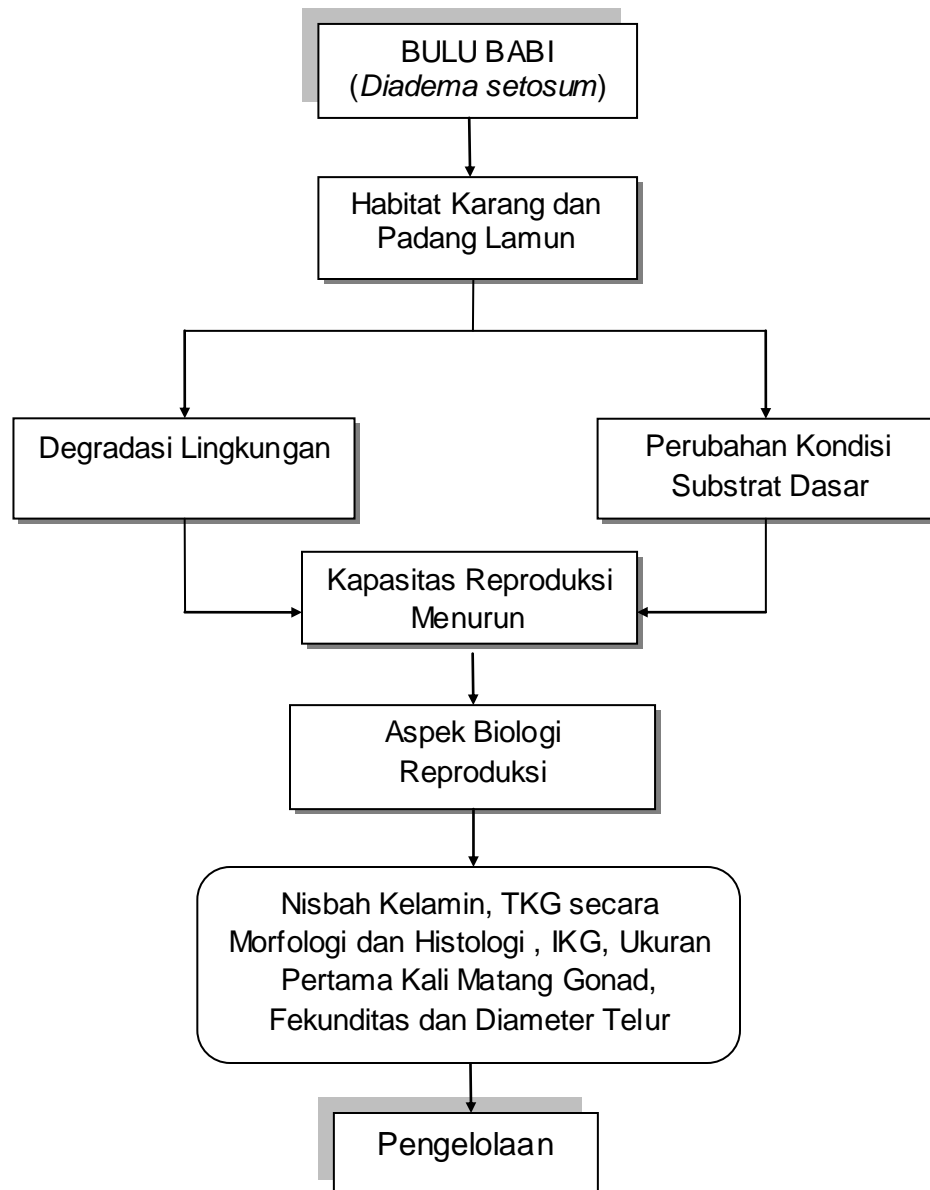
Menurut English *et al*, (1994) bahwa sedimen dasar suatu perairan cenderung didominasi oleh partikel tertentu misalnya pasir, lumpur, batu atau kerikil dengan ukuran yang berbeda. Untuk mengklasifikasikan jenis-jenis partikel sedimen tersebut digunakan skala Wentworth seperti Tabel 2.

Tabel 2. Skala Wentworth untuk pengklasifikasian berbagai jenis dan ukuran partikel sedimen.

No	Jenis Partikel Sedimen	Ukuran Butir Sedimen (mm)
1	Batu besar	> 256
2	Bokahan batu	256 - 64
3	Kerakal	64 - 4
4	Kerikil	4 - 2
5	Pasir sangat kasar	2 - 1
6	Pasir kasar	1 - 0,5
7	Pasir agak kasar	0,5 - 0,25
8	Pasir halus	0,25 - 0,125
9	Pasir sangat halus	0,125 - 0,062
10	Lanau	0,062 - 0,0039
11	Lempung	< 0,0039

## H. Kerangka Pikir

Adapun kerangka pikir penelitian ini disajikan dalam bentuk skema sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kerangka pikir penelitian