



UNIVERSITAS INDONESIA

**UJI ANTIFEEDANT EKSTRAK KASAR TERIPANG
Holothuria atra DAN *Bohadschia marmorata* TERHADAP IKAN
KARANG DI PERAIRAN PULAU PRAMUKA, KEPULAUAN
SERIBU, DKI JAKARTA**

SKRIPSI

**LULU MOULFIA TURSINA
0706264002**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI
DEPOK
JULI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**UJI ANTIFEEDANT EKSTRAK KASAR TERIPANG
Holothuria atra DAN *Bohadschia marmorata* TERHADAP IKAN
KARANG DI PERAIRAN PULAU PRAMUKA, KEPULAUAN
SERIBU, DKI JAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

**LULU MOULFIA TURSINA
0706264002**

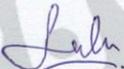
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
DEPARTEMEN BIOLOGI
DEPOK
JULI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Lulu Moulfia Tursina

NPM : 0706264002

Tanda Tangan: 

Tanggal : 13 JULI 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Lulu Moulfia Tursina
NPM : 0706264002
Program Studi : Biologi S1 Reguler
Judul Skripsi : Uji *Antifeedant* Ekstrak Kasar Teripang *Holothuria atra*
dan *Bohadschia marmorata* terhadap Ikan Karang di
Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi S1 Reguler, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr.rer.nat. Yasman, M.Sc. 

Pembimbing II : Drs. Wisnu Wardhana, M.Si. 

Penguji I : Dr.rer.nat. Mufti Petala Patria, M.Sc. 

Penguji II : Riani Widiarti, M.Si. 

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 13 Juli 2011

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Penulis menghaturkan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Ayah, mama, Ka Intan dan Mas Bayu yang dengan setia selalu mendoakan, mendukung, meluangkan waktu, memberikan semangat tiada henti.
2. Dr.rer.nat. Yasman, M.Sc. dan Drs. Wisnu Wardhana, M.Si. selaku Pembimbing I dan II yang telah dengan sabar membimbing dan memberi saran bagi penulis dalam penelitian dan penulisan skripsi ini. Terima kasih atas segala bimbingan, waktu, dukungan, semangat, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr.rer.nat. Mufti Petala Patria, M.Sc. dan Riani Widiarti, S.Si., M.Si. selaku Penguji I dan II yang telah memberikan saran, perbaikan-perbaikan, dukungan, dan doa kepada penulis untuk pembuatan dan perbaikan skripsi ini.
4. Dr. Nisyawati selaku Pembimbing Akademis atas segala dukungan, saran-saran, serta waktu yang selalu diberikan.
5. Dr. Anom Bowolaksono, M.Sc. selaku Koordinator Seminar, Dr.rer.nat. Mufti P. Patria, M.Sc. selaku Ketua Departemen Biologi FMIPA UI, Dra. Nining Betawati Prihantini, M.Sc. selaku Sekretaris Departemen, Dra. Titi Soedjiarti, S.U. selaku Koordinator Pendidikan, dan segenap staf pengajar atas ilmu pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis selama berada di Biologi. Terima kasih pula kepada Mbak Asri, Ibu Ida, Pa Taryana, Pa Taryono, Mas Dedi dan Mas Arif yang telah banyak saya repotkan selama penelitian ini.
6. Elwiena Maulida, partner penelitian yang selalu setia. Terimakasih atas semua semangat, kerja sama dan perhatian yang diberikan. “Kakak angkat”

tercinta Wanda Anggi yang selalu setia menemani penulis di kala susah maupun senang.

7. Sahabat RETAK yaitu Lafiza Fidina, Emira Paraditya dan Andita.
8. Sahabat terbaik Retno Ayu Setya Utami, Adela Novisa, Ratih Cempaka, R. Indah Kendarsari, Fajar Muhamad, Putri Rizky Amaliah, Tri Wahyuni, seluruh teman-teman di Laboratorium Taksonomi Biologi UI yang belum disebutkan di atas, dan semua BLOSSOM atas semua dukungan, semangat, perhatian, waktu, pengalaman, dan persaudaraan yang telah diberikan kepada penulis.
9. Irvan Maulana, atas segala waktu, doa, dukungan dan perhatian yang selalu diberikan kepada penulis selama penulisan skripsi ini.
10. Ratih Rimayanti, Nabila Chairunnisa, Januar Hakam, Subhan Haikal Ehsan dan Tomo 08, partner di Lab. Takso yang selalu setia memberikan semangat dalam penulisan skripsi ini.
11. Kakak-kakak LIGULA (Ka Heri, Ka Damar dan Ka Dosul) yang telah sangat membantu saya dan Wiena selama penelitian di lapangan.
12. Dosen Institut Pertanian Bogor program studi Ilmu Kelautan yakni Ibu Nevy, Pa Begin dan orang-orang Pulau Pramuka, meliputi Pa Aing, Pa Wakil, Bu Wakil, Mas Dedi dari TNKPS, Mas Bobby Zul dan rekan dari Elang Ekowisata, Mas Doni, dan seluruh pihak Restoran Nusa Keramba yakni Mas Aslan, Mas Kur, Koh Yohannes, Mas Kliwon.
13. Para alumni, senior dan junior Biologi UI, antara lain Ka Giri, Ryujin, Bang Kur, Ka Bojes, Ka Pandu, Ka Suriy, Ka Fuji, Ka Erna, Ka Ades, Hanum 08, Jane 08, Agha 08, dan seluruh Bio 2008 hingga 2010 dan seluruh pihak yang belum disebutkan satu persatu.

Penulisan menyadari skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, kritik dan saran demi peningkatan kualitas penulis di masa depan sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya ilmu kelautan.

Depok, 13 Juli 2011

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lulu Moulfia Tursina
NPM : 0706264002
Program Studi : Biologi Laut
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis karya : Skripsi

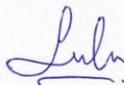
demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Uji *Antifeedant* Ekstrak Kasar Teripang *Holothuria atra* Dan *Bohadschia marmorata* Terhadap Ikan Karang Di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 13 Juli 2011
Yang menyatakan



(Lulu Moulfia Tursina)

ABSTRAK

Nama : Lulu Moulfia Tursina
Program studi : Biologi
Judul : Uji *Antifeedant* Ekstrak Kasar Teripang *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* terhadap Ikan Karang di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta

Penelitian eksperimental untuk menguji aktivitas *antifeedant* ekstrak kasar *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* terhadap ikan karang telah dilakukan di perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Konsentrasi ekstrak *H. atra* dan *B. marmorata* yang digunakan dalam penelitian adalah konsentrasi alaminya yakni sebesar 8 mg/ml dan 3,4 mg/ml. Analisis data hasil pengujian *antifeedant* selama 7 hari menggunakan uji jumlah-jenjang Wilcoxon menunjukkan bahwa ekstrak kasar *H. atra* dan *B. marmorata* memiliki aktivitas *antifeedant* terhadap ikan karang, meliputi *Neopomacentrus* sp., *Pomacentrus* sp., *Halichoeres* sp., *Siganus* sp., dan *Pentapodus* sp.

Kata kunci:
antifeedant, *Bohadschia marmorata*, ekstrak kasar, *Holothuria atra*, Pulau Pramuka

ABSTRACT

Name : Lulu Moulfia Tursina
Study Program: Biology
Title : Antifeedant Assay of Sea Cucumber *Holothuria atra* and *Bohadschia marmorata*'s Crude Extract on Reef Fishes at Pramuka Island Waters, Seribu Islands, DKI Jakarta

Field experiment was conducted to investigate the antifeedant activity of crude extract from sea cucumber *Holothuria atra* and *Bohadschia marmorata* against reef fishes at Pramuka Island Waters, Seribu Islands, DKI Jakarta. The concentration of crude extract of *H. atra* and *B. marmorata* used in the assay were 8 mg/ml and 3,4 mg/ml respectively. Data analysis using Wilcoxon's rank-sum test showed that crude extract of *H. atra* and *B. marmorata* has antifeedant activity against reef fishes, including *Neopomacentrus* sp., *Pomacentrus* sp., *Halichoeres* sp., *Siganus* sp., and *Pentapodus* sp.

Key words:
antifeedant, *Bohadschia marmorata*, crude extract, *Holothuria atra*, Pramuka Island Waters

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
1 PENDAHULUAN.....	1
2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Teripang	4
2.1.1 <i>Holothuria atra</i>	5
2.1.2 <i>Bohadschia marmorata</i>	6
2.2 Pertahanan diri teripang.....	7
2.3 Kandungan senyawa bioaktif teripang	8
2.4 <i>Antifeedant</i>	9
2.4.1 <i>Antifeedant</i> pada biota laut.....	10
2.4.2 Metode pengujian <i>antifeedant</i> pada avertebrata laut	12
3 METODE PENELITIAN	13
3.1 Lokasi dan waktu penelitian	13
3.2 Alat, bahan, dan cara kerja	13
3.2.1 Peralatan lapangan	13
3.2.2 Peralatan laboratorium	17
3.2.3 Bahan.....	17
3.2.4 Cara kerja	17
3.2.4.1 Pengambilan dan perlakuan sampel di lapangan	17
3.2.4.2 Ekstraksi	18
3.2.4.3 Kuantifikasi	20
3.2.4.4 Pembuatan pelet	21
3.2.4.5 Pengujian di lapangan	22
3.3 Analisis data	25
4 HASIL & PEMBAHASAN.....	26
4.1 Ekstraksi dan kuantifikasi.....	26
4.2 Pengujian <i>antifeedant</i>	29
4.3 Ikan karang pada lokasi pengujian	33

5 KESIMPULAN & SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran	36
DAFTAR REFERENSI	37



DAFTAR GAMBAR

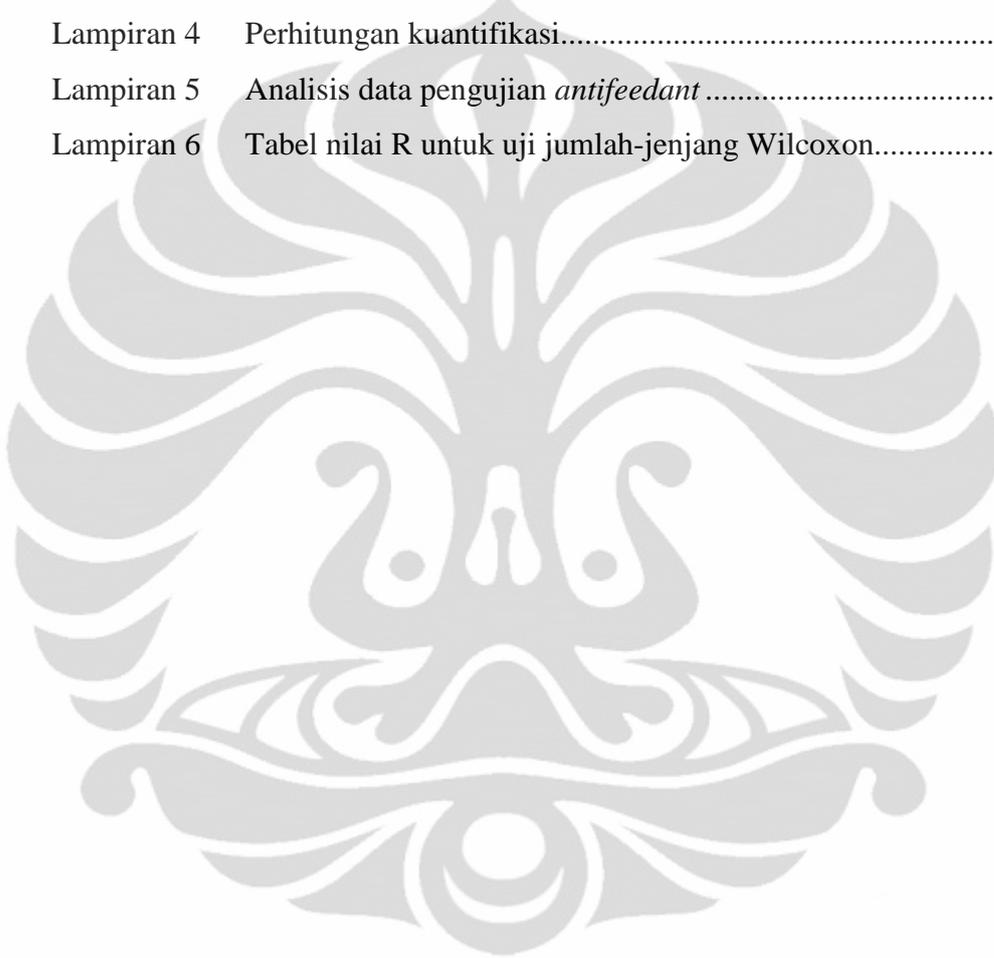
Gambar 2.1.1	<i>Holothuria atra</i>	6
Gambar 2.1.2	<i>Bohadschia marmorata</i>	7
Gambar 3.1(1)	Peta lokasi Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta	14
Gambar 3.1(2)	Peta lokasi pengambilan sampel teripang di Pulau Pari	15
Gambar 3.1(3)	Lokasi pengujian <i>antifeedant</i>	16
Gambar 3.2.4.2(1)	Standar warna ACE-Paint.....	19
Gambar 3.2.4.2(2)	Skema ekstraksi teripang.....	20
Gambar 3.2.4.4	Pelet kontrol dan uji	22
Gambar 3.2.4.5(1)	Pengujian di lapangan.....	23
Gambar 3.2.4.5(2)	Skema umum cara kerja penelitian.....	24
Gambar 4.1	Ekstrak kasar <i>B. marmorata</i> dan <i>H. atra</i>	27
Gambar 4.2.1	Ikan-ikan di lokasi pengujian.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 4.2(1)	Hasil pengamatan uji <i>antifeedant</i>	30
Tabel 4.2(2)	Analisis data uji <i>antifeedant</i> ekstrak kasar <i>H. atra</i> dan <i>B.marmorata</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Komposisi Nutrijell.....	43
Lampiran 2	Komposisi pelet ikan laut komersil.....	43
Lampiran 3	Warna ekstrak kasar berdasarkan standar warna ACE-Paint	44
Lampiran 4	Perhitungan kuantifikasi.....	45
Lampiran 5	Analisis data pengujian <i>antifeedant</i>	46
Lampiran 6	Tabel nilai R untuk uji jumlah-jenjang Wilcoxon.....	48



BAB 1 PENDAHULUAN

Organisme laut memiliki berbagai mekanisme pertahanan diri untuk bertahan hidup, yaitu secara tingkah laku (kriptik dan nokturnal), fisik (*sclerites*, pengerasan permukaan tubuh) dan secara kimiawi (*chemical defense*) dengan menggunakan substansi kimia (Murniasih 2005: 19--20). Sebagian besar organisme laut yang memiliki tubuh lunak, pergerakan lambat bahkan tidak bergerak (sesil) dan tidak memiliki sistem pertahanan fisik, akan mengembangkan mekanisme pertahanan diri menggunakan substansi kimia. Hal tersebut dilakukan dengan cara memproduksi metabolit sekunder. Harper *dkk.* pada tahun 2001 (*lihat* Murniasih 2005: 20) menyatakan bahwa metabolit sekunder diproduksi oleh organisme sebagai respon terhadap lingkungannya, antara lain untuk mencegah infeksi bakteri dan radiasi sinar ultraviolet, sebagai *antifouling* (anti penempelan) serta sebagai pertahanan diri organisme tersebut dari predator.

Salah satu organisme laut yang menghasilkan metabolit sekunder adalah teripang (Rajakumar & Ebanasar 2008: 1). Teripang (Holothuroidea, Echinodermata) merupakan kelompok organisme laut dengan pertahanan fisik tidak menonjol, bertubuh lunak, dan memiliki pergerakan lambat. Hal tersebut menyebabkan teripang rentan dimangsa oleh predator. Predator teripang, antara lain ikan, hanya memangsa sebagian dari tubuh teripang dan menolak untuk memangsa seluruh bagian tubuh (Francour 1997: 53). Hal tersebut menimbulkan asumsi bahwa teripang menghasilkan senyawa metabolit sekunder sebagai mekanisme pertahanan diri secara kimiawi (Dyck *dkk.* 2010: 174).

Penelitian mengenai senyawa metabolit sekunder dari teripang telah banyak dilakukan, namun sebagian besar penelitian hanya memfokuskan dari segi farmakologis untuk manusia. Careaga (2009: 64) melaporkan bahwa senyawa metabolit sekunder dari ekstrak teripang *Psolus patagonicus* memiliki fungsi sebagai antijamur, antivirus, hemolisis, sistem kekebalan tubuh, sitotoksik pada tahap embriogenesis awal dan antitumor. Kustiariyah (2006: 21) melaporkan bahwa senyawa metabolit sekunder dari ekstrak *Holothuria scabra* dapat berfungsi sebagai antioksidan yang dapat membantu mengurangi kerusakan sel

dan jaringan tubuh. Selain memiliki efek farmakologi, senyawa metabolit sekunder pada teripang diketahui pula memiliki fungsi ekologis. Menurut Pawlik (1993: 1911) fungsi ekologis yang paling umum dari suatu senyawa metabolit sekunder yaitu sebagai *antifeedant* atau *predator deterrence*. Selain itu, senyawa metabolit sekunder juga dapat mencegah penempelan (*antifouling*), penghambat pertumbuhan dan pelindung radiasi ultraviolet.

Teripang dari Suku Holothuriidae banyak terdapat di perairan Indonesia. Teripang yang tergolong ke dalam Suku Holothuriidae adalah *Actinopyga*, *Bohadschia*, *Labidodemas*, dan *Holothuria* (Arnold & Birtles 1989: 227). Penelitian mengenai senyawa metabolit sekunder teripang pernah dilakukan di Indonesia oleh Kustiariyah (2006), Albuntana (2010) dan Suriyanto (2010). Penelitian Kustiariyah (2006: 67) yang dilakukan menggunakan sampel teripang dari Balai Budidaya Laut di Lampung menunjukkan bahwa ekstrak teripang *Holothuria scabra* mengandung senyawa steroid yang dapat berfungsi sebagai aprodisiaka alami, anti kapang dan anti bakteri. Albuntana dan Suriyanto pada tahun 2010 melakukan penelitian mengenai uji toksisitas ekstrak teripang dari Kepulauan Seribu terhadap larva *Artemia salina* menggunakan uji *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Hasil penelitian Albuntana (2010: 31) dan Suriyanto (2010: 34) menunjukkan bahwa ekstrak kasar teripang *Bohadschia marmorata* dan *Holothuria atra* di Kepulauan Seribu terbukti bersifat aktif (toksik) terhadap uji BSLT dengan nilai LC_{50} sebesar 77,063 $\mu\text{g/ml}$ dan 175 $\mu\text{g/ml}$.

Senyawa metabolit sekunder dari teripang sering diasumsikan memiliki fungsi ekologis untuk pertahanan diri dari predator, yaitu sebagai *antifeedant* (Pawlik 1993: 1991). Namun demikian, penelitian yang membuktikan asumsi tersebut masih jarang dilakukan. Anggota Filum Echinodermata lain yang sudah diketahui memiliki senyawa *antifeedant* adalah bintang laut. McClintock *dkk.* (2005: 619) melaporkan bahwa potongan tubuh dan ekstrak dari *Granaster nutrix* dan *Neosmilaster georgianus* di Semenanjung Antartika, bersifat *antifeedant* terhadap predator kedua spesies tersebut yaitu *Odontaster validus*.

Menurut Schupp (2000: 19), peranan ekologis dari metabolit sekunder pada invertebrata laut perlu diteliti lebih lanjut, terutama sebagai pertahanan kimiawi hewan tersebut. Penelitian mengenai fungsi ekologis dari senyawa

metabolit sekunder teripang di Indonesia belum banyak dilakukan. Hasil penelitian Albuntana (2010: 31) dan Suriyanto (2010: 34) mengenai uji toksisitas dari ekstrak kasar teripang *H. atra* dan *B. marmorata* menunjukkan bahwa dua spesies tersebut terbukti bersifat aktif (toksik) melalui uji BSLT. Akan tetapi, penelitian mengenai aktivitas *antifeedant* dari ekstrak kasar *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* dari Kepulauan Seribu belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, tujuan penelitian adalah menguji apakah ekstrak kasar dari *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* berperan sebagai *antifeedant* terhadap ikan karang. Hasil penelitian yang diperoleh diharapkan dapat menambah data penelitian mengenai fungsi ekologis dari ekstrak kasar teripang di Indonesia dan khususnya Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Hipotesis penelitian adalah ekstrak kasar dari *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* dapat berperan sebagai *antifeedant* terhadap ikan karang.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teripang

Teripang atau sering disebut juga timun laut merupakan hewan dari Filum Echinodermata yang bertubuh lunak dan memiliki bentuk tubuh bervariasi. Bentuk tubuh teripang pada umumnya adalah bulat memanjang (*elongated cylindrical*) dari mulut ke anus, sedangkan bentuk lainnya yaitu membulat, silindris atau segi empat. Menurut Barnes tahun 1963 (*lihat* Suhanda 2001: 5), sebagian besar teripang berwarna hitam, coklat, coklat keabuan atau kehijauan, tetapi ada pula yang berwarna jingga atau ungu, bahkan memiliki pola bergaris.

Teripang memiliki kaki tabung (*tube feet*) pada seluruh permukaan tubuhnya, namun dengan fungsi yang berbeda-beda. Pergerakan teripang dilakukan dengan menggunakan kaki tabung, disebut pedisel, yang terletak pada bagian ventral tubuhnya. Sebagai indra peraba, teripang menggunakan kaki tabung, disebut papilla, yang terletak pada bagian dorsal tubuhnya (Darsono 1998: 2). Kaki tabung pada bagian mulut bermodifikasi menjadi tentakel bercabang. Tentakel tersebut dapat menjulur pada ujung anterior dan digunakan untuk mengambil makanan berupa detritus dan plankton yang berada di sekitarnya. Pada beberapa jenis teripang, tentakel dilapisi oleh mukus lengket yang berfungsi untuk memerangkap partikel makanan dari suspensi (Pechenik 1996: 462; Castro & Huber 2010: 144). Aziz (1996: 43) menyatakan bahwa terdapat dua macam cara makan pada teripang, yaitu pemakan endapan (*deposit feeder*) dan pemakan materi tersuspensi (*suspension feeder*).

Secara morfologi, perbedaan antara jantan dan betina pada teripang tidak jelas. Umumnya teripang berkelamin terpisah (*dioceus*), bereproduksi secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual pada teripang dilakukan dengan cara membelah tubuh menjadi dua bagian (*fission*). Masing-masing bagian kemudian akan tumbuh menjadi individu yang normal. Reproduksi seksual dilakukan secara eksternal di kolom air laut yaitu dengan melepaskan sel kelamin jantan dan betina

ke dalam kolom air laut sehingga terjadi pembuahan (Darsono 1998: 2; Castro & Huber 2010: 145).

Identifikasi teripang dapat dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi secara makroskopis dilakukan dengan cara mengamati morfologi teripang yaitu variasi warna, bentuk tubuh, ada tidaknya gigi anal, ada tidaknya kaki tabung, kelenjar getah dan organ cuverian. Identifikasi mikroskopis dilakukan dengan pengamatan spikula yang terdapat pada bagian dalam kulit teripang. Hal tersebut karena spikula pada setiap jenis teripang memiliki bentuk yang khas dan berbeda antara satu jenis dengan jenis lainnya. Pengamatan spikula juga dapat berfungsi sebagai petunjuk identifikasi pada tingkat marga dan jenis (Darsono 1998: 4). Klasifikasi teripang menurut Arnold & Birtles (1989: 227) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*
Phylum : *Echinodermata*
Class : *Holothuroidea*
Order : *Aspidochirotida*
Family : *Holothuriidae*
Genus : *Bohadschia*
Holothuria

2.1.1 *Holothuria atra*

Holothuria atra merupakan salah satu jenis teripang yang memiliki daerah persebaran terluas di wilayah Indo-Pasifik barat. *Holothuria atra* termasuk ke dalam Famili Holothuriidae yang merupakan salah satu famili yang banyak terdapat pada daerah litoral perairan Indonesia. *Holothuria atra* memiliki ukuran tubuh bervariasi hingga 60 cm dan berat tubuh maksimal 2000 gr. *Holothuria atra* tergolong ke dalam teripang yang aktif pada siang hari untuk mencari makan (Bandaranayake & Rocher 1999: 166). *Holothuria atra* dapat memakan karang mati yang memiliki ukuran hingga 2 cm (Bakus 1973: 338).

Menurut Bonham dan Held tahun 1963 (*lihat Bakus 1973: 337*), *H. atra* dapat hidup pada suatu perairan yang memiliki kisaran temperatur 31,1--39,4° C. Warna tubuh *H. atra* umumnya hitam dengan sebagian besar permukaan tubuh yang tertutup oleh pasir (Bandaranayake & Rocher 1999: 163). Menurut Yusron (2004: 126), *H. atra* sengaja menempeli diri dengan pasir untuk menghindari tubuh mereka dari cahaya sinar matahari. Pasir tersebut akan memantulkan cahaya matahari dan membuat suhu tubuh teripang lebih rendah.



Gambar 2.1.1 *Holothuria atra*

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

2.1.2 *Bohadschia marmorata*

Bohadschia marmorata merupakan jenis teripang yang memiliki daerah persebaran dari Laut Merah hingga Australia, termasuk Filipina, bagian selatan Jepang dan Indonesia (Ahmed 2009: 57). *Bohadschia marmorata* memiliki bentuk tubuh silindris atau membulat. Secara umum, tubuh *B. marmorata* memiliki warna kekuningan pada bagian ventral dan kecoklatan hingga krem pada bagian dorsal. Pada bagian dorsal tubuh *B. marmorata* terdapat banyak titik-titik kecil berwarna coklat yang tersebar merata (Ahmed 2009: 57). *Bohadschia marmorata* seringkali pula memiliki bercak coklat pada bagian dorsal yang memiliki ukuran dan sebaran yang tidak rata (Cannon & Silver 1986: 21). Secara umum, *B. marmorata* dapat ditemukan di daerah karang yang berpasir dan daerah karang mati (Castillo 2006: 4).



Gambar 2.1.2 *Bohadschia marmorata*

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

2.2 Pertahanan Diri Teripang

Teripang merupakan hewan yang memiliki pergerakan lambat dan hampir tidak memiliki struktur fisik yang menonjol, seperti duri atau cangkang kapur. Oleh sebab itu, teripang memerlukan mekanisme pertahanan diri terhadap predator. Menurut Francour (1997: 52), predator umum dari teripang antara lain ikan, kelompok kepiting, dan bintang laut. Mekanisme pertahanan teripang terjadi secara mekanik dan kimiawi. Mekanisme pertahanan secara mekanik antara lain dengan cara penebalan atau pengerasan dinding tubuh, autotomi, membenamkan diri ke dalam pasir, bersembunyi di bawah batu/karang, mengeluarkan organ cuverian (*cuverian tubules*) dan eviserasi (Bingham & Braithwaite 1986: 311).

Tubulus cuverian dapat ditemukan pada beberapa spesies dari Famili Holothuriidae. Pengeluaran organ cuverian dalam bentuk benang yang sangat lengket dapat dijumpai pada beberapa spesies teripang, seperti *Holothuria leucospilota*. Pengeluaran umumnya langsung terjadi setelah adanya gangguan dan jumlah organ cuverian yang dikeluarkan sesuai dengan intensitas gangguan yang diberikan. Eviserasi adalah pengeluaran organ dalam dari tubuh teripang yang dilakukan melalui anus atau mulut (Castillo 2006: 2; Castro & Huber 2010: 144). Mekanisme pertahanan teripang secara kimiawi dilakukan dengan cara menghasilkan senyawa metabolit sekunder pada dinding tubuh dan organ dalam (*viscera*) (Dyck *dkk.* 2010: 174).

Teripang diketahui pula dapat mengeluarkan cairan berwarna setelah diberikan gangguan, seperti pada *Holothuria atra*. Cairan tersebut dianggap

bersifat toksik bagi predator dan hewan lainnya (Bakus 1973: 354). Berbeda dengan *H. atra*, *Bohadschia marmorata* akan melengkungkan tubuh dan mengeluarkan tubulus cuverian dari anus ketika diberikan gangguan. Tubulus cuverian yang dikeluarkan akan diarahkan menuju arah datangnya rangsangan/gangguan (Castillo 2006: 6).

2.3 Kandungan Senyawa Bioaktif Teripang

Voloshko pada tahun 2008 (*lihat* Andirisananti 2009: 11) menyatakan bahwa senyawa bioaktif merupakan senyawa hasil metabolisme sekunder yang tidak memegang peranan penting bagi metabolisme organisme yang bersangkutan. Senyawa bioaktif yang paling umum ditemukan terkandung dalam teripang adalah triterpen glikosida. Selain itu, ditemukan pula senyawa lain yaitu fucan sulphate A-B (Kariya *dkk.* 2004: 1339), fucosylated chondroitin sulphate (Wu *dkk.* 2010: 7), philinopside A-B-E, fuscocineroside C, hillaside C, dan intercedencide D-I (Mayer & Gustafson 2008: 2373--2374). Penelitian terdahulu telah menemukan pula kandungan berbagai jenis saponin di dalam teripang. *Holothuria atra* diketahui mengandung saponin jenis holothurin A, holothurin A₂, holothurin B, holothurin B₁ dan holothurin B₂ dan *Bohadschia marmorata* diketahui mengandung saponin jenis 17-hydroxy impatienside A, 25-acetoxy bivittoside D, bivittoside C dan D, serta marmoratoside A dan B (Caulier *dkk.* 2011: 50).

Senyawa bioaktif pada teripang telah banyak diteliti secara farmakologis. Penelitian Hua *dkk.* (2009: 622) menyatakan bahwa triterpen glikosida yang diisolasi dari *Holothuria scabra* mampu melawan pertumbuhan beberapa jenis fungi, yaitu *Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*, *Candida pseudotropicalis*, *Trichophyton rubrum*, *Fonsecaea compacta*, *Aspergillus fumigatus*, dan *Microsporum gypseum*. Triterpen glikosida juga diketahui dapat berfungsi sebagai anti tumor dan anti kanker. Senyawa triterpen glikosida disulfat yaitu patagonicoside A yang diisolasi dari teripang *Psolus patagonicus* menunjukkan kemampuan sebagai anti proliferasi pada *cell line* 3 tumor (Hep3B, MDA-MB231 and A549). Hasil penelitian Roginsky *dkk.* pada tahun 2005 (*lihat* Careaga 2009: 64), menunjukkan bahwa frundoside A (triterpen pentaglikosida

monosulfat) yang diisolasi dari teripang *Cucumaria frondosa* dapat menghambat pertumbuhan sel kanker pankreas dan menginduksi terjadinya apoptosis secara *in vivo* dan *in vitro*.

Senyawa bioaktif teripang diketahui dapat berfungsi pula sebagai *antifouling*. Hal tersebut telah diteliti oleh Selvin & Lipton pada tahun 2004 dari ekstrak *Holothuria scabra* dengan hewan uji berupa gastropoda *Patella vulgata*. Hasil penelitian Selvin & Lipton (2004: 252) menunjukkan bahwa ekstrak *H. scabra* dapat mencegah terjadinya penempelan “kaki” *Patella vulgata* pada cawan petri (*petri plate*) yang telah diisi dengan 1 ml ekstrak *H. scabra* dan sepertiga bagian lainnya dengan air laut. Konsentrasi ekstrak *H. scabra* yang paling efektif untuk mencegah terjadinya penempelan yaitu 4,2--6,5 mg/ml. Hasil penelitian lain mengenai *antifouling* dari senyawa bioaktif teripang juga ditunjukkan oleh Mokashe *dkk.* tahun 1994 (*lihat* Selvin & Lipton 2004: 252) menggunakan ekstrak teripang *H. leucospilota*. Ekstrak *H. leucospilota* secara efektif, terbukti dapat mencegah pertumbuhan *biofilm* pembentuk diatom *Navicula subinflata* dan *N. crucicula*.

2.4 Antifeedant

Fungsi lain yang umum dari senyawa bioaktif pada invertebrata, termasuk teripang adalah sebagai *antifeedant*. Penelitian mengenai keberadaan dan potensi senyawa *antifeedant* telah diteliti oleh para ilmuwan sejak tahun 1930. Menurut Miles *dkk.* tahun 1985 (*lihat* Mayanti *dkk.* 2006: 1), senyawa *antifeedant* merupakan suatu zat kimia yang apabila diujikan terhadap predator akan menghentikan aktivitas makan predator tersebut secara sementara atau permanen, tergantung oleh potensi dari zat tersebut. Mayanti *dkk.* (2006: 1) juga menyatakan bahwa *antifeedant* pada tumbuhan adalah substansi pengubah perilaku makan pada serangga yang terjadi melalui reaksi langsung pada organ perasa (*peripheral sensilla*).

Suatu senyawaan atau zat pada organisme dapat dikatakan sebagai *antifeedant* jika memiliki rasa yang tidak enak (pahit) atau mengandung racun (Bakus *dkk.* 1986: 955). Senyawaan yang memiliki rasa pahit masih dapat

ditolerir oleh predator sehingga predator tetap memakan organisme yang mengandung senyawaan tersebut. Contoh senyawaan tersebut adalah alkaloid. Senyawaan yang mengandung racun sebagian besar tidak dapat ditolerir oleh predator sehingga predator sama sekali tidak akan mendekati organisme yang mengandung senyawaan tersebut. Senyawaan yang mengandung racun dapat berupa senyawa yang memiliki rasa tidak enak maupun tidak memiliki rasa tertentu. Contoh senyawaan yang mengandung racun dan memiliki rasa pahit adalah saponin, sedangkan contoh senyawa yang mengandung racun namun tidak pahit adalah triterpene sianida yang terdapat pada mantel *nudibranch Phyllidia elegans* [Yasman, komunikasi pribadi, 1 Maret 2011]. Hasil penelitian Carubba & Torre (2003: 1) terhadap spesies-spesies tumbuhan dari 20 familia yang berbeda menunjukkan bahwa sebagian besar senyawaan bersifat *antifeedant* yang diisolasi dari tumbuhan-tumbuhan tersebut termasuk ke dalam gugus alkaloid, sesquiterpene dan diterpene.

Penelitian *antifeedant* yang telah banyak dilakukan adalah mengenai senyawa *antifeedant* dari tumbuhan tingkat tinggi terhadap serangga atau predator lainnya. Srivastava (2001: 71) melakukan penelitian *antifeedant* dari tumbuhan *inflorescence Piper mullesua* terhadap larva serangga *Spilarctia obliqua*. Hasil penelitian Srivastava (2001: 71) menunjukkan bahwa senyawa sesamin dari *P. mullesua* 70% bersifat *antifeedant* terhadap larva *S. obliqua*. Penelitian *antifeedant* dari tumbuhan juga dilakukan oleh Flores *dkk.* pada tahun 2008 dengan menggunakan ekstrak kasar tumbuhan dari Famili Fabaceae yaitu *Gliricidia sepium*. Hasil penelitian Flores *dkk.* (2008: 2099) menunjukkan bahwa ekstrak kasar dari *G. sepium* bersifat *antifeedant* terhadap serangga *Bemisia tabaci* (Homoptera).

2.4.1 *Antifeedant* Pada Biota Laut

Penelitian mengenai *antifeedant* dari organisme laut yang telah dilakukan oleh para peneliti umumnya berasal dari organisme laut invertebrata. Hal tersebut karena sebagian besar invertebrata laut memiliki tubuh yang lunak, pergerakan lambat atau bahkan tidak bergerak sama sekali (sesil) serta tidak memiliki

pertahanan fisik yang menonjol. Penelitian *antifeedant* yang telah dilakukan antara lain yaitu *antifeedant* dari *Aplysia* oleh Kinnel (1979); spons oleh Kubanek (2000); *pteropod* oleh Bryan *dkk.*(1995) serta *ascidian* dan *gorgonian* oleh Schupp (2000). Penelitian Kinnel (1979: 3579) menunjukkan bahwa senyawa *brasilenyne* dan *cis-dihydrorhodophytin* dari *Aplysia brasiliiana* bersifat *antifeedant* terhadap *Xiphophorus helleri* (*swordtail fish*).

Penelitian mengenai *antifeedant* terhadap ikan juga dilakukan oleh Kubanek (2000) dengan menggunakan ekstrak kasar dari spons *Erylus formosus*. Hasil penelitian *antifeedant* oleh Kubanek (2000: 71) menunjukkan bahwa ekstrak kasar dari *Erylus formosus* mengandung triterpen glikosida yang dapat berperan sebagai senyawa *antifeedant* terhadap ikan *Thalassoma bifasciatum*, baik melalui pengujian di akuarium ataupun lapangan. Penelitian *antifeedant* juga dilakukan oleh Bryan *dkk.*(1995) menggunakan *pteropod* antartika *Clione antarctica*. Hasil penelitian Bryan *dkk.*(1995: 274) menunjukkan bahwa *pteropod* mengandung senyawa *pteroenone* yang bersifat *antifeedant* terhadap ikan *Pagothenia borhgrevinki* dan *Pseudotrematomas bernacchii*, yang merupakan ikan Antartika pemakan plankton. Pawlik *dkk.*pada tahun 1987 (*lihat* Schupp 2000: 20) melakukan uji *antifeedant* dengan menggunakan ekstrak kasar dari 37 spesies *gorgonian*. Hasil pengujian *antifeedant* tersebut menunjukkan bahwa 19 dari 37 ekstrak kasar bersifat *antifeedant* terhadap ikan *Thalassoma bifasciatum*, meskipun konsentrasi ekstrak yang diberikan tidak mewakili konsentrasi alami yang terdapat dalam individu *gorgonian*. Beberapa ekstrak yang berhasil menunjukkan sifat *antifeedant* bahkan diberikan dalam konsentrasi lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasinya.

Penelitian mengenai *antifeedant* pada Filum Echinodermata terutama teripang masih sangat jarang dilakukan. Penelitian terdahulu mengenai *antifeedant* dari Filum Echinodermata yang pernah dilakukan oleh McClintock *dkk.*(2005) dari bintang laut *Granaster nutrix* dan *Neosmilaster georgianus* di Semenanjung Antartika. Penelitian McClintock *dkk.*(2005: 619) menunjukkan bahwa potongan tubuh dan ekstrak dari *G. nutrix* dan *N. georgianus* bersifat *antifeedant* terhadap predator kedua spesies tersebut yaitu *Odontaster validus*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan pula bahwa bintang laut *G. nutrix* dan *N.*

georgianus memiliki senyawa metabolit sekunder yang berperan sebagai pertahanan diri terhadap predator.

2.4.2 Metode Pengujian *Antifeedant* Pada Avertebrata Laut

Metode untuk pengujian *antifeedant* dapat dilakukan di akuarium dan lapangan. Pengujian *antifeedant* di akuarium dilakukan jika bahan uji yang tersedia hanya sedikit, sedangkan jika bahan uji tersedia banyak maka dapat dilakukan pengujian di lapangan. Metode pengujian *antifeedant* dilakukan dengan cara mencampurkan ekstrak sampel dan senyawa yang akan diujikan ke dalam bentuk makanan uji, yaitu berupa pelet untuk ikan. Campuran lilin parafin, karaginan dan makanan ikan komersil juga diperlukan dalam pembuatan pelet (Schupp 2000: 69). Selanjutnya, makanan uji dan kontrol diberikan kepada predator dari hewan sampel. Konsentrasi ekstrak pada makanan uji dibuat dalam konsentrasi alami sebagaimana konsentrasi ekstrak saat di alam. Konsentrasi tersebut dapat ditentukan dari berat kering atau volume hewan tersebut.

Predator yang umum digunakan sebagai hewan uji pada uji *antifeedant* dari organisme laut adalah ikan. Hal tersebut karena ikan dapat memberikan respons yang cepat pada percobaan makan (*feeding experiments*) dan merupakan konsumen yang penting bagi daerah bentik (Pawlik 1993: 1912). Hewan uji lain yang dapat digunakan pada uji *antifeedant* adalah bulu babi dan bintang laut. Hal tersebut karena bulu babi dan bintang laut termasuk ke dalam kelompok predator bagi spons, karang, ascidia dan beberapa jenis teripang (Francour 1997: 52).

BAB 3

METODE PENELITIAN

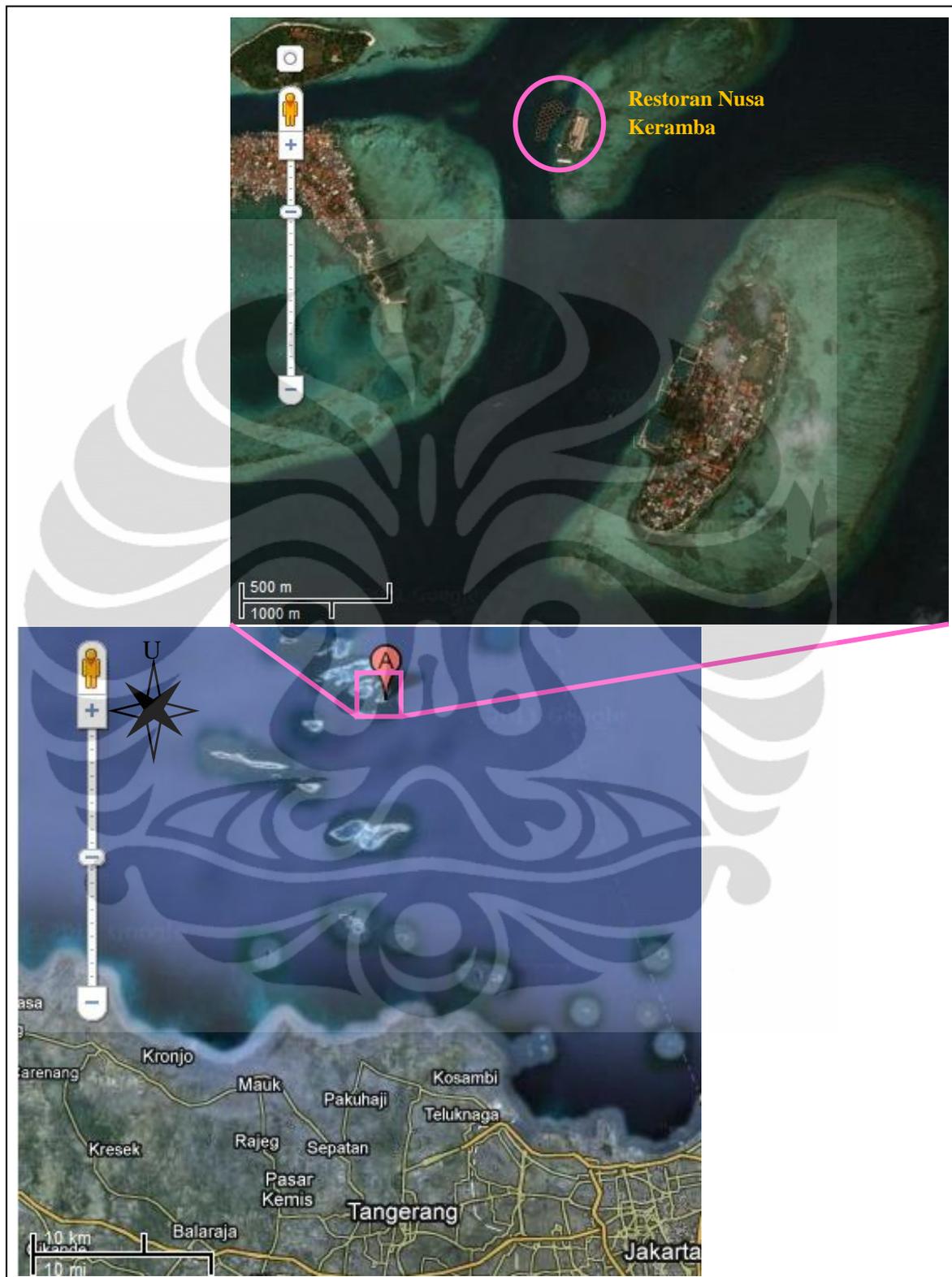
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Taksonomi Hewan Departemen Biologi FMIPA UI dan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta (Gambar 3.1 (1)). Penelitian berlangsung selama kurang lebih 4 bulan, yaitu dari bulan Februari hingga Mei 2011. Pembuatan ekstrak dan makanan ikan dilakukan di Laboratorium Taksonomi Hewan Departemen Biologi FMIPA UI, sedangkan pengambilan sampel teripang *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* dilakukan di PulauPari (Gambar 3.1 (2)). Pengujian *antifeedant* dilakukan di perairan Pulau Pramuka dengan memanfaatkan kubah (*dome*) *biorock* yang terletak pada kedalaman 3--4 m di bawah dermaga Restoran Nusa Keramba, Pulau Pramuka (Gambar 3.1 (3)). Restoran Nusa Keramba, Pulau Pramuka terletak pada koordinat 5°44'18,57,5" LS dan 106°36'32,78" BT.

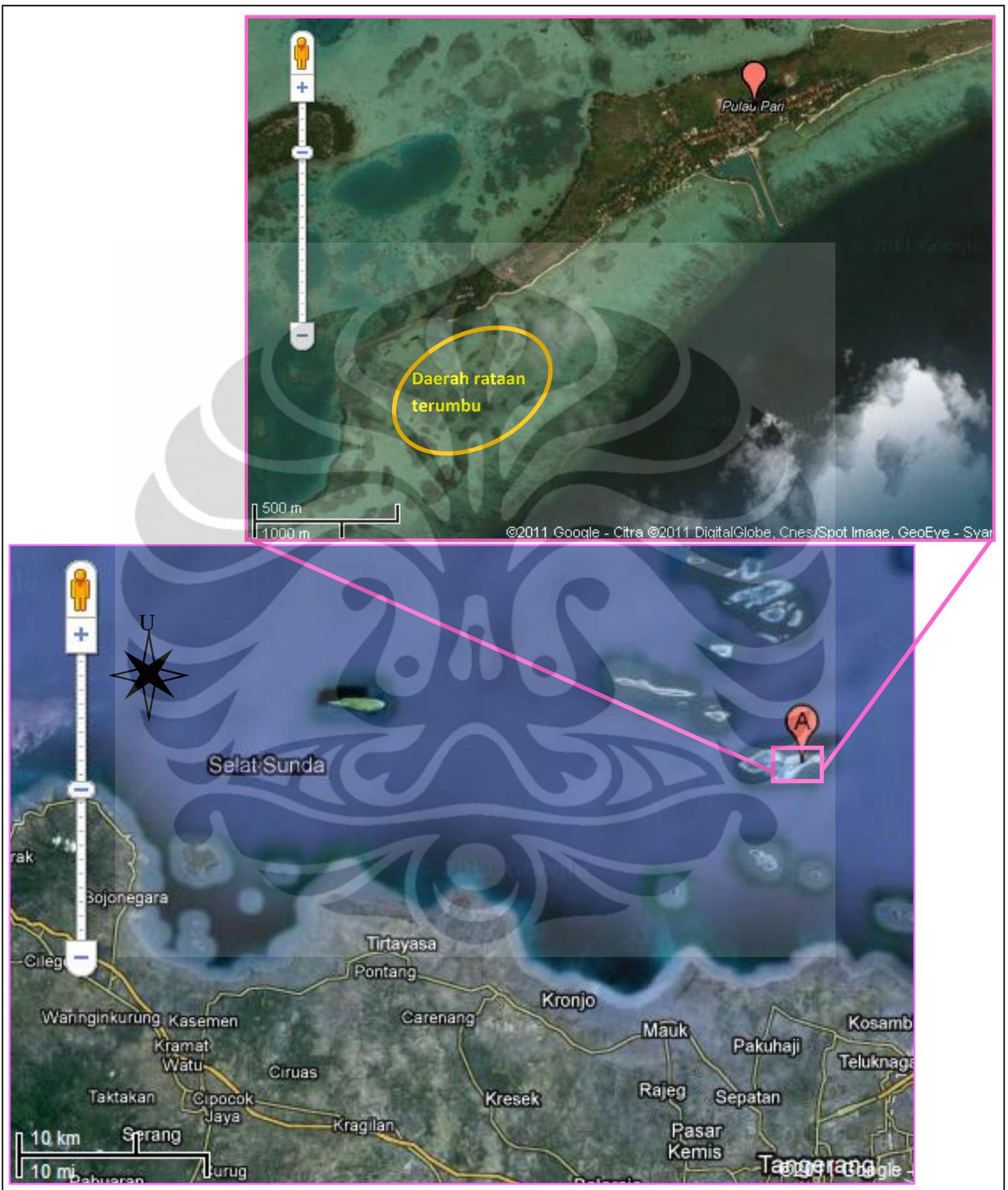
3.2 Alat, Bahan, dan Cara Kerja

3.2.1 Peralatan Lapangan

Peralatan yang digunakan di lapangan antara lain perlengkapan *snorkeling* (*masker*, *snorkel*, dan *fins*), peralatan menyelam (tabung udara, BCD, regulator, *weight belt*), kamera digital [Olympus μ Tough] dan [Canon A640], bak pelampung (*buoy*), baki plastik, *dissecting set*, kantung *zip-lock*, botol sampel kaca (*toples*), ceret ukur plastik, sarung tangan karet, label tempel, alat tulis, *cutter*, penggaris, *coolbox*, *container box*, botol plastik, peniti dan tali propilen.

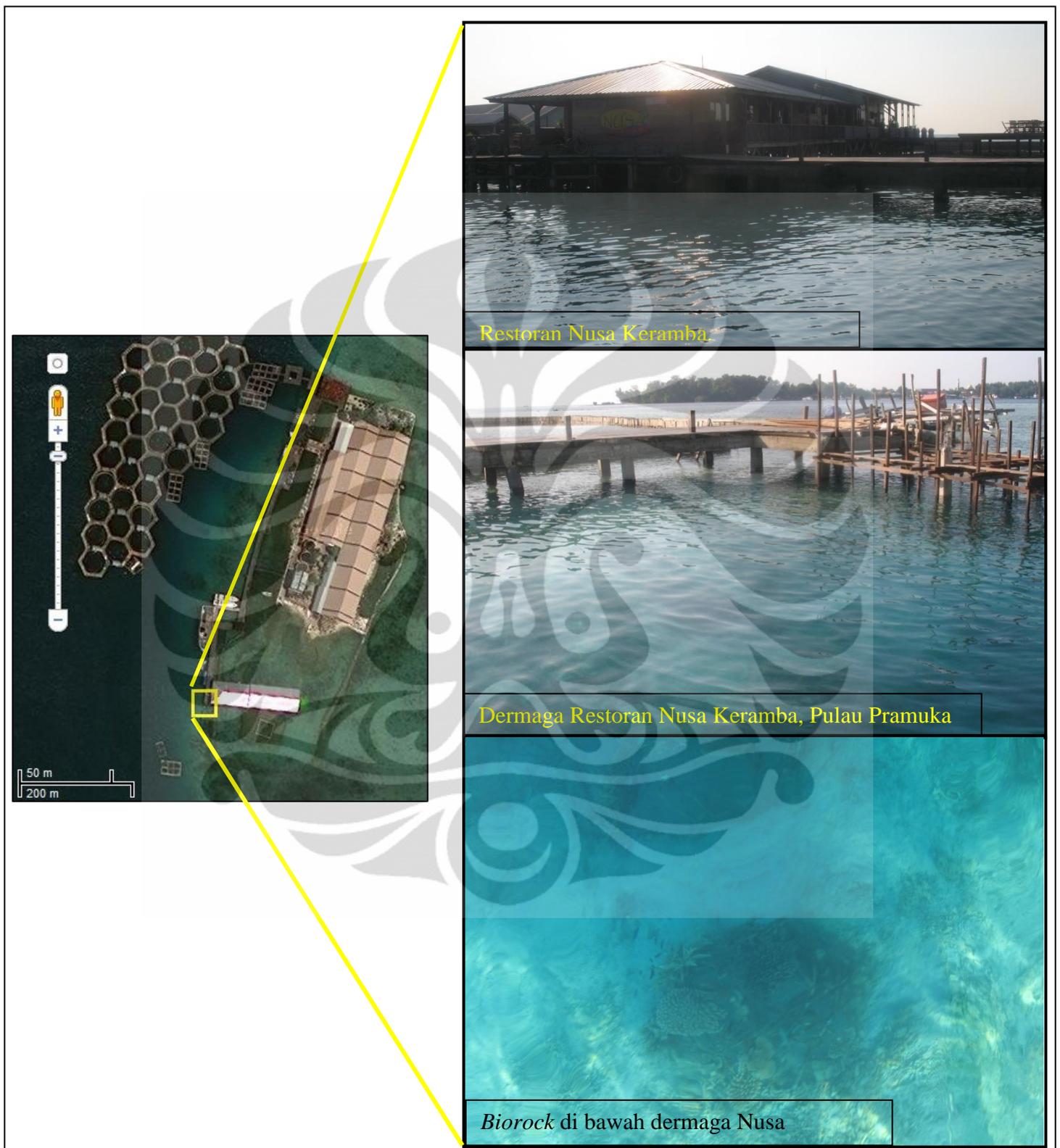


Gambar 3.1(1) Peta lokasi Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta
 [Sumber: Google Maps 2011a. Telah diolah kembali.]



Gambar 3.1(2) Peta lokasi pengambilan sampel teripang di Pulau Pari

[Sumber: Google Maps 2011b. Telah diolah kembali.]



Gambar 3.1(3) Lokasi pengujian *antifedant*

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

3.2.2 Peralatan Laboratorium

Peralatan yang digunakan di laboratorium antara lain timbangan digital [OHAUSS GT 4000], blender [Waring] *Commercial*, kompor [Maspion], *magnetic stirrer* [IKAMAG RCT], spatula, gelas Beaker ukuran 1000 ml [Pyrex Iwaki], pipet tetes, pipet volumetrik [Pyrex], *rotary evaporator* [Stuart], *round flask* 1 L [Schott Duran], oven [Precision], timbangan analitik [Precisa], ultrasonikator [VOLLRATH], tabung sentrifus 15 ml [Iwaki], mesin vorteks [Vortex tipe GENIE 2], sentrifugator Labofuge 200 [Heraeus], cawan penguap, botol vial, sarung tangan dan masker.

3.2.3 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain dua jenis teripang dari Pulau Pari yaitu *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata*, metanol, batu es, kertas saring [Whatman No.1: 125 mmØ], kertas aluminium foil, makanan ikan laut komersil [Mulia] dan jeli [Nutrijell] tanpa rasa (*plain*).

3.2.4 Cara Kerja

3.2.4.1 Pengambilan dan Perlakuan Sampel di Lapangan

Pengambilan sampel dilakukan secara bebas di Pulau Pari, Kepulauan Seribu pada daerah rata-rata terumbu (*reef flat*) dengan *snorkeling*. Sampel teripang kemudian dimasukkan ke dalam kantong *zip-lock* dan diletakkan di dalam *buoy*. Setelah mencapai daratan, sampel yang telah didapat kemudian difoto, lalu dipotong menggunakan gunting bedah dan dibuang seluruh bagian organ dalamnya. Sampel teripang yang diperoleh kemudian diukur volumenya menggunakan ceret ukur plastik. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel kaca dan ditambahkan metanol hingga terendam untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam *container box* dan dibawa ke laboratorium untuk diekstrak.

3.2.4.2 Ekstraksi

Sampel teripang dikeluarkan dari botol sampel menggunakan pinset, lalu ditiriskan untuk ditimbang dan dicatat berat basah dari sampel. Sampel yang telah ditimbang kemudian dihaluskan menggunakan blender [Waring]. Sampel kemudian dituangkan ke dalam gelas Beaker 1 L serta ditambahkan metanol. Sampel yang telah dicampur metanol diaduk hingga homogen menggunakan ultrasonikator [VOLLRATH] dan dimaserasi selama satu malam. Hasil maserasi akan menunjukkan dua fase yaitu filtrat dan endapan. Filtrat kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring [Whatman No.1: 125 mmØ] dan ditampung di dalam botol gelap ukuran 2,5 L sedangkan fase endapan yang tersisa ditambahkan dengan metanol dan dilakukan kembali tahap maserasi, penyaringan, dan evaporasi. Tahapan maserasi diulang kembali hingga 5--6 kali atau hingga fase cair yang dihasilkan menjadi bening (Wright 1998: 375). Hasil saringan tersebut kemudian dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40° C dan tekanan 337 psi untuk memisahkan metanol dari ekstrak kasar teripang.

Ekstrak teripang yang telah mengental kemudian dipindahkan ke cawan penguap untuk selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan oven pada suhu 40° C hingga pelarut benar-benar hilang. Ekstrak teripang yang telah mengering diduga masih mengandung garam sehingga ekstrak kemudian disentrifugasi. Ekstrak teripang tersebut dimasukkan ke dalam tabung sentrifus berukuran 15 ml lalu ditambahkan metanol. Masing-masing tabung berisi 12 ml larutan ekstrak. Larutan kemudian dihomogenkan, setelah cukup homogen tabung disentrifugasi pada kecepatan 4500 rpm selama 15 menit. Sentrifugasi tersebut bertujuan untuk memisahkan garam dengan ekstrak (Schupp 2000: 68).

Supernatan dari hasil sentrifugasi kemudian dipindahkan ke cawan penguap dan dioven pada suhu 40° C sehingga diperoleh *crude extract* (ekstrak kasar), sedangkan pelet (garam) dipindahkan ke dalam botol vial untuk disimpan. Warna *crude extract* kemudian diamati menggunakan estándar warna ACE-Paint (Gambar 3.2.4.2(1)). *Crude extract* kemudian ditimbang lalu dipindahkan ke dalam botol vial, diberi label dan disimpan di dalam desikator. Seluruh berat basah, volume sampel dan berat ekstrak kasar yang telah ditimbang kemudian

digunakan untuk menentukan persentase dan konsentrasi alami ekstrak kasar yang diperoleh di dalam penelitian, dengan rumus sebagai berikut:

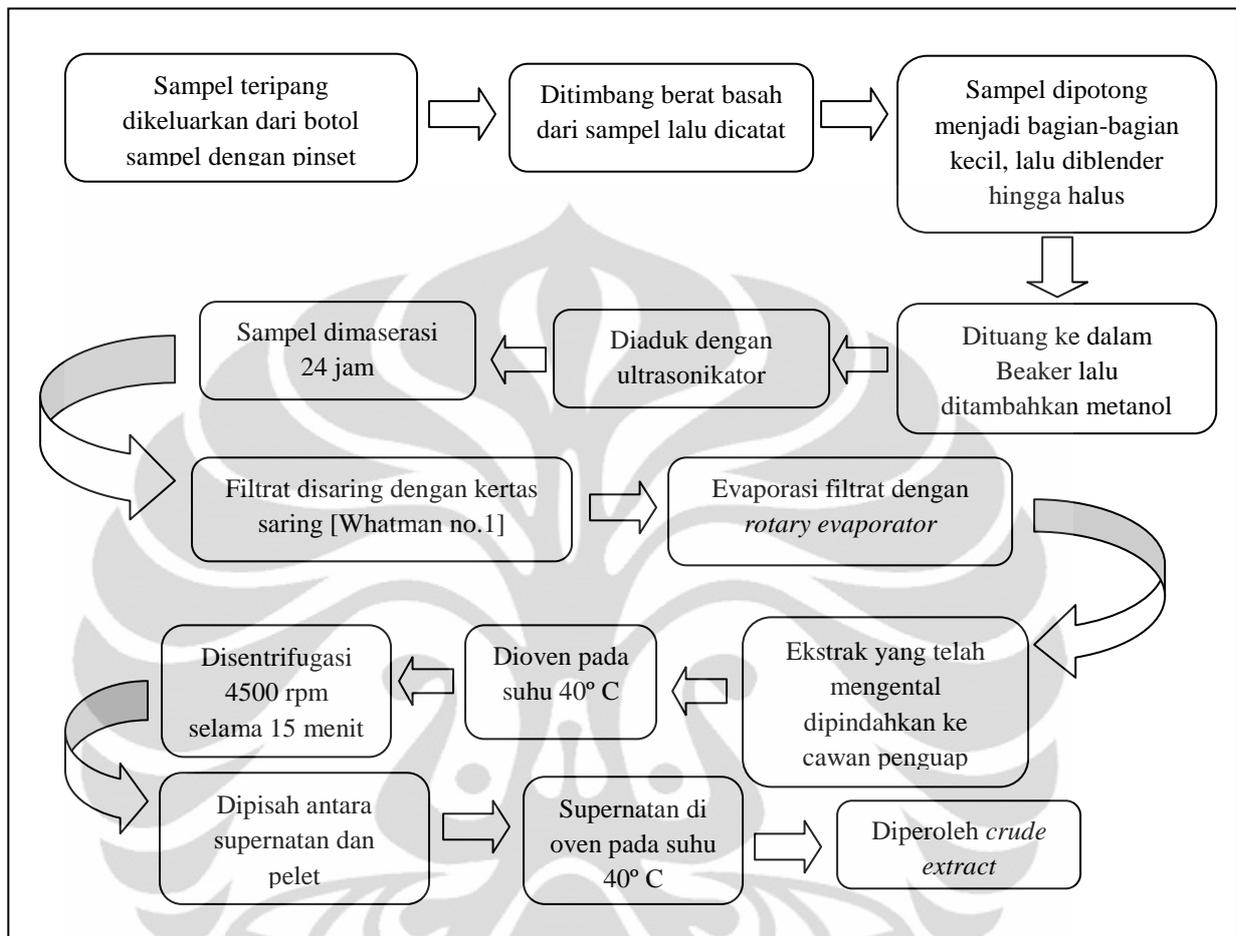
$$\text{Persentase ekstrak kasar} = \frac{\text{Berat ekstrak kasar}}{\text{Berat basah sampel}} \times 100 \%$$
$$\text{Konsentrasi alami} = \frac{\text{Berat ekstrak kasar}}{\text{Volume sampel}}$$



Gambar 3.2.4.2(1) Stándar warna ACE-Paint

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

Skema cara kerja ekstraksi pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.2.4.2(2) Skema Ekstraksi Teripang

3.2.4.3 Kuantifikasi

Seluruh berat ekstrak kasar yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan berat basah dan volumen sampel untuk menentukan perbandingan ekstrak dan komposisi agar atau vahan pelet ikan yang akan digunakan, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{\text{gr crude extract keseluruhan}}{\text{volume hewan yang diekstraksi}} = \frac{\text{gr crude extract dalam pelet}}{\text{volume agar + makanan ikan}}$$

3.2.4.4 Pembuatan Pelet

Pembuatan pelet ikan untuk uji *antifeedant* diawali dengan persiapan serbuk pelet uji dan kontrol. Ekstrak kasar yang diperoleh kemudian ditimbang sesuai dengan jumlah yang telah dikuantifikasi. Ekstrak kasar tersebut diletakkan dalam cawan penguap kemudian dilarutkan dengan metanol sebanyak 5 ml. Larutan tersebut lalu dicampur dengan 2,5 gr pelet ikan komersil yang telah dihaluskan menjadi serbuk kemudian diaduk hingga homogen. Campuran pelet dan ekstrak tersebut dikeringkan dalam oven dengan suhu 50° C hingga seluruh metanol menguap (10--15 menit). Serbuk pelet yang mengandung ekstrak siap digunakan untuk pembuatan pelet uji. Persiapan serbuk pelet kontrol dilakukan dengan cara yang sama namun tidak menggunakan campuran ekstrak kasar *Holothuria atra* ataupun *Bohadschia marmorata*.

Pembuatan pelet uji maupun pelet kontrol diawali dengan memanaskan 4,5 gr serbuk jeli [Nutrijell] tanpa rasadi dalam 207 ml air untuk membentuk larutan jeli. Larutan jeli dibiarkan mendingin beberapa saat namun tidak sampai mengeras. Serbuk pelet yang telah disiapkan kemudian dituang sedikit demi sedikit sambil diaduk rata dengan bantuan *magnetic stirrer*. Campuran jeli dan serbuk pelet uji atau kontrol tersebut dibiarkan mengeras dalam cetakan persegi berukuran 10x10 cm. Jeli yang telah mengeras dipotong kecil-kecil menjadi kubus berukuran 1 cm³ dan siap digunakan untuk pengujian di lapangan (Gambar 3.2.4.4) (Schupp 2000: 69; Matthew *dkk.* 2010: 1812).



Gambar 3.2.4.4 Pelet kontrol dan uji

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

3.2.4.5 Pengujian di Lapangan

Pengujian *antifeedant* dilakukan selama 7 hari setiap pagi dan sore hari. Pengujian pada pagi hari dilakukan sekitar pukul 07.00--10.30, sedangkan pengujian sore hari dilakukan sekitar pukul 15.00--17.30. Pengujian *antifeedant* dilakukan dengan cara *diving* pada kedalaman 3--4 m di bawah dermaga Restoran Nusa Keramba, Pulau Pramuka. Pelet ikan yang telah dibuat ditambatkan pada (28) tali polipropilen sepanjang 70 cm dengan menggunakan peniti, dimana (28) menunjukkan pengulangan perlakuan. Pada tiap waktu pengujian, pelet kontrol dan pelet uji yang digunakan selalu diperbaharui. Masing-masing tali dikaitkan dengan lima pelet kontrol atau lima pelet uji dan pada bagian ujung tali diikatkan botol kosong yang berfungsi sebagai pelampung agar tali dapat tegak berdiri. Tali-tali tersebut kemudian ditambatkan pada kerangka besi berbentuk kubah

Universitas Indonesia

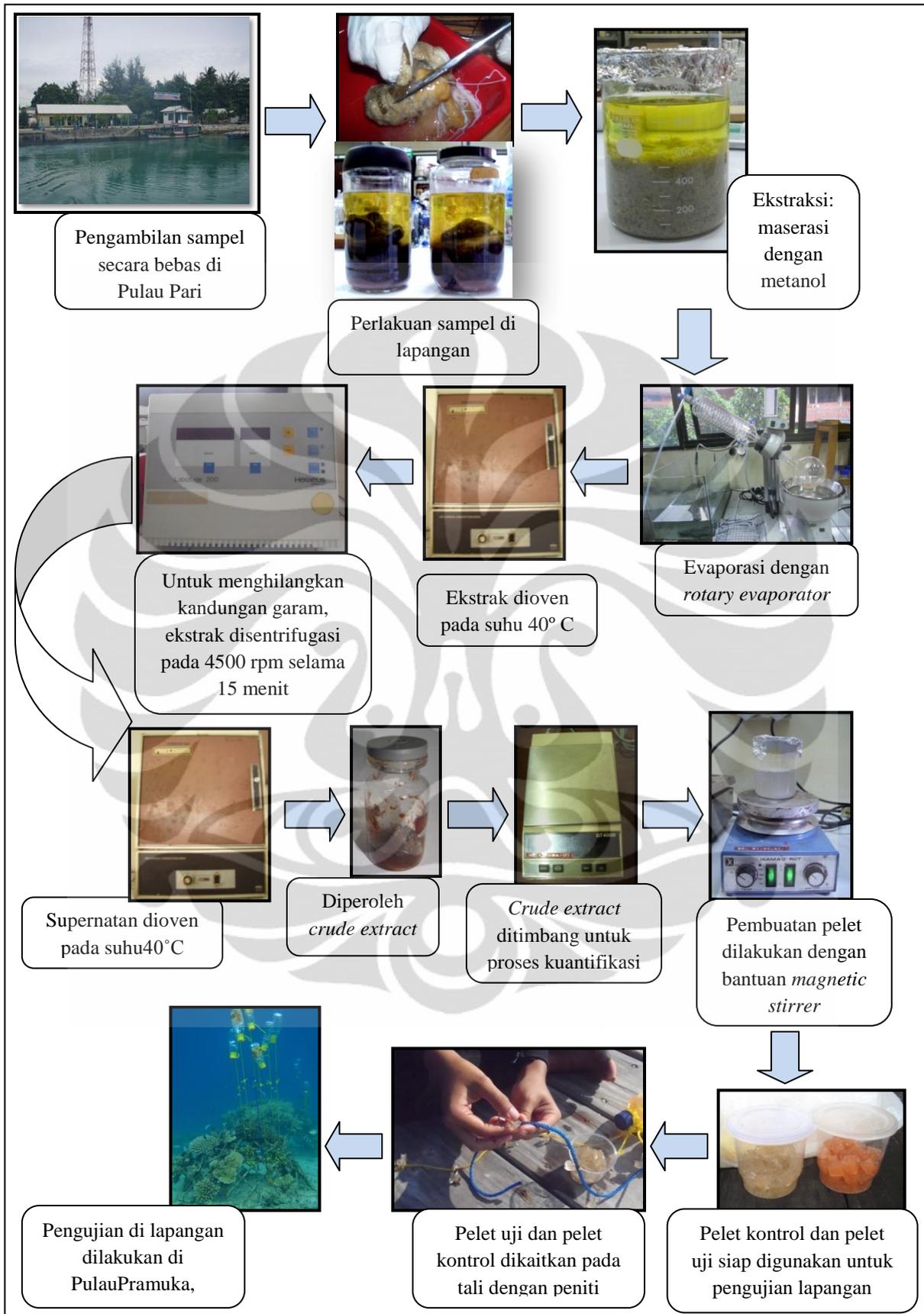
(*dome*) yang telah ditumbuhi terumbu karang (*birock*) (Gambar 3.2.4.5(1)). Perilaku ikan yang mendekati pelet uji dan pelet kontrol diamati selama 30 menit (Chanas & Pawlik 1995: 197; Schupp 2000: 69).

Hasil pengamatan yang akan dihitung yaitu berupa jumlah pelet yang dimakan dan tidak dimakan. Jumlah pelet yang tidak dimakan adalah pelet yang tetap tertambat pada tali, sedangkan jumlah pelet yang dimakan adalah pelet yang hilang dari tali (Chanas & Pawlik 1995: 197). Data tambahan yang perlu diambil adalah jenis-jenis ikan (hewan uji) yang memakan pelet. Data tersebut akan membantu peneliti untuk mengetahui jenis ikan pemakan pelet dan meyakinkan bahwa pelet yang hilang dari tali adalah benar karena dimakan ikan uji, bukan karena faktor lain seperti arus.



Gambar 3.2.4.5(1) Pengujian di lapangan

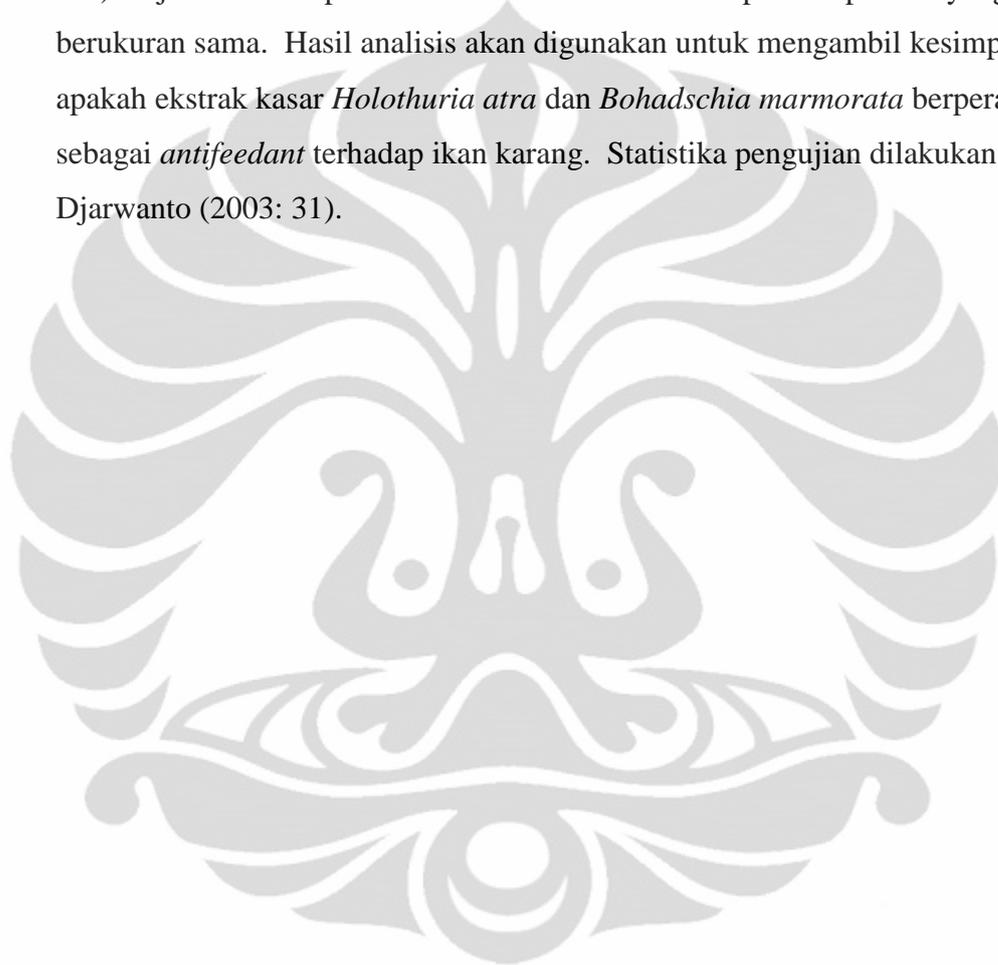
[Sumber: Dokumentasi pribadi.]



Gambar 3.2.4.5(2) Skema umum cara kerja penelitian

3.3 Analisis Data

Hasil pengamatan uji *antifeedant* selama 7 hari dapat dilihat pada Tabel 4.2(1) (*lihat* BAB 4). Uji statistik yang akan digunakan untuk analisis data pengamatan tersebut adalah uji jumlah-jenjang Wilcoxon (*Wilcoxon's rank sum test*). Uji tersebut dapat dimanfaatkan untuk dua sampel independen yang berukuran sama. Hasil analisis akan digunakan untuk mengambil kesimpulan apakah ekstrak kasar *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* berperan sebagai *antifeedant* terhadap ikan karang. Statistika pengujian dilakukan menurut Djarwanto (2003: 31).



BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ekstraksi dan Kuantifikasi

Sampel teripang *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* yang berhasil dikoleksi dari Pulau Pari masing-masing berjumlah 33 dan 15 individu. *H. atra* yang dikoleksi umumnya ditemukan di daerah pasiran dan karang mati, sedangkan *B. marmorata* umum ditemukan di daerah pasiran dan pasiran yang tertutup lamun. Berat basah total *H. atra* dan *B. marmorata* yang dikoleksi secara berurutan yaitu 1443,6 g dengan volume 1584 mL dan 927,4 g dengan volume 1675 mL. Berat ekstrak kasar yang diperoleh masing-masing yaitu *H. atra* 13,4 g dan *B. marmorata* 5,6 g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa persentase yang diperoleh masing-masing adalah sebesar 0,9 % dan 0,6 %.

Persentase ekstrak kasar *H. atra* yang diperoleh pada penelitian masih mengikuti kisaran hasil penelitian Elyakov (1973: 327) yang menyatakan bahwa persentase ekstrak kasar *H. atra* berkisar antara 0,5--2,5 %. Persentase ekstrak kasar *B. marmorata* yang diperoleh pada penelitian sangat berbeda dengan hasil penelitian terdahulu oleh Albuntana (2010: 24) yaitu 3,2 % dengan berat ekstrak kasar sebanyak 5 g. Hal tersebut mungkin disebabkan ekstrak kasar pada penelitian terdahulu tidak disentrifugasi sehingga masih terdapat banyak kristal garam yang menambah berat ekstrak kasar yang diperoleh. Metode untuk memisahkan garam dengan ekstrak antara lain dengan sentrifugasi (Schupp 2000: 68). Metode sentrifugasi dipilih dalam penelitian karena mudah dikerjakan, lebih sederhana dan tidak menghabiskan waktu yang lama, yaitu hanya 15 menit. Metode lain yang umum digunakan adalah dengan desaltasi menggunakan kolom resin DA101 atau kolom Polikrom-1 (Avilov *dkk.* 2000: 70; Avilov *dkk.* 2003: 915; Hua *dkk.* 2009: 623).

Ekstrak kasar *H. atra* yang diperoleh yaitu berupa pasta kental berwarna Flamenco F5 sedangkan ekstrak kasar *B. marmorata* berupa pasta kental berwarna Outpost B16-7 (Gambar 4.1). Bentuk ekstrak kasar yang diperoleh pada penelitian berbeda dengan hasil yang didapat pada penelitian oleh Albuntana dan

Suriyanto. Hasil penelitian Albuntana (2010: 24) menunjukkan bahwa ekstrak kasar *B. marmorata* yang diperoleh berbentuk serbuk, begitu pula dengan hasil penelitian Suriyanto (2010: 25) yang menunjukkan bahwa ekstrak kasar *H. atra* berbentuk ekstrak kering dengan struktur keras mengerak. Perbedaan hasil yang diperoleh kemungkinan disebabkan adanya garam yang ikut terbentuk pada serbuk ekstrak kasar tersebut. Hal tersebut diduga terjadi karena kristal garam ikut terbentuk saat proses pemanasan 40° C.



Gambar 4.1 Ekstrak kasar *B. marmorata* dan *H. atra*

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

Penelitian oleh Suriyanto (2010: 28) menunjukkan bahwa ekstrak kasar *H. atra* memiliki nilai LC_{50} pada konsentrasi 0,175 mg/ml sedangkan penelitian oleh Albuntana (2010: 26) menunjukkan bahwa ekstrak kasar *B. marmorata* memiliki nilai LC_{50} pada konsentrasi 0,077 mg/ml. Meyer *dkk.* tahun 1982 menyatakan bahwa jika suatu ekstrak memiliki nilai LC_{50} kurang dari 0,03 mg/ml maka ekstrak tersebut tergolong sangat toksik dan tergolong toksik jika memiliki nilai LC_{50} 0,03--1 mg/ml. Berdasarkan hal tersebut maka ekstrak kasar kedua spesies tersebut tergolong toksik, dimana ekstrak kasar *B. marmorata* lebih bersifat toksik dari *H. atra*.

Data toksisitas dari kedua spesies tersebut dapat menjelaskan penyebab perbedaan konsentrasi alami dan persentase ekstrak kasar antara *B. marmorata* dengan *H. atra*, dimana konsentrasi alami dan persentase ekstrak kasar

B. marmorata lebih kecil dibandingkan *H. atra*. Konsentrasi alami ekstrak kasar *B. marmorata* dan *H. atra* masing-masing yaitu sebesar 3,4 mg/ml dan 8 mg/ml, sedangkan persentase ekstrak kasar masing-masing sebesar 0,6% dan 0,9%. Oleh karena lebih bersifat toksik, ekstrak kasar *B. marmorata* yang merupakan metabolit sekunder diproduksi dalam jumlah sedikit. Herms dan Mattson (*lihat* Hay 1996: 114) dan Schultz (2011: 2) menyatakan bahwa produksi suatu metabolit sekunder merupakan suatu proses yang ‘mahal’ dan membutuhkan ‘biaya ekstra’. Hal tersebut karena produksi metabolit sekunder membutuhkan banyak nutrisi dan energi, dimana energi yang dibutuhkan seharusnya dapat dialokasikan untuk perkembangan dan reproduksi organisme tersebut.

Konsentrasi alami dan persentase ekstrak kasar *B. marmorata* yang sedikit kemungkinan pula disebabkan karena *B. marmorata* memiliki warna tubuh seperti pasir (krem) sehingga *B. marmorata* dapat dengan mudah terkamufase dari predator. Hal sebaliknya terjadi pada *H. atra*, oleh karena tidak lebih toksik, konsentrasi alami dan persentase ekstrak kasar *H. atra* lebih besar jika dibandingkan dengan *B. marmorata*. Warna tubuh *H. atra* yang hitam sangat kontras dengan pasir, hal tersebut diduga menyebabkan *H. atra* memproduksi metabolit sekunder lebih banyak dibandingkan *B. marmorata*.

Data toksisitas dari ekstrak suatu spesies dapat pula memberikan informasi mengenai kemungkinan penggunaan ekstrak tersebut dalam bidang farmakologi. Tamat *dkk.* (2007: 34) menyatakan bahwa jika suatu ekstrak tergolong toksik maka kemungkinan dapat digunakan sebagai bahan baku obat. Sebagai contoh, tetrodotoxin yang diproduksi oleh ikan buntal (*puffer fish*) *Tetraodon pardalis* memiliki nilai LD₅₀ pada konsentrasi 7,3 µg/kg (intravena mencit) dan tergolong sangat toksik (*highly toxic*), namun dengan dosis tertentu tetrodotoxin dapat menjadi obat peregang otot dan penghilang sakit kusta neurogenik (*neurogenic leprosy*) (Bhakuni & Rawat 2005: 168; Alomone Labs 2010: 2).

Konsentrasi ekstrak kasar *H. atra* dan *B. marmorata* di dalam pelet uji diperoleh dengan cara kuantifikasi dari konsentrasi alami hewan tersebut. Berdasarkan kuantifikasi, konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam pembuatan pelet uji yaitu 1,75 g *crude extract H. atra* dan 0,7 g *crude extract B. marmorata*.

Konsentrasi yang telah didapat kemudian dilarutkan ke dalam 207 ml air. Perhitungan kuantifikasi dapat dilihat pada Lampiran 4.

4.2 Pengujian *Antifeedant*

Pengujian *antifeedant* dilakukan pada pagi dan sore hari dengan memanfaatkan kerangka besi berbentuk kubah (*dome biorock*) yang terletak di bawah dermaga Restoran Nusa Keramba, Pulau Pramuka. Lokasi tersebut dipilih karena memiliki faktor arus dan gelombang yang relatif tenang sehingga memperkecil kemungkinan lepasnya pelet dari tali yang ditambatkan pada kerangka besi *biorock*. Matthew *dkk.* (2010: 1812) menyatakan bahwa pemilihan lokasi pada pengujian *antifeedant* merupakan komponen penting agar pengujian dapat berjalan dengan baik. Pemberian pelet dilakukan pada pagi dan sore hari berdasarkan hasil pra-penelitian. Pra-penelitian yang dilakukan pada bulan April 2011 menunjukkan bahwa sebagian besar ikan karang pada lokasi pengujian sangat aktif pada waktu-waktu tersebut.

Pelet-pelet kemudian diletakkan di *biorock* dan diamati selama 30 menit dengan cara *diving*. Berdasarkan pra-penelitian, waktu untuk pengujian *antifeedant* dapat dilakukan di lapangan selama kurang dari 1 jam. Hal tersebut karena ikan-ikan karang di lokasi pengujian hanya membutuhkan waktu sekitar 15 menit untuk menghabiskan pelet kontrol. Schupp (2000: 69) juga menyatakan bahwa waktu untuk pengujian *antifeedant* biasanya dilakukan kurang dari 1 jam. Pelet-pelet pengujian yang termasuk dalam kategori 'dimakan' adalah pelet yang dimakan hingga habis atau tersisa kurang dari setengah bagian pada peniti pengait, sedangkan yang 'tidak dimakan' adalah pelet yang tersisa lebih dari setengah hingga satu bagian utuh pada peniti pengait (Schupp 2000: 140). Hasil pengamatan uji *antifeedant* selama 7 hari pada pagi dan sore hari dapat dilihat pada Tabel 4.2(1). Hasil pengamatan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam Tabel 4.2(2) untuk selanjutnya dianalisis menggunakan uji jumlah-jenjang Wilcoxon (Djarwanto 2003: 31).

Tabel 4.2(1) Hasil pengamatan uji *antifeedant*

hari ke-	Jumlah pelet yang dimakan					
	pagi			sore		
	kontrol	perlakuan		kontrol	perlakuan	
		<i>H. atra</i>	<i>B. marmorata</i>		<i>H. atra</i>	<i>B. marmorata</i>
1	8	0	0	10	0	9
2	2	0	4	4	0	0
3	0	1	3	9	0	8
4	9	0	0	10	0	0
5	10	0	0	10	0	0
6	10	0	2	10	0	0
7	10	1	1	10	0	1
Total:	49	2	10	63	0	18
	61			81		

Berdasarkan total jumlah pelet yang dimakan pada Tabel 4.2(1), dapat dilihat bahwa ikan-ikan karang di lokasi pengujian lebih aktif memakan pelet pengujian ketika sore hari. Cuaca ketika sore hari di tempat pengujian *antifeedant* yaitu berawan. Menurut RBFF (1998a: 2), ikan akan lebih aktif mencari makan ketika cuaca berawan dibandingkan ketika cuaca cerah/terang. Saat cuaca cerah/terang ikan lebih memilih untuk bersembunyi atau tinggal diam di tempat perlindungannya, sedangkan saat cuaca berawan ikan akan keluar dari tempat perlindungan untuk mencari makan. Hal tersebut karena saat cuaca berawan, penetrasi cahaya matahari ke dalam laut berkurang sehingga ikan lebih merasa aman dari serangan predator (RBFF 1998b: 6).

Tabel 4.2(2) Analisis data uji *antifeedant* ekstrak kasar *H. atra* dan *B. marmorata*

Hari ke-	Ulangan (jumlah kontrol pelet/pelet uji)	Jumlah pelet yang dimakan		
		Kontrol	<i>H. atra</i>	<i>B. marmorata</i>
1	20/20	18	0	9
2	20/20	6	0	4
3	20/20	9	1	11
4	20/20	19	0	0
5	20/20	20	0	0
6	20/20	20	0	2
7	20/20	20	1	2
Total		112	2	28

Tabel 4.2(2) menunjukkan perbedaan antara jumlah pelet uji *H. atra* dan *B. marmorata* yang dimakan, dimana jumlah pelet *H. atra* yang dimakan jauh lebih sedikit jika dibandingkan pelet *B. marmorata*. Meskipun kedua ekstrak kasar spesies tersebut bersifat toksik namun konsentrasi alami ekstrak kasar *H. atra* yang terkandung dalam pelet uji lebih besar jika dibandingkan dengan konsentrasi alami ekstrak kasar *B. marmorata* dalam pelet uji. Ekstrak kasar *H. atra* memiliki konsentrasi alami dua kali lipat lebih besar daripada konsentrasi alami ekstrak kasar *B. marmorata*. Konsentrasi alami ekstrak kasar *H. atra* dan *B. marmorata* masing-masing yaitu sebesar 8 mg/ml dan 3,4 mg/ml. Konsentrasi alami ekstrak kasar *H. atra* yang lebih besar tersebut menyebabkan pelet uji *H. atra* lebih sedikit dimakan oleh ikan-ikang karang di lokasi pengujian dibandingkan pelet uji *B. marmorata*.

Hasil analisis data (Lampiran 5) menunjukkan bahwa untuk uji *antifeedant* ekstrak kasar *H. atra* R_{hitung} (28) lebih kecil dari R tabel $_{0,01}$ (32) dan pada analisis data uji *antifeedant* ekstrak kasar *B. marmorata*, R_{hitung} (31.5) lebih kecil dari R tabel $_{0,01}$ (32). Kedua hasil analisis data tersebut menunjukkan bahwa H_0 ditolak, yang berarti terdapat perbedaan antara pelet kontrol dengan pelet uji pada kedua spesies tersebut. Hal tersebut menunjukkan bahwa pelet uji yang mengandung ekstrak kasar *H. atra* dan *B. marmorata* berperan sebagai *antifeedant* terhadap ikan karang. Hasil analisis data sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa teripang memiliki mekanisme pertahanan secara kimiawi yaitu dengan memproduksi senyawa metabolit sekunder. Hal tersebut karena teripang

merupakan hewan yang memiliki pergerakan lambat dan hampir tidak memiliki struktur fisik yang menonjol, seperti duri atau cangkang kapur (Dyck *dkk.* 2010: 174).

Sifat *antifeedant* pada ekstrak kasar *H. atra* dan *B. marmorata* kemungkinan besar disebabkan oleh adanya kandungan senyawa metabolit sekunder, salah satunya yaitu holothurin (Bakus 1973: 352). Holothurin adalah metabolit sekunder pada Kelas Holothuroidea yang senyawa utamanya adalah saponin (triterpen glikosida). Bakus (1973: 352) menyatakan bahwa holothurin terkonsentrasi pada bagian dinding tubuh, viscera dan tubulus cuverian. Yamanouchi pada tahun 1955 (*lihat* Bakus 1973: 353) menemukan bahwa holothurin dapat membunuh ikan laut, ikan air tawar dan cacing tanah, tetapi tidak berdampak apapun terhadap krustasea atau moluska. Holothurin, secara ekologi, berfungsi sebagai pertahanan kimiawi suatu organisme untuk menghindari predator (*deter predation*) (Caulier 2011: 48). *Holothuria atra* mengandung toksin dalam konsentrasi tinggi yakni holothurin, yang terpusat pada bagian dinding tubuh. Toksin pada *H. atra* akan keluar apabila digosok pada bagian tersebut (Bakus 1973: 352; Cannon & Silver 1986: 45).

Penelitian mengenai uji toksisitas dari 10 jenis teripang, yaitu *Holothuria atra*, *H. spinifera*, *H. scabra*, *Bohadschia marmorata*, *Actinocucumis typicus*, *Pentocaster regulus*, *Tropiometra carinata*, *Astropecten indicus*, *Goniodiscaster scaber* dan *Stomopneustes variolaris* terhadap ikan dan mencit telah dilakukan oleh Rao *dkk.* pada tahun 1985. Hasil penelitian Rao *dkk.* (1985: 93) menunjukkan bahwa *H. atra* dan *B. marmorata* memiliki tingkat toksisitas yang tinggi terhadap ikan jenis *Chanos sp.* dan *Tilapia sp.*, mencit dan sel darah merah. Bagian tubuh *H. atra* yang digunakan dalam penelitian dan menunjukkan toksisitas tinggi adalah dinding tubuh dan organ viscera, sedangkan pada *B. marmorata* bagian dengan toksisitas tinggi adalah tubulus cuverian dan dinding tubuh. Bakus tahun 1981 (*lihat* Rajakumar & Ebanasar 2008: 11) juga menyatakan bahwa ekstrak etanol dari dinding tubuh dan organ viscera *H. atra* bersifat toksik terhadap ikan.

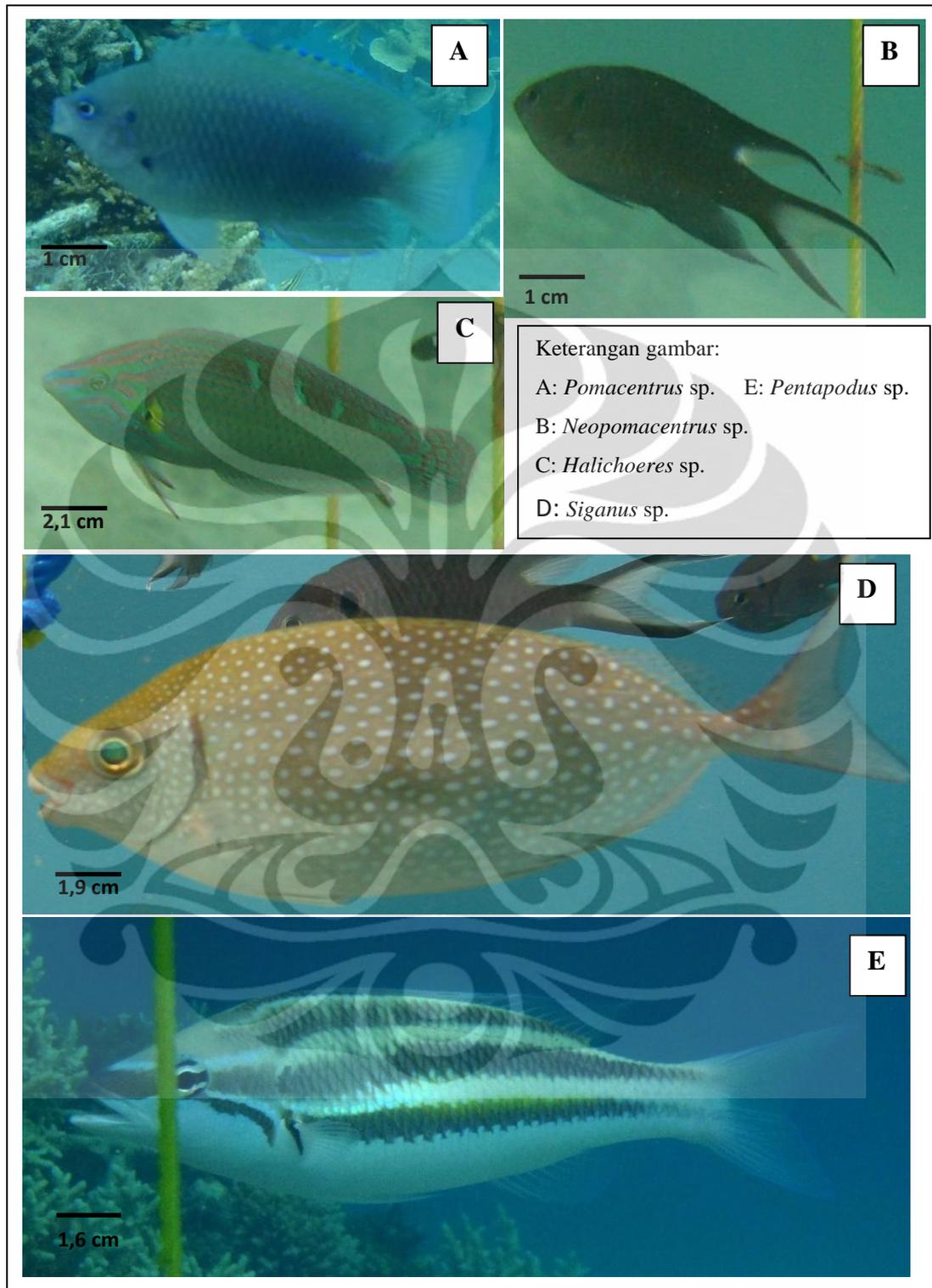
4.2.1 Ikan Karang Pada Lokasi Pengujian

Hewan uji yang digunakan pada uji *antifeedant* ekstrak kasar teripang *H. atra* dan *B. marmorata* adalah ikan karang. Hal tersebut karena ikan karang dapat memberikan respons yang cepat pada percobaan makan (*feeding experiments*) dan merupakan konsumen yang penting bagi daerah bentik (Pawlik 1993: 1912). Ikan karang yang berada di sekitar lokasi pengujian merupakan ikan diurnal. Hal tersebut sesuai dengan teori Lieske & Myers (1994: 14) yang menyatakan bahwa lebih dari 75% ikan karang merupakan ikan diurnal yang aktif pada siang hari. Ikan-ikan yang teramati pada saat pengujian dapat diidentifikasi hingga takson genus dengan mengacu pada Kuitert (1992: 121, 123, 183, 251). Ikan-ikan yang berinteraksi dengan pelet kontrol maupun uji saat pengujian *antifeedant* meliputi *Neopomacentrus* sp., *Pomacentrus* sp., *Halichoeres* sp., *Siganus* sp. dan *Pentapodus* sp. (Gambar 4.2.1), namun jenis ikan karang yang paling sering mendekati dan memakan pelet adalah *Pomacentrus* sp. dan *Neopomacentrus* sp.. Hal tersebut dapat dilihat dari jumlah kedua jenis ikan tersebut pada waktu pengujian, yaitu lebih dari 5 individu dalam setiap waktu pengujian (30 menit). Spesies ikan karang pada lokasi pengujian tidak terbatas hanya pada empat spesies tersebut. Beberapa spesies ikan lain hanya berenang di sekitar *biorock* dan teramati tidak mencoba mendekati atau memakan pelet uji maupun kontrol.

Ikan-ikan di lokasi pengujian termasuk ikan generalis. Hal tersebut dapat dilihat dari perilaku ikan yang mencoba memangsa apapun tanpa memilihnya secara spesifik (Choat 1982: 428). Sebagian besar ikan karang di lokasi pengujian memakan pelet kontrol sedikit demi sedikit hingga habis, setelah pelet kontrol habis ikan-ikan tersebut akan mendekati dan menggigiti sedikit pelet uji namun tidak pernah memakan pelet uji hingga habis. Ikan yang teramati memiliki aktivitas makan lain adalah *Pentapodus* sp. Ikan jenis tersebut teramati mampu menghabiskan dua pelet uji *B. marmorata* langsung tanpa tersisa, namun tidak dapat menghabiskan seluruh pelet uji yang ada. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ekstrak kasar *H. atra* dan *B. marmorata* tetap dapat berperan sebagai *antifeedant* meskipun telah dikemas dalam bentuk yang sedemikian rupa. Menurut Carubba & Torre (2003: 1) dan Mayanti *dkk.* (2006: 1), *antifeedant* dapat

bekerja secara langsung maupun tidak langsung terhadap predator. *Antifeedant* bekerja secara langsung terhadap predator yaitu dengan seketika membuat predator langsung berhenti memakan organisme yang memiliki *antifeedant* tersebut, sedangkan kerja secara tidak langsung yaitu ketika predator menunjukkan efek setelah *antifeedant* tersebut dicerna. Hasil tersebut mendukung asumsi bahwa ekstrak kasar *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* yang terkandung dalam pelet uji dapat berperan *antifeedant* terhadap ikan karang.





Gambar. 4.2.1 Ikan-ikan di lokasi pengujian

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Ekstrak kasar teripang *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* pada konsentrasi 8 mg/ml dan 3,4 mg/ml dapat berperan sebagai *antifeedant* terhadap ikan karang.

5.2 SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui senyawa yang spesifik berperan sebagai *antifeedant* pada teripang *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata*.
2. Perlu dilakukan uji ekologis lain dari ekstrak kasar teripang *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata*, seperti *antifouling* (anti penempelan).

DAFTAR REFERENSI

- Ahmed, M.I. 2009. Morphological, ecological and molecular examination of the sea cucumber species along the Red Sea Coast of Egypt and Gulf of Aqaba, with the investigation of the possibility of using DNA barcoding technique as a standard method for sea cucumber ID. Disertasi Sarjana S3 Biologi Kelautan Hull University, Hull: 258 hlm.
- Albuntana, A. 2010. Uji toksisitas ekstrak empat jenis teripang Suku Holothuriidae dari Pulau Penjaliran Timur Taman Laut Nasional Kepulauan Seribu Jakarta menggunakan *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Skripsi Sarjana S1 Departemen Biologi FMIPA Universitas Indonesia, Depok: ix + 50 hlm.
- Alomone Labs. 2010. Tetrodotoxin (*citrate free*). Februari 2010: 2 hlm. <http://www.alomone.com>. 3 Mei 2011, pk. 14.00.
- Andirisnanti, W.A. 2009. Studi Awal Pengujian Supernatan dan Ekstrak Pelet dari *Nostoc* sp. BAD036 dan *Pseudanabaena catenata* CIT005 terhadap Mikroorganisme Uji. Skripsi Sarjana S1 Departemen Biologi FMIPA Universitas Indonesia, Depok: x + 82 hlm.
- Arnold, P.W. & R.A. Birtles. 1989. *Soft sediments marine invertebrates of Southeast Asia and Australia: a guide to identification*. Australian Institutes of Marine Science, Australia: xvi + 272 hlm.
- Avilov, S.A., A.S. Antonov, O.A. Drozdova, V.I. Kalinin, A.I. Kalinovsky, V.A. Stonik, R. Riguera, L.A. Lenis & C. Jimenez. 2000. Triterpene glycosides from the Far-Eastern sea cucumber *Pentamera calcigera*. 1. monosulfated glycosides and cytotoxicity of their unsulfated derivatives . *J. Nat. Prod.* **2000**(63): 65--71.
- Avilov, S.A., A.S. Antonov, A.S. Silchenko, V.I. Kalinin, A.I. Kalinovsky, P.S. Dmitrenok, V.A. Stonik, R. Riguera & C. Jimenez. 2003. Triterpene glycosides from the Far-Eastern sea cucumber *Cucumaria conicospermium*. *J. Nat. Prod.* **2003**(66): 910--916.
- Aziz, A. 1996. Makanan dan cara makan berbagai jenis teripang. *Oseana*. **21**(4): 43--59.

- Bakus, G.J. 1973. The biology and ecology of tropical holothurians. *Dalam: Jones, O.A. & R. Endean (Eds.). Biology and geology of coral reefs.* Academic Press, New York: 325--367.
- Bakus, G.J., N.M. Targett & B. Schulte. 1986. Chemical ecology of marine organisms: an overview. *Journal of Chemical Ecology.* **12**(5): 952--987.
- Bandaranayake, W. M. & A. D. Rocher. 1999. Role of secondary metabolites and pigments in epidermal tissues, ripe ovaries, viscera, gut contents and diet of the sea cucumber *Holothuria atra*. *Mar. Biol.* (133): 163--169.
- Bhakuni, D.S. & D.S. Rawat. 2005. *Bioactive marine natural products.* Springer, New Delhi: xv + 380 hlm.
- Bingham, B.L. & L.F. Braithwaite. 1986. Defense adaptations of the Dendrochirote holothurians *Psolus chitonoides* Clark. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **1986**(98): 311--322.
- Bryan, P.J., W.Y. Yoshida, J.B. McClintock & B.J. Baker. 1995. Ecological role for pteroenone, a novel antifeedant from the conspicuous Antarctic pteropod *Clione antarctica* (Gymnosomata: Gastropoda). *Mar. Biol.* (122): 271--277.
- Cannon, L.R.G. & H. Silver. 1986. *Sea cucumbers of northern Australia.* Poly-Graphics Pty Ltd., Queensland: viii + 60 hlm.
- Careaga, V.P., C. Bueno, C. Munianin, L. Alche & M. S. Maier. 2009. Antiproliferative, cytotoxic and hemolytic activities of a triterpene glycoside from *Psolus patagonicus* and its desulfated analog. *Chemotherapy.* (55): 60--68.
- Carubba & Torre. 2003. Antifeedant activity in herbaceous Mediterranean plants. 1 hlm.
<http://www.ienica.net/italyseminar/posters/greenchem/carrubba.pdf>, 17 Februari 2011, pk. 18.45.
- Castillo, J.A. 2006. Predator defense mechanisms in shallow water sea cucumbers (Holothuroidea). *Student Research Papers.* **2006**: 1--14.
- Caulier, G., S.V. Dyck, P. Gerbaux, I. Eeckhaut & P. Flammang. 2011. Review of saponin diversity in sea cucumbers belonging to the family Holothuriidae. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin.* (31): 48--54.

- Castro, P. & M.E. Huber. 2010. *Marine Biology*. 8th ed. McGraw-Hill Companies, Inc., New York: xvii + 461 hlm.
- Chanas, B. & J.R. Pawlik. 1995. Defenses of Caribbean sponges against predatory reef fish. II. spicules, tissue toughness, and nutritional quality. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **127**: 195--211.
- Choat, J. H. 1982. Fish feeding and the structure of benthic communities in temperate waters. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* **13**: 423--449.
- Darsono, P. 1998. Pengenalan secara umum tentang teripang (Holothurians). *Oseana*. **23**(1): 1--18.
- Djarwanto, Ps. 2003. *Statistik nonparametrik*. Badan Penerbit Fakultas Ekonomi, Yogyakarta: vi + 114 hlm.
- Dyck, S.V., P. Gerbaux & P. Flammang. 2010. Qualitative and quantitative saponin contents in five sea cucumbers from the Indian ocean. *Mar. Drugs*. **8**: 173--189.
- Elyakov, G.B., V.A. Stonik, E.V. Levina, V.P. Slanke, T.A. Kuznetsova & V.S. Levin. 1973. A comparative study of the glycoside fractions of Pacific sea cucumbers. *Perg. Press*. **44B**: 325--336.
- Flores, G., L. Hilje, G.A. Mora & M. Carballo. 2008. Antifeedant activity of botanical crude extracts and their fractions on *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) adults: I. *Gliricidia sepium* (Fabaceae). *Rev. Biol. Trop. (Int.J.Trop.Biol)*. **56**(4): 2099--2113.
- Francour, P. 1997. Predation of holothurians: a literature review. *Invertebrate Biology*. **116**(1): 52--60.
- Holtorf, G. W. 2001. *Jakarta: Jabodetabek street atlas and street names index*. Falk Verlag, Ostfildern: v + 385 hlm.
- Hua, H., Yi Y-hua, LI Ling, LIU Bao-shu, LA Ming-ping, ZHANG Hong-wei. 2009. Antifungal active triterpene glycosides from sea cucumber *Holothuria scabra*. *Acta Pharmaceutica Sinica*. **44**(6): 620--624.
- Kariya, Y., B. Mulloy, K. Imai, A. Tominaga, T. Kaneko, A. Asari, K. Suzuki, H. Masuda, M. Kyogashima & T. Ishii. 2004. Isolation and partial characterization of fucan sulfates from the body wall of sea cucumber

- Stichopus japonicus* and their ability to inhibit osteoclastogenesis. *Car.Res* (334): 1339--1346.
- Kinnel, R.B., R.K. Dieter, J. Meinwald, D.V. Engen, J. Clardy, T. Eisner, M.O. Stallard & W. Fenical. 1979. Brasilenyne and *cis*-dihydrorhodopytin: Antifeedant medium-ring haloethers from a sea hare (*Aplysia brasiliiana*). *Proc. Natl. Acad. Sci.* **76**(8): 3576--3579.
- Kubanek, J., J.R. Pawlik, T.M. Eve & W. Fennical. 2000. Triterpene glycosides defend the Caribbean reef sponge *Erylus formosus* from predatory fishes. *Mar.Eco.Prog.Ser.* **207**: 69--77.
- Kuiter, R.H. 1992. *Tropical reef-fishes of the Western Pacific Indonesia and adjacent waters*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta: xiii + 314 hlm.
- Kustiariyah. 2006. Isolasi, karakterisasi dan uji aktivitas biologis senyawa steroid dari teripang sebagai aprodisiaka alami. Tesis Sarjana S2 Program Studi Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor: vii + 66 hlm.
- Lieske, E. & R. Myers. 1994. *Reef fishes of the world*. Periplus Ltd, Hongkong: 400 hlm.
- Matthew, S., R. Ratnayake, M.A. Becerro, R.R-Williams, V.J. Paul & H. Luesch. 2010. Intramolecular modulation of serine protease inhibitor activity in a marine cyanobacterium with antifeedant properties. *Mar. Drugs.* **2010**(8): 1803--1816.
- Mayanti, T., W. Hermawan, Nurlelasari & D. Harneti. 2006. Senyawa *antifeedant* dari biji kokossan (*Lansium domesticum* corr var. kokossan), hubungan struktur kimia dengan aktivitas *antifeedant* (tahap II). Laporan penelitian Universitas Padjadjaran, Bandung: 20 hlm.
- Mayer, A.M.S. & K.R. Gustafson. 2008. Marine pharmacologyin 2003-2004: antitumor and cytotoxic compounds. *European Journal of Cancer.* **42**: 2357--2387.
- McClintock, J.B., M.O. Amsler, C.D. Amsler & B.J. Baker. 2005. The biochemical composition, energy content, and chemical antifeedant defenses of the common Antarctic Peninsular sea stars *Granaster nutrix* and *Neosmilaster georgianus*. *Polar Biol.* **2006**(29): 615--623.

- Murniasih, T. 2005. Substansi kimia untuk pertahanan diri dari hewan laut tak bertulang belakang. *Oseana*. **30**(2): 19--27.
- Pawlik, J.R. 1993. Marine invertebrate chemical defences. *Chem. Rev.* (93): 1911-1922.
- Pechenik, J.A. 1996. *Biology of the invertebrates*. 3rd ed. McGraw-Hill Companies, Boston: xvii + 555 hlm.
- Rajakumar, C.P. & J. Ebanasar. 2008. Studies on the ichthyotoxic properties of toxins from echinoderms. *Journal of Basic and Applied Biology*. **2**(3 & 4): 1--13.
- Rao, D.S., D.B. James & K.G. Girijavallabhan. 1985. Biototoxicity in echinoderms. *J. Mar. Biol. Ass.* **27**(1 & 2): 88--96.
- Recreational Boating & Fishing Foundation (RBFF). 1998a. 3 hlm. http://www.rbff.org/uploads/Resources_section/Tip_Sheets/when_to_fish.pdf, 20 juni 2011, pk. 20.15.
- Recreational Boating & Fishing Foundation (RBFF). 1998b. 7 hlm. http://www.rbff.org/uploads/Resources_section/Tip_Sheets/factors_for_finding_saltwater_fish, 21 juni 2011, pk. 16.54.
- Schultz, J. C. 2011. Herbivory and plant defenses. 2 hlm. <http://www.biologyreference.com/Gr-Hi/Herbivory-and-Plant-Defenses.html>, 30 Mei 2011, pk. 07.00.
- Schupp, P. 2000. Structure elucidation, biological activity and ecology of secondary metabolites from Micronesian marine invertebrates. Disertasi Sarjana S3 Bayerischen Julius-Maximilians-Universität, Würzburg: viii+202 hlm.
- Selvin, J. & A.P. Lipton. 2004. Antifouling activity of bioactive substances extracted from *Holothuria scabra*. *Hydrobiologica*. (513): 251--253.
- Srivastava, S., M.M. Gupta, V. Prajapati, A.K. Tripathi & S. Kumar. 2001. Sesamin a potent antifeedant principle from *Piper mullesua*. *Phytother. Res.* **15**: 70--72.
- Suhanda, A. 2001. Pemanfaatan potensi limbah jeroan teripang sebagai bahan untuk pakan ternak. Skripsi S1 Program Studi Teknologi Hasil Perikanan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor: vii + 46 hlm.

- Suriyanto. 2010. Uji toksisitas ekstrak teripang (*Holothuria spp.*) dari Pulau Penjaliran Timur Taman Laut Nasional Kepulauan Seribu Jakarta menggunakan *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT). Skripsi Sarjana S1 Departemen Biologi FMIPA Universitas Indonesia, Depok: xiii + 55 hlm.
- Tamat, S.R., T. Wikananta & L.S. Maulina. 2007. Aktivitas antioksidan dan toksisitas senyawa bioaktif dari ekstrak rumput laut hijau *Ulva reticulata* Forsskal. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. **5**(1): 31--36.
- Wright, A.E. 1998. Isolation of marine natural products. *Dalam*: Cannel, R.J.P. (ed.). 1998. *Methods in biotechnology: Natural products isolation*. Humana Press Inc., New Jersey: 365--408.
- Wu, M., S. Xu, J. Zhao, H. Kang & H. Ding. 2010. Physicochemical characteristics and anticoagulant activities of low molecular weight fractions by free-radical depolymerization of a fucosylated chondroitin sulphate from sea cucumber *Thekenata ananas*. *Food Ches*. **2010**: 1--8.
- Yusron, E. 2004. Sumberdaya teripang di perairan Tanjung Pai Padaido Biak Numfor Papua. *Makara. Sains*. **8**(3): 123--127.

Lampiran 1
Komposisi Nutrijell

Nama produk	Komposisi
Nutrijell tanpa rasa (<i>plain</i>)	Karagenan Bubuk konnyaku Frukto oligosakarida Vitamin D Kalsium

Lampiran 2
Komposisi pelet ikan laut komersil

Nama produk	Komposisi
Mulia	Protein Serat Lemak Moisture

Lampiran 3

Warna ekstrak kasar berdasarkan standar warna ACE-Paint

[Sumber: Dokumentasi pribadi.]



Lampiran 4
Perhitungan kuantifikasi

- Penentuan volume air yang digunakan untuk pembuatan pelet pengujian (2,5 gr pelet komersial + 4,5 gr serbuk jeli)

Berat bersih 1 kemasan Nutrijell : 15 gr

Volume penyajian 1 kemasan Nutrijell : 700 mL

berarti 1 gr serbuk jeli \approx 46 mL air, maka 4,5 gr serbuk jeli \approx 207 mL air

- Kuantifikasi berat ekstrak yang digunakan untuk pembuatan pelet uji

$\frac{\text{gr crude extract keseluruhan}}{\text{volume hewan yang diekstraksi}} = \frac{\text{gr crude extract dalam pelet}}{\text{volume agar + makanan ikan}}$
--

- Kuantifikasi ekstrak kasar *H. atra*

$$\frac{13,4 \text{ gr}}{1212 \text{ mL}} = \frac{\text{berat ekstrak}}{207 \text{ mL}} \longrightarrow 1,75 \text{ gr}$$

- Kuantifikasi ekstrak kasar *B. marmorata*

$$\frac{5,6 \text{ gr}}{1212 \text{ mL}} = \frac{\text{berat ekstrak}}{207 \text{ mL}} \longrightarrow 0,7 \text{ gr}$$

Lampiran 5

**Analisis Data Pengujian *Antifeedant* Ekstrak Kasar *H. atra* dengan Uji
Jumlah-Jenjang Wilcoxon**

No	Jumlah pelet yang dimakan			
	Kontrol	R ₁	Uji	R ₂
1	18	10	0	3
2	6	8	0	3
3	9	9	1	6.5
4	19	11	0	3
5	20	13	0	3
6	20	13	0	3
7	20	13	1	6.5
Total		77		28

- Dari tabel tersebut, jumlah jenjang terkecil adalah $R = R_1 = R_2 = 28$. Untuk $n_1 = 7$ dan $n_2 = 7$ dari nilai tabel R diperoleh $R_{7,7,0,05} = 36$ dan $R_{7,7,0,01} = 32$.
- Kriteria: H_0 diterima apabila $R_{hitung} \geq R_\alpha$
 H_0 ditolak apabila $R_{hitung} < R_\alpha$
- H_0 = mean kedua populasi sama
 H_1 = mean kedua populasi berbeda
- $R_{hitung} = 28 < R_{0,01}$ maka H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan antara pelet kontrol dengan pelet uji *H. atra*.

Analisis Data Pengujian Antifeedant Ekstrak Kasar *B. marmorata* dengan Uji Jumlah-Jenjang Wilcoxon

No	Jumlah pelet yang dimakan			
	Kontrol	R ₁	Uji	R ₂
1	18	10	9	7.5
2	6	6	4	5
3	9	7.5	11	9
4	19	11	0	1.5
5	20	13	0	1.5
6	20	13	2	3.5
7	20	13	2	3.5
Total		73.5		31.5

- Dari tabel tersebut, jumlah jenjang terkecil adalah $R = R_1 = R_2 = 31.5$ Untuk $n_1 = 7$ dan $n_2 = 7$ dari nilai tabel R diperoleh $R_{7,7,0,05} = 36$ dan $R_{7,7,0,01} = 32$.
- Kriteria: H_0 diterima apabila $R_{hitung} \geq R_\alpha$
 H_0 ditolak apabila $R_{hitung} < R_\alpha$
- H_0 = mean kedua populasi sama
 H_1 = mean kedua populasi berbeda
- $R_{hitung} = 31.5 < R_{0,01}$ maka H_0 ditolak yang berarti terdapat perbedaan antara pelet kontrol dengan pelet uji *B.marmorata*.

Lampiran 6

Tabel nilai R untuk uji jumlah-jenjang Wilcoxon

[Sumber: Djarwanto 2003: 101.]

Tabel III
Tabel Nilai R
Untuk Uji Jumlah Jenjang Wilcoxon

n_1	n_2	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$												
2	8	3	-	5	6	18	16	8	11	35	49	12	13	119	109
2	9	3	-	5	7	20	16	8	12	58	51	12	14	123	112
2	10	3	-	5	8	21	17	8	13	60	53	12	15	127	115
2	11	3	-	5	9	22	18	8	14	62	54	12	16	131	119
2	12	4	-	5	10	23	19	8	15	65	56	12	17	135	122
2	13	4	-	5	11	24	20	8	16	67	58	12	18	139	125
2	14	4	-	5	12	26	21	8	17	70	60	12	19	143	129
2	15	4	-	5	13	27	22	8	18	72	62	12	20	147	132
2	16	4	-	5	14	28	22	8	19	74	64	13	13	136	125
2	17	5	-	5	15	29	23	8	20	77	66	13	14	141	129
2	18	5	-	5	16	30	24	9	9	62	56	13	15	145	133
2	19	5	3	5	17	32	25	9	10	65	58	13	16	150	136
2	20	5	3	5	18	33	26	9	11	68	61	13	17	154	140
3	5	6	-	5	19	34	27	9	12	71	63	13	18	158	144
3	6	7	-	5	20	35	28	9	13	73	65	13	19	163	148
3	7	7	-	6	6	26	23	9	14	76	67	13	20	167	151
3	8	8	-	6	7	27	24	9	15	79	69	14	14	160	147
3	9	8	6	6	8	29	25	9	16	82	72	14	15	164	151
3	10	9	6	6	9	31	26	9	17	84	74	14	16	169	155
3	11	9	6	6	10	32	27	9	18	87	76	14	17	174	159
3	12	10	7	6	11	34	28	9	19	90	78	14	18	179	163
3	13	10	7	6	12	35	30	9	20	93	81	14	19	183	168
3	14	11	7	6	13	37	31	10	10	78	71	14	20	188	172
3	15	11	8	6	14	38	32	10	11	81	73	15	15	184	171
3	16	12	8	6	15	40	33	10	12	84	76	15	16	190	175
3	17	12	8	6	16	42	34	10	13	88	79	15	17	195	180
3	18	13	8	6	17	43	36	10	14	91	81	15	18	200	184
3	19	13	9	6	18	45	37	10	15	94	84	15	19	205	189
3	20	14	9	6	19	46	38	10	16	97	86	15	20	210	193
4	4	10	-	6	20	48	39	10	17	100	89	16	16	211	196
4	5	11	-	7	7	36	32	10	18	103	92	16	17	217	201
4	6	12	10	7	8	38	34	10	19	107	94	16	18	222	206
4	7	13	10	7	9	40	35	10	20	110	97	16	19	228	210
4	8	14	11	7	10	42	37	11	11	96	87	16	20	234	215
4	9	14	11	7	11	44	38	11	12	99	90	17	17	240	223
4	10	15	12	7	12	46	40	11	13	103	93	17	18	246	228
4	11	16	12	7	13	48	41	11	14	106	96	17	19	252	234
4	12	17	13	7	14	50	43	11	15	110	99	17	20	258	239
4	13	18	13	7	15	52	44	11	16	113	102	18	18	270	252
4	14	19	14	7	16	54	46	11	17	117	105	18	19	277	258
4	15	20	15	7	17	56	47	11	18	121	108	18	20	283	263
4	16	21	15	7	18	58	49	11	19	124	111	19	19	303	283
4	17	21	16	7	19	60	50	11	20	128	114	19	20	309	289
4	18	22	16	7	20	62	52	12	12	115	105	20	20	337	315
4	19	23	17	8	8	49	53	-	-	-	-	-	-	-	-
4	20	24	18	8	9	51	45	-	-	-	-	-	-	-	-
5	5	17	15	8	10	53	47	-	-	-	-	-	-	-	-