



UNIVERSITAS INDONESIA

**RESPONS IKAN KARANG PADA UJI ANTIFEEDANT
EKSTRAK KASAR NUDIBRANCIA *Phyllidiella pustulosa* DI
PERAIRAN PULAU PRAMUKA, KEPULAUAN SERIBU, DKI
JAKARTA**

SKRIPSI

EUREKA AMADEA

1306404355

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

DEPARTEMEN BIOLOGI

DEPOK

JUNI 2017



UNIVERSITAS INDONESIA

**RESPONS IKAN KARANG PADA UJI ANTIFEEDANT
EKSTRAK KASAR NUDIBRANCIA *Phyllidiella pustulosa* DI
PERAIRAN PULAU PRAMUKA, KEPULAUAN SERIBU, DKI
JAKARTA**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

EUREKA AMADEA

1306404355

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

DEPARTEMEN BIOLOGI

DEPOK

JUNI 2017

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Eureka Amadea

NPM : 1306404355

Tanda tangan : 

Tanggal : 19 Juni 2017

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Eureka Amadea
NPM : 1306404355
Program Studi : Biologi
Judul Skripsi : Respons Ikan Karang pada Uji *Antifeedant* Ekstrak
Kasar Nudibranchia *Phyllidiella pustulosa* 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 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.

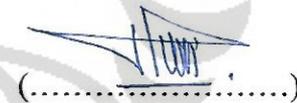
DEWAN PENGUJI

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



(.....)

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



(.....)

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



(.....)

Penguji II : Dimas Haryo Pradana, S.Si, M.Si.



(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 19 Juni 2017

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, kemurahan dan kasih setia-Nya hingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Penulis telah menerima banyak bimbingan, bantuan dan dorongan selama penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. rer. nat. Yasman, M.Sc. selaku pembimbing I dan Drs. Wisnu Wardhana, M.Si. selaku pembimbing II atas waktu, ilmu, dan kesabaran serta bimbingan yang senantiasa diberikan kepada penulis selama masa penelitian hingga penulisan skripsi.
2. Dr. rer. nat. Mufti Petala Patria, M.Sc. dan Dimas Haryo Pradana, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji serta Drs. Erwin Nurdin, M.Si. selaku ketua sidang atas masukan, saran, dan kritik yang membangun.
3. Dra. Sitaresmi, M.Sc selaku pembimbing akademik dan kepada seluruh dosen pengajar Departemen Biologi FMIPA UI atas bimbingan dan ilmu yang diberikan selama penulis menjalankan perkuliahan.
4. Dr. Andi Salamah selaku Kaprodi S1 Departemen Biologi atas atensi dan bimbingan selama masa perkuliahan penulis.
5. Asri Martini, S.Si, Pak Arief dan Pak Taryana serta seluruh karyawan Departemen Biologi FMIPA UI atas bimbingan, bantuan, serta kebaikan hati kepada penulis selama perkuliahan.
6. Mama dan Mamabeth atas cinta, doa dan dukungannya bagi penulis, serta seluruh keluarga besar LM Sianturi atas dorongan, motivasi, dan bantuan baik secara moril dan materil dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Abah Sairan atas waktu yang dikorbankan, ilmu dan bantuan yang diberikan, serta kesabaran dalam mendampingi penulis selaku mentor di lapangan.
8. Bang Kahfi yang telah menjadi teman sekaligus mentor yang telah berbagi waktu, ilmu dan nasehat, serta canda tawa selama penelitian di lapangan.
9. Om Bagong, Om Yohanes, Pak Satibi, serta seluruh anggota Taman Nasional Kepulauan Seribu atas keramahan, keterbukaan, dan bantuan bagi penulis selama berada di Pulau Pramuka.

10. Ismail S. Alaydrus dan Faqih Al-Wahby sebagai teman berharga yang telah membantu dan mencerikan hari-hari di lapangan saat pengumpulan sampel, dan untuk dorongan dan semangat yang terus diberikan hingga penulisan skripsi.
11. Rekan penelitian Athiyya Nasywa dan Andrianto Setiawan yang selalu sempat berbagi canda tawa ditengah-tengah kesibukan, serta untuk kebersamaan dan kerjasama yang saling melengkapi kelebihan dan kekurangan masing-masing.
12. Keluarga besar SIGMA – B UI yang senantiasa berbagi rasa cinta pada laut, berbagi mimpi, dan berbagi ilmu sambil mengembangkan sirip bersama.
13. Teman-teman Gengstar: Emil, Tami, Arba, Emira, Xylen, Hanum, Vita, Yuni, Vania dan Findra untuk suka duka yang kita lalui bersama, serta untuk kebersamaan dan kenangan berharga selama masa perkuliahan.
14. Sahabat penulis: Lestari Putri, Elvenza Natasha, Adimas Bagus dan Wesley Secada untuk kejenuhan kalian yang menghibur.
15. Batman.

Serta untuk seluruh pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu, saya mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan di masa depan, khususnya di bidang kelautan.

Depok, Juni 2017

Penulis

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

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

Nama : Eureka Amadea
NPM : 1306404355
Program Studi : Sarjana
Departemen : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

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

Respons Ikan Karang pada Uji *Antifeedant* Ekstrak Kasar Nudibranchia *Phyllidiella pustulosa* di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari 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 : 19 Juni 2017

Yang menyatakan



(Eureka Amadea)

ABSTRAK

Nama : Eureka Amadea
Program Studi : Biologi
Judul Skripsi : Respons Ikan Karang pada Uji *Antifeedant* Ekstrak Kasar Nudibranchia *Phyllidiella pustulosa* di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta

Phyllidiella pustulosa merupakan Nudibranch yang minim pertahanan fisik dan menggunakan senyawa kimiawi sebagai bentuk pertahanan diri. Pengujian *antifeedant* ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa* telah dilakukan di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta untuk mengetahui respons ikan karang secara spesifik terhadap uji tersebut. Sampel *Phyllidiella pustulosa* diambil sebanyak 81 individu dengan volume 153,5 mL dan diekstrak dengan metanol. Ekstrak kasar yang diperoleh yaitu sebanyak 9,04 g dengan konsentrasi fisiologis 60 mg/mL. Hasil analisis *Chi-Square* ($\alpha = 0,01$) menunjukkan adanya aktivitas *antifeedant* terhadap ikan karang. Spesies ikan *Chromis verator*, *Acanthochromis polychantus*, dan *Amblyglyphidodon aureus* mampu mentolerir dan memakan pakan uji walau dalam jumlah sangat sedikit.

Kata kunci : *antifeedant*, ekstraksi, ekstrak kasar, Kepulauan Seribu DKI Jakarta, *Phyllidiella pustulosa*

xii + 52 hlm : 12 gambar, 7 lampiran, 6 tabel
Daftar acuan : 41 (1988--2016)

ABSTRACT

Name : Eureka Amadea
Major : Biology
Title : Reef Fish Response to Antifeedant Assay of Crude Extracts of Nudibranchia *Phyllidiella pustulosa* in Pramuka Island Waters, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta

Phyllidiella pustulosa is a Nudibranch which has limited physical defense, thus it uses chemical metabolites to defend itself. Experimental study to assess the antifeedant effect of crude extract of *Phyllidiella pustulosa* was carried out at Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta to observe specific reef fish response. *Phyllidiella pustulosa* were collected as much as 81 individuals with volume of 153.5 mL and extracted using methanol. Crude extract yielded was 9.04 g with physiological concentration of 60 mg/mL. *Chi-square* analysis ($\alpha = 0,01$) result showed antifeedant activities toward reef fish. The Species *Chromis verator*, *Acanthochromis polychantus*, and *Amblyglyphidodon aureus*, were able to tolerate and eat some treatment assays although it was very few in numbers.

Keywords : antifeedant, crude extract, extract, Kepulauan Seribu DKI Jakarta, *Phyllidiella pustulosa*

xii + 52 pages : 7 appendixes, 12 pictures, 6 tables

Bibliography : 41 (1988--2016)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gastropoda	5
2.2 <i>Phyllidiela pustulosa</i>	6
2.2.1 Morfologi	7
2.2.2 Anatomi.....	9
2.2.3 Kandungan Senyawa Metabolit	10
2.3 <i>Antifeedant</i>	11
2.4 Respons Predator	12
2.5 Ekstraksi.....	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	15
3.2 Alat.....	15
3.3 Bahan	16
3.4 Metode Penelitian	16

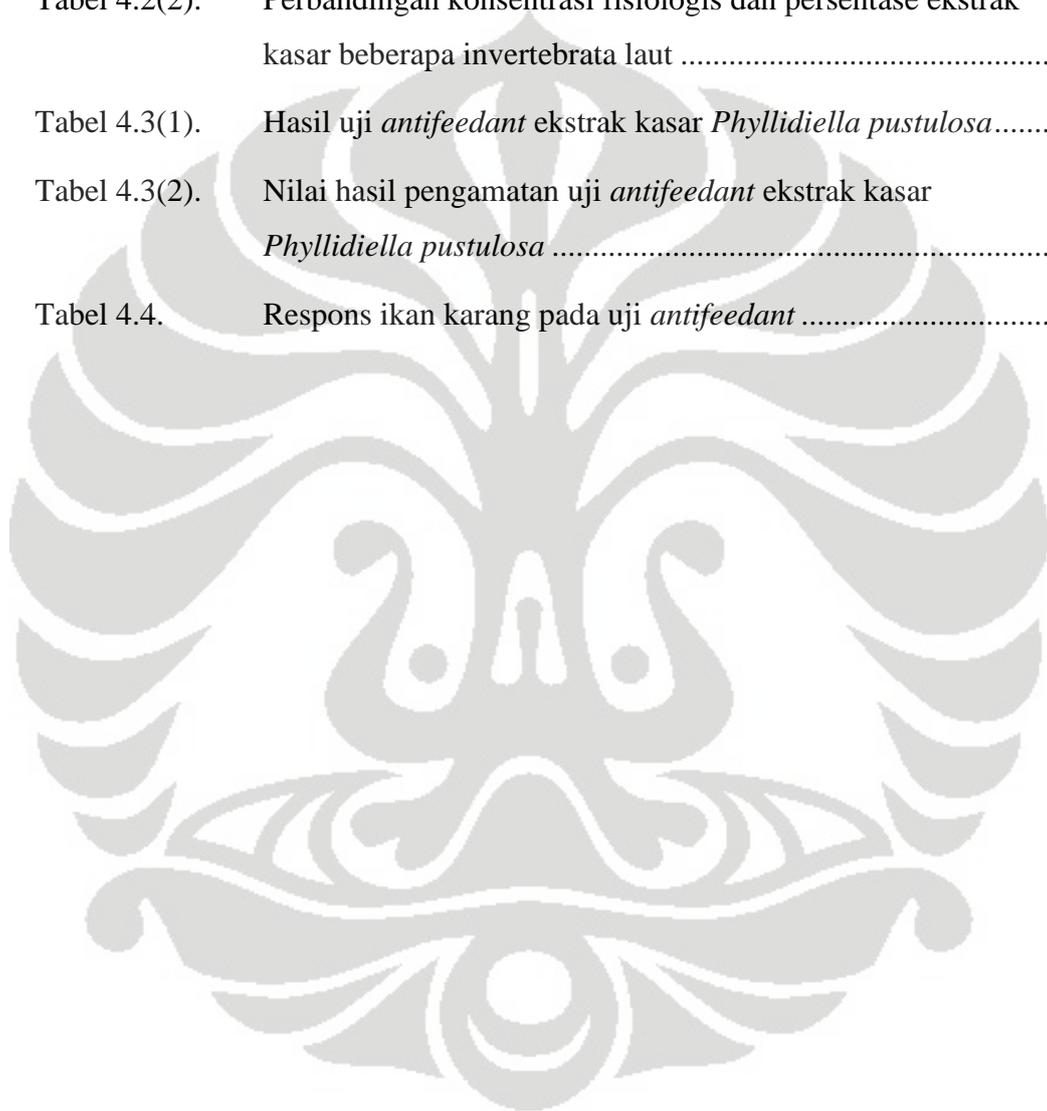
3.4.1	Pengambilan sampel dan pengukuran volume <i>Phyllidiella pustulosa</i>	16
3.4.2	Ekstraksi	16
3.4.3	Kuantifikasi	19
3.4.4	Pembuatan pakan.....	19
3.4.5	Pengujian aktivitas <i>antifeedant</i>	20
3.4.6	Analisis data	22
3.4.7	Pengamatan respons ikan di lapangan.....	24
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Sampel <i>Phyllidiella pustulosa</i>	25
4.2	Ekstrak <i>Phyllidiella pustulosa</i>	27
4.3	Uji <i>Antifeedant</i>	29
4.4	Respons Ikan Karang pada Uji <i>Antifeedant</i>	31
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
DAFTAR ACUAN.....		40
LAMPIRAN.....		405

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2.	<i>Phyllidiella pustulosa</i>	7
Gambar 2.2.1.	Morfologi <i>Phyllidiella</i> secara umum	8
Gambar 2.2.2.	Anatomi <i>Phyllidiella pustulosa</i>	10
Gambar 3.1.	Lokasi pengujian.....	15
Gambar 3.4.2.	Skema ekstraksi <i>Phyllidiella pustulosa</i>	18
Gambar 3.4.5(1).	Skema pengujian di lapangan	21
Gambar 3.4.5(2).	Percobaan uji <i>antifeedant</i> di lapangan.....	22
Gambar 4.1(1).	<i>Phyllidiella pustulosa</i> di alam	25
Gambar 4.1(2).	Kisaran panjang tubuh sampel <i>Phyllidiella pustulosa</i> di perairan Pulau Pramuka	26
Gambar 4.2.	Ekstrak kasar <i>Phyllidiella pustulosa</i>	28
Gambar 4.4(1).	Ikan karang (Pomacentridae) yang merespon pakan buatan	34
Gambar 4.4(2).	Ikan karang (Labridae) yang merespon pakan buatan	35

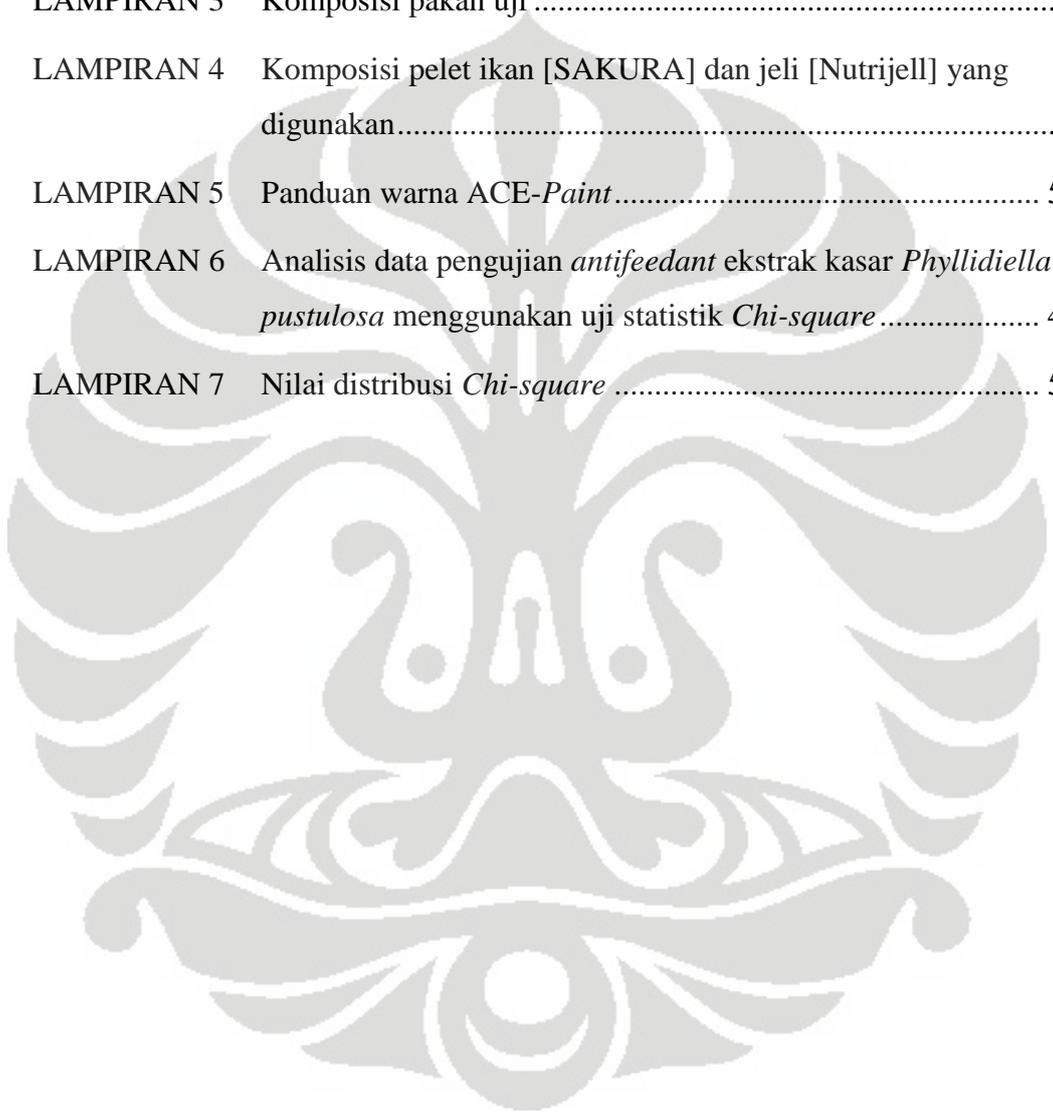
DAFTAR TABEL

Tabel 3.4.6.	Tabel 2 x 3 hasil pengamatan respons ikan karang terhadap uji antifeedant ekstrak kasar <i>Phyllidiella pustulosa</i>	22
Tabel 4.2(1).	Karakteristik ekstrak kasar <i>Phyllidiella pustulosa</i>	27
Tabel 4.2(2).	Perbandingan konsentrasi fisiologis dan persentase ekstrak kasar beberapa invertebrata laut	28
Tabel 4.3(1).	Hasil uji antifeedant ekstrak kasar <i>Phyllidiella pustulosa</i>	30
Tabel 4.3(2).	Nilai hasil pengamatan uji antifeedant ekstrak kasar <i>Phyllidiella pustulosa</i>	31
Tabel 4.4.	Respons ikan karang pada uji antifeedant	32



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Perhitungan konsentrasi fisiologis dan persentase ekstrak kasar <i>Phyllidiella pustulosa</i>	45
LAMPIRAN 2	Perhitungan kuantifikasi ekstrak <i>Phyllidiella pustulosa</i>	46
LAMPIRAN 3	Komposisi pakan uji	47
LAMPIRAN 4	Komposisi pelet ikan [SAKURA] dan jeli [Nutrijell] yang digunakan.....	48
LAMPIRAN 5	Panduan warna ACE- <i>Paint</i>	529
LAMPIRAN 6	Analisis data pengujian <i>antifeedant</i> ekstrak kasar <i>Phyllidiella pustulosa</i> menggunakan uji statistik <i>Chi-square</i>	490
LAMPIRAN 7	Nilai distribusi <i>Chi-square</i>	522



BAB 1 PENDAHULUAN

Setiap organisme memiliki sistem pertahanan diri, baik berupa pertahanan fisik maupun kimiawi. Pertahanan fisik dapat berupa sisik atau cangkang, sedangkan pertahanan kimia dapat bertindak sebagai kompensasi minimnya pertahanan fisik, yaitu dalam bentuk senyawa metabolit sekunder dalam jaringan tubuh organisme. Senyawa metabolit sekunder terdapat dalam seluruh organisme laut, yang boleh jadi berfungsi sebagai pertahanan diri. Invertebrata laut yang menggunakan senyawa metabolit sekunder untuk pertahanan diri di antaranya yaitu spons, *cnidarian*, beberapa kelompok Mollusca, dan Tunicata, sedangkan organisme laut yang memiliki mobilitas tinggi seperti cumi dan sotong, atau memiliki cangkang, pada umumnya tidak menggunakan senyawa metabolit sekunder dalam pertahanan dirinya (Pawlik 1993: 1). Senyawa metabolit sekunder dapat berperan dalam pertahanan diri dalam bentuk *antifeedant*. *Antifeedant* merupakan senyawa kimiawi yang dapat mencegah atau menghambat pemangsa dengan cara memengaruhi selera makan organisme predator (Mahardika dkk. 2014: 213--214).

Uji aktivitas *antifeedant* telah dilakukan sebelumnya pada invertebrata laut. Penelitian uji aktivitas *antifeedant* menggunakan ekstrak *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* dari Filum Echinodermata Kelas Holothuroidea (Tursina 2011: 29--36) menunjukkan bahwa keduanya memiliki senyawa yang dapat berperan sebagai *antifeedant* terhadap ikan karang. Uji *antifeedant* menggunakan ekstrak *Archaster typicus*, *Culcita novaeguineae*, dan *Linckia laevigata* juga menunjukkan aktivitas *antifeedant* terhadap ikan karang (Djuniarti 2013: 35--45; Amini 2013: 27--36; Annisa 2013: 30--38). Pengujian *antifeedant* lain yang menunjukkan hasil positif yaitu menggunakan *Capillaster sentosus* dari Kelas Crinoidea (Dhiba 2016: 40--49). Penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa beberapa predator memiliki respons berbeda dari predator lainnya.

Selain Echinodermata, Mollusca merupakan filum yang telah banyak dipelajari dalam penelitian mengenai aktivitas *antifeedant* pada invertebrata. Sebagian besar organisme dalam Filum Mollusca memiliki pertahanan fisik

berupa cangkang. Akan tetapi, Nudibranchia, yang termasuk dalam Sub-kelas Opisthobranchia, merupakan organisme yang bertubuh lunak dan tidak memiliki cangkang. Minimnya pertahanan fisik tersebut menyebabkan Nudibranchia tampak lebih rentan terhadap predator seperti ikan karang, sehingga diperlukan produksi senyawa metabolit sekunder untuk melindungi diri (Pawlik 1993: 6--9).

Penelitian mengenai uji *antifeedant* pada Mollusca sebelumnya telah dilakukan oleh Pawlik dan Kernan pada tahun 1988 (*lihat* Pawlik dkk. 1988: 99--109). Ekstrak senyawa metabolit dari nudibranch *Hexabranhus sanguineus* disajikan dalam bentuk pakan terhadap ikan karang *Thalassoma lunare* dan kepiting *Dardanus megistos* dalam akuarium. Pawlik dan Kernan mengamati bahwa predator menolak memakan pakan yang mengandung ekstrak dan hanya memakan pakan kontrol saja.

Uji ekstrak *antifeedant* dari Nudibranchia *Phyllidia varicosa*, *P. elegans*, dan *Phyllidiella pustulosa* telah dilakukan oleh Ritson-Williams dan Paul (Ritson-Williams & Paul 2007: 29--39). Pada pengujian ini, ikan karang lebih memilih untuk memakan pakan kontrol. Beberapa ikan mencoba memakan pakan yang mengandung ekstrak, tetapi kemudian dimuntahkan kembali. Kandungan beberapa senyawa metabolit yang sama ditemukan pada *Phyllidiella granulatus* dan spons mangsanya, *Acanthella cavernosa*. Hal ini mengindikasikan bahwa Nudibranchia mendapatkan metabolit sekunder dari spons yang dimakannya.

Phyllidiella pustulosa telah dilaporkan memiliki senyawa beracun yaitu terpen isosianida (Garson dkk. 2000: 329; Yasman 2006: 16--17). *Phyllidiella pustulosa* dipelihara di dalam akuarium hingga spons mangsa habis, kemudian diekstrak dan dilihat kandungan senyawa metabolit sekunder yang dimilikinya. Hasil ekstraksi menunjukkan bahwa *Phyllidiella pustulosa* mengandung senyawa terpen isosianida. Penelitian-penelitian tersebut telah membahas kandungan senyawa *antifeedant* dalam *P. pustulosa*, tetapi, pengamatan terhadap respons predator terhadap aktivitas *antifeedant* itu sendiri belum banyak dilakukan.

Kepulauan Seribu merupakan tempat dimana Nudibranchia berpotensi untuk ditemukan. Empat belas spesies Nudibranchia dari Famili Phyllididae pernah ditemukan di terumbu perairan sekitar Pulau Pramuka, Pulau Panggang, Pulau Semak Daun, Karang Lebar, dan Pulau Pandan, termasuk di antaranya

Phyllidiella pustulosa, *P. nigra*, *P. zeylanica*, *Phyllidia ocellata* dan *P. elegans*, (Yasman 2002: 4--6; Yasman 2006: 30). Meskipun tampak rentan karena banyaknya pemangsa di perairan Kepulauan Seribu, Phyllidiidae khususnya *P. pustulosa* masih umum ditemukan, sehingga uji *antifeedant* dan respons predator menarik untuk diamati.

Predator memiliki beragam respons terhadap mangsanya, dimulai dari memakan mangsa yang ada hingga habis tanpa sisa hingga menolak memakan sama sekali. Apabila senyawa bersifat *deterrent* terhadap predator tertentu, maka predator akan menyerang mangsa terlebih dahulu, tetapi tidak mampu menghabiskan mangsa atau malah memuntahkan makanannya kembali. Apabila senyawa bersifat *repellent*, predator mungkin mendekat tetapi tidak akan memakan mangsa sama sekali (Ritson-Williams & Paul 2007: 29--39; Tursina 2011: 29--36). Respons predator terhadap kandungan senyawa *antifeedant* dalam *P. pustulosa* belum banyak dilaporkan. Adanya kandungan senyawa terpen sianida mungkin memunculkan respons dari predator yang berbeda dari penelitian sebelumnya yang menggunakan ekstrak Echinodermata sebagai bahan uji.

Penelitian uji *antifeedant* menggunakan ekstrak kasar *P. pustulosa* yang telah dilakukan sebelumnya oleh Ritson-Williams & Paul (2007: 29--39), akan tetapi penelitian tersebut menggunakan beberapa spesies Nudibranchia dan lebih mengarah ke percobaan kesukaan predator terhadap warna pakan dan tidak mendeskripsikan respons predator terhadap uji *antifeedant* yang dilakukan. Uji *antifeedant* yang dilakukan oleh Pawlik & Kernan (Pawlik dkk. 1988: 99--109) menggunakan ekstrak *Hexabranhus sanguineus*. Penelitian tersebut memiliki kekurangan yaitu hanya dilakukan di akuarium dan hanya menggunakan dua jenis predator, sehingga responsnya tidak dipaparkan dengan jelas. Pengamatan di akuarium memiliki kekurangan yaitu perbedaan kondisi, nutrisi, dan ketersediaan pakan yang tidak serupa dengan pengamatan langsung di alam. Pengamatan respons predator terhadap ekstrak senyawa metabolit sekunder dari *P. pustulosa* di alam belum dilaporkan secara detail. Oleh karena itu, perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai hal tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji aktivitas *antifeedant* ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa* terhadap ikan karang serta melihat respons spesifik dari

ikan karang pada aktivitas *antifeedant* yang diujikan. Hasil penelitian diharapkan dapat membantu pemanfaatan ekstrak Nudibranchia dalam bidang farmasi, serta dapat membantu penelitian lebih lanjut dalam bidang ekologi laut khususnya mengenai predasi Nudibranchia. Hipotesis penelitian yaitu ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa* memiliki aktivitas *antifeedant* terhadap pemangsa oleh ikan karang di perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Ikan karang akan memberikan respons yang berbeda dari penelitian sebelumnya yang menggunakan organisme laut selain Phyllidiidae.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gastropoda

Gastropoda merupakan kelas dari Filum Mollusca yang sangat beragam baik dilihat dari bentuk maupun habitatnya. Seperti hewan Mollusca lainnya, Gastropoda merupakan hewan triploblastik yang memiliki rongga tubuh (coelomata), bertubuh lunak, tidak bersegmen, dan memiliki masa viseral. Tubuh Gastropoda terbagi menjadi empat bagian, yaitu kepala, masa viseral, kaki dan mantel. Kaki pada Gastropoda berfungsi untuk bergerak, baik untuk merangkak, berenang, maupun membenamkan diri. Gastropoda merupakan satu-satunya kelompok Mollusca yang dapat ditemukan di darat. Gastropoda akuatik pada umumnya hidup secara bentik (Puranik & Bhate 2007: 361--407).

Berbeda dengan kelompok Mollusca lainnya, Gastropoda memiliki bentuk asimetri. Hal ini disebabkan karena pada masa perkembangannya, larva Gastropoda mengalami *coiling* atau perputaran cangkang sehingga tubuhnya tidak lagi simetri bilateral. Setelah mengalami *coiling*, Gastropoda akan mengalami torsi, yaitu perputaran masa viseral dari posterior ke anterior. Torsi berfungsi dalam memberi keseimbangan yang lebih baik untuk Gastropoda. Pada beberapa juvenil, seperti pada Nudibranchia, cangkang dapat tereduksi atau menghilang (Puranik & Bhate 2007: 399--407).

Odontofor dengan radula yang berupa sederetan gigi terdapat pada rongga mantel. Radula berfungsi untuk merusak daun atau melubangi mangsa dan membantu proses makan. Sistem pencernaan Gastropoda terdiri dari faring, esofagus, lambung, usus dan anus. Respirasi sebagian besar kelompok hewan Gastropoda menggunakan insang (*ctenidia*), sedangkan sisanya menggunakan paru-paru (Puranik & Bhate 2007: 361--372).

Gastropoda dibagi menjadi tiga Subkelas yaitu Prosobranchia, Opisthobranchia, dan Pulmonata. Prosobranchia memiliki kaki berotot dan bernafas menggunakan insang. Cangkang pada umumnya berbentuk spiral. Opisthobranchia seluruhnya terdiri dari Gastropoda laut. Cangkang Prosobranchia pada umumnya

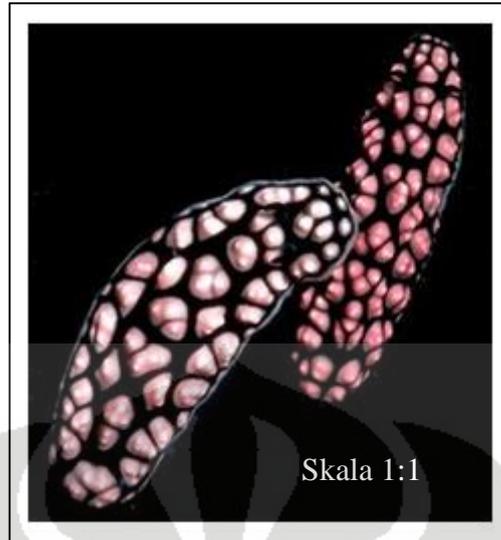
tereduksi. Pulmonata merupakan kelompok hewan Gastropoda yang bernafas menggunakan paru-paru (Puranik & Bhate 2007: 361--372).

Gastropoda laut memiliki wilayah distribusi geografis yang luas. Selain itu, Gastropoda laut juga berjumlah banyak dan mudah ditemukan maupun diambil, serta memiliki ketahanan terhadap sedimentasi dan toleran terhadap kontaminasi. Ciri-ciri tersebut menyebabkan Gastropoda dapat dijadikan sebagai bioindikator lingkungan dan banyak digunakan dalam penelitian terkait (Phillips & Rainbow 1994: 89--182). Beberapa spesies Gastropoda telah diteliti dan dilaporkan efektif sebagai bioindikator lingkungan, terutama pencemaran logam berat (Ubrihien 2012: 23--120). Gastropoda juga telah digunakan dalam penelitian mengenai *antifeedant* (Pawlik dkk. 1988: 99--109; Ritson-Williams & Paul 2007: 29--39; Yasman dkk. 2003: 1512--1514).

2.2 *Phyllidiella pustulosa*

Phyllidiella pustulosa merupakan Nudibranchia dari Subkelas Opisthobranchia, Famili Phyllidiidae (Gambar 2.2.). Klasifikasi *Phyllidiella pustulosa* adalah sebagai berikut [Sumber: WoRMS 2017: 1]:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Mollusca
Kelas	: Gastropoda
Subkelas	: Opisthobranchia
Ordo	: Nudibranchia
Famili	: Phyllidiidae
Genus	: <i>Phyllidiella</i>
Spesies	: <i>Phyllidiella pustulosa</i>



Gambar 2.2. *Phyllidiella pustulosa*
[Sumber: Brunckhorst 1993: 1]

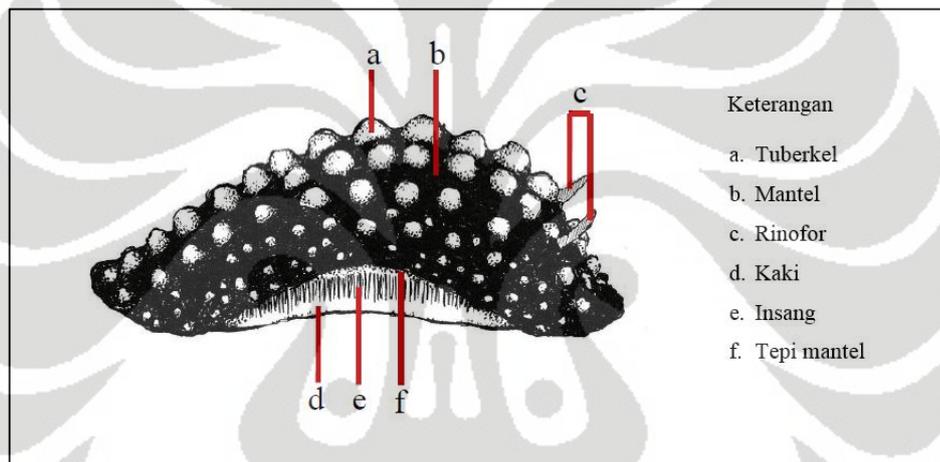
Phyllidiella pustulosa, bersama dengan *Phyllidia varicosa* dan *P. ocellata* merupakan spesies yang umum ditemukan di perairan tropis Indo-Pasifik. *Phyllidiella pustulosa* umum ditemukan di daerah dimana terdapat banyak terumbu karang hidup (Brunckhorst 1993: 6--7). *Phyllidiella pustulosa* yang merupakan predator spons ini juga umum ditemukan di Kepulauan Seribu, termasuk perairan di sekitar Pulau Pramuka. (Yasman 2002: 4--6; Yasman 2006: 30).

2.2.1 Morfologi

Spesies *nudibranch* dari Genus *Phyllidiella* (Gambar 2.2.1.) memiliki bentuk tubuh oval, agak keras, dan memiliki tuberkel pada bagian dorsal. Tuberkel dapat berdiri sendiri-sendiri atau berkelompok, atau membentuk garis. *Phyllidiella* memiliki rinofor pada bagian kepala, yaitu tentakel yang berfungsi sebagai kemosensor. Rinofor pada *Phyllidiella* berwarna krim hingga kuning keemasan. Sejumlah lamela terdapat pada rinofor. Lamela bersifat retraktil dan dapat digunakan sebagai acuan identifikasi pada individu dewasa. Bagian kaki *Phyllidiella* tertutup oleh tepian mantel yang lebar dan memiliki garis-garis hitam.

Anus terdapat pada bagian tengah dorsal (Brunckhorst 1993: 9--11; Newman dkk. 1994: 22--24).

Tidak seperti *nudibranch* lainnya, Phyllidiidae tidak memiliki rahang maupun radula, tetapi memiliki bulbus faring retraktil yang dapat melubangi spons mangsa. Phyllidiidae juga tidak memiliki insang primer, tetapi memiliki insang sekunder. Insang sekunder berbentuk segitiga datar yang salah satu ujungnya menempel pada bagian tubuh di antara kaki dan mantel secara ventrolateral, sedangkan ujung insang yang lain membulat dan menempel pada bagian bawah tubuh. Lembaran-lembaran insang terputus pada tempat dimana mulut dan bukaan reproduksi berada (Brunckhorst 1993: 9--11).



Gambar 2.2.1. Morfologi *Phyllidiella* secara umum
[Sumber: Rahimah 2016: 7. Telah diolah kembali]

Phyllidiella pustulosa mudah dikenali berdasarkan keberadaan kumpulan tuberkel pada bagian tengah tubuhnya yang berbentuk segitiga. Pada juvenil, tuberkel lebih rapat, sedangkan pada individu yang lebih besar, tuberkel nampak agak jarang. Tuberkel *P. pustulosa* dapat berwarna putih keabu-abuan hingga merah muda. Karakter lain yang mudah dikenali yaitu tepian mantel yang berwarna merah muda pucat atau hitam dan rinofor memiliki ujung berwarna hitam (Brunckhorst 1993: 49--54; Fahrner & Schrodler 2000: 472--474).

Phyllidiella annulata, *P. zeylanica* dan *P. granulata* merupakan spesies Nudibranchia dari Genus *Phyllidiella* yang mirip dengan *P. pustulosa*, sehingga

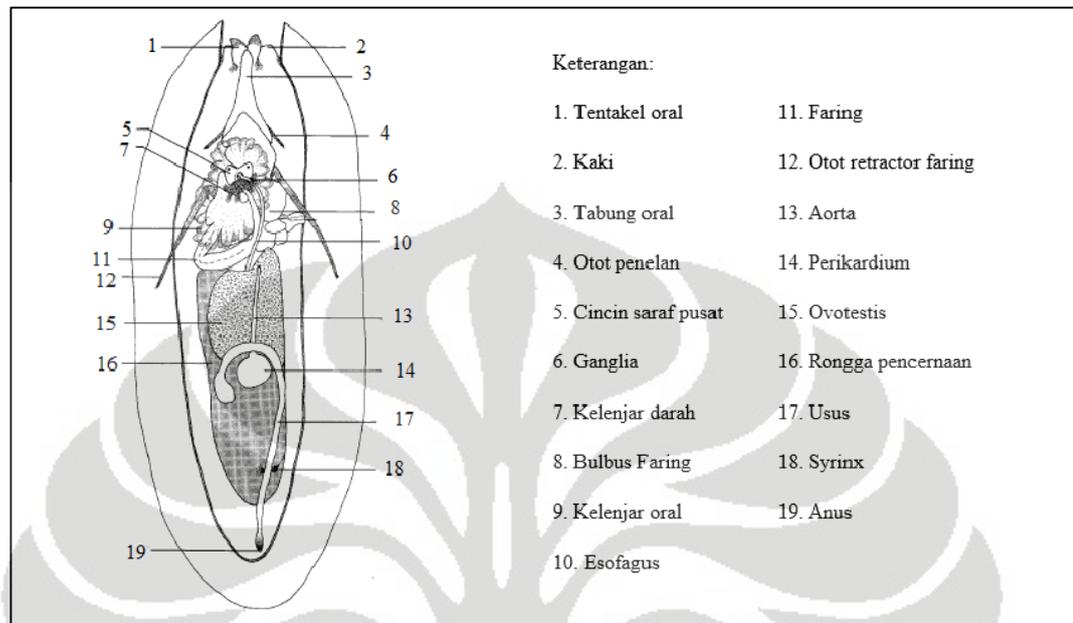
untuk membedakan keempat spesies tersebut butuh pengamatan yang cermat. Ketiga spesies tersebut dapat dibedakan berdasarkan bentuk tuberkel dan jumlah lamela. Berbeda dengan *P. pustulosa*, *P. anulata* memiliki cincin merah muda di sekitar tuberkel yang berujung runcing. *Phyllidiella zeylanica* memiliki tuberkel yang berkumpul membentuk garis-garis membujur sehingga tubuhnya terlihat seperti memiliki garis-garis hitam dan putih. *Phyllidiella granulata* memiliki tiga kelompok tuberkel pada bagian tengah seperti *P. pustulosa*, tetapi tuberkel *P. granulata* lebih runcing dan memiliki dasar berwarna abu-abu. Pada individu berukuran besar, keempat spesies ini dapat dibedakan dengan menghitung jumlah lamela pada rinofor yang dimilikinya (Brunckhorst 1993: 49--54).

2.2.2 Anatomi

Phyllidiella memiliki tabung oral yang lama kelamaan membesar seiring pertumbuhan membentuk bulbus faring. Bulbus faring dapat dikeluarkan ketika makan. Panjang bulbus faring dapat mencapai sepertiga hingga setengah panjang tubuh Nudibranchia. *Phyllidiella pustulosa* memiliki kelenjar-kelenjar berbentuk pipih seperti daun. Kelenjar-kelenjar tersebut dihubungkan dengan bulbus faring melalui saluran-saluran sempit. *Phyllidiella pustulosa* memiliki dua otot retraktor faring yang berasal dari bagian dorsal tubuh dan masuk ke dalam bulbus faring dari bagian posterior. Otot retraktor faring berbentuk ramping dan agak berliku. Makanan ditelan dan didorong ke dalam esofagus dengan bantuan otot oral atau otot penelan. Faring pada umumnya berbelok ke arah kiri dan kanan sebelum menyempit menjadi bentuk tubular dan melewati pusat syaraf. Pada *Phyllidiella*, panjang faring adalah dua kali panjang esofagus (Brunckhorst 1993: 17--18; Fahrner & Schrodler 2000: 470--471).

Cincin saraf pusat terhubung dengan ganglia yang merupakan pusat seluruh sistem saraf Nudibranchia. Usus melingkar melewati jaringan-jaringan pencernaan, melingkari perikardium ke arah posterior, kemudian melingkar ke arah anus. Bagian anal tubuh *P. pustulosa* ditutupi oleh jaringan berwarna abu-abu tua. Jaringan tersebut menutupi bursa *copulatrix* dan penis. Bursa *copulatrix* terhubung ke *receptaculum seminis* berwarna kecoklatan, sedangkan penis

terhubung ke vas deferens (Brunckhorst 1993: 17--18; Fahrner & Schrodl 2000: 470--471).



Gambar 2.2.2. Anatomi *Phyllidiella pustulosa*

[Sumber: Brunckhorst 1993: 12. Telah diolah kembali]

Phyllidiella merupakan hermafrodit sehingga memiliki ovotestis, tetapi tidak dapat membuahi dirinya sendiri. Fertilisasi pada *Phyllidiella* merupakan fertilisasi internal yang membutuhkan dua individu yang terlibat dalam proses *mating*. Pada penis terdapat barisan tonjolan yang disebut *penial spines*. *Penial spines* berfungsi dalam penetrasi (Sekizawa dkk. 2013: 4; Alqudah dkk. 2016: 167).

2.2.3 Kandungan Senyawa Metabolit

Phyllidiella memiliki kandungan senyawa toksik dalam tubuhnya. Senyawa tersebut merupakan terpen isosianida. Nudibranchia tidak dapat mensintesis sianida secara *de novo*, akan tetapi mampu mengakumulasi senyawa tersebut dalam tubuhnya melalui spons mangsa (Chang & Scheuer 1990: 227--233). *Phyllidiella* diketahui merupakan predator spesialis yang memangsa spons (Chanas & Pawlik 1995: 184). Penelitian mengenai kandungan senyawa toksik

tersebut telah dilakukan sebelumnya oleh Manzo dkk. (2004: 1701--1704) terhadap *Phyllidiella pustulosa*. Senyawa metabolit sekunder dalam tubuh *Phyllidiella pustulosa* paling banyak terdapat pada mantel bagian dorsal. Mantel bagian dorsal merupakan bagian tubuh Nudibranchia yang paling rentan terhadap serangan predator. Hal tersebut mungkin merupakan alasan mengapa Nudibranchia mengakumulasi senyawa metabolit sekunder pada bagian dorsal. Selain pada mantel, konsentrasi terpen isosianida yang tinggi juga ditemukan dalam organ pencernaan Nudibranchia (Pawlik dkk. 1988: 99--109).

Senyawa metabolit sekunder yang ditemukan pada *Phyllidiella pustulosa* berbeda dengan senyawa metabolit sekunder pada spesies Mollusca lainnya. Contoh senyawa lain yaitu 9-isosianopupukeanane yang terdapat dalam tubuh *Phyllidiella varicosa* (Yasman dkk. 2003: 1512--1514).

2.3 Antifeedant

Invertebrata laut yang minim pertahanan fisik membutuhkan pertahanan kimiawi dalam menghadapi pemangsa. Pertahanan kimiawi dapat berupa senyawa metabolit sekunder yang berfungsi sebagai *antifeedant*. *Antifeedant* merupakan senyawa kimiawi yang menghambat perilaku makan predator tanpa membunuh predator tersebut. *Antifeedant* dapat memiliki dua sifat, yaitu sebagai *deterrent* dan *repellent*. Senyawa yang bersifat *deterrent* menghambat pemangsa setelah terjadi kontak, sedangkan senyawa yang bersifat *repellent* menghentikan pemangsa sebelum terjadi kontak (Mansson 2005: 1--11). Kontak yang dimaksud dalam hal ini yaitu perilaku ikan menyentuh, menggigit, atau memuntahkan pakan. Apabila ikan tidak mampu menghabiskan pakan, atau memuntahkan kembali pakan, maka senyawa di dalam pakan bersifat *deterrent*. Sebaliknya, apabila senyawa bersifat *repellent*, ikan tidak akan mau menggigit pakan meskipun telah mendekat.

Penelitian mengenai senyawa *antifeedant* pada biota laut telah beberapa kali dilakukan di Pulau Pramuka. Beberapa spesies Echinodermata seperti *Holothuria arta* (Tursina 2011: 29--36), *Archaster typicus* (Djuniarti 2013: 35--45), *Linckia laevigata* (Amini 2013: 27--36), *Culcita novaeguineae* (Annisa 2013:

30--38), dan *Capillaster sentosus* (Dhiba 2016: 40--49) yang telah diteliti sebelumnya telah dilaporkan positif memiliki senyawa *antifeedant*. Ritson-Williams & Paul yang melakukan penelitian di Guam pada tahun 2007 melaporkan bahwa kandungan senyawa metabolit dalam *Phyllidiella pustulosa* merupakan *feeding deterrent*, yang berarti kandungan senyawa metabolit tersebut dapat menghambat pemangsa setelah terjadi kontak oleh predator (Ritson-Williams & Paul 2007: 29--39).

2.4 Respons Predator terhadap Senyawa *Antifeedant*

Samudera Indo-Pasifik merupakan tempat dimana terdapat rataan terumbu karang yang luas dan merupakan habitat berbagai ikan karang. Indonesia merupakan salah satu lokasi yang lautannya kaya akan ikan karang (Allen 2003: 4). Ikan karang berdasarkan predasinya dibagi menjadi dua yaitu generalis dan spesialis. Ikan generalis merupakan ikan yang tidak memilih mangsanya secara spesifik. Perilaku ikan generalis dapat teramati dari caranya mencoba memakan apapun tanpa memilih-milih. Beberapa ikan memiliki perilaku generalis dalam memangsa invertebrata, akan tetapi terdapat ikan yang memilih mangsanya, yaitu ikan spesialis. Perilaku ikan spesialis dapat teramati dari caranya menghiraukan mangsa yang bukan pilihannya. Kebanyakan ikan karang merupakan ikan generalis, sedangkan contoh ikan spesialis yaitu *Opusthoproctus grimaldii* yang hanya memakan tentakel dan sel penyengat ubur-ubur (Grzimek 2003a: 50--393). Ikan yang memiliki perilaku generalis cocok digunakan sebagai target uji *antifeedant* karena akan memberikan respons dan pemilihan pakan yang jelas.

Respons ikan terhadap senyawa *antifeedant* pada Echinodermata telah dibahas secara singkat dalam beberapa penelitian sebelumnya. Respons yang dimaksud dalam hal ini yaitu perilaku ikan terhadap pakan buatan, seperti menjauhi atau memakan pakan. *Pomacentrus* sp., dan *Halichoeres* sp. dilaporkan paling mampu memakan pelet uji yang mengandung holothurin hasil ekstrak *Holothuria atra*, sedangkan spesies lainnya seperti *Neopomacentrus* sp. dan *Siganus* sp. tidak mampu memakan pakan uji hingga habis (Tursina 2011: 33--34). Pengujian senyawa metabolit sekunder dari *Didemnum* sp., *Neopomacentrus*

sp. dan *Pomacentrus* sp. merupakan ikan yang mampu memakan pakan uji paling banyak (Maulida 2011: 34--35).

Djuniarti (2013: 33--45), Amini (2013: 27--36), dan Annisa (2013: 30--38) yang melakukan pengujian senyawa saponin dari organisme Echinodermata melaporkan bahwa *Caesio cuning*, *Dischistodus prosopotaenia*, *Pomacentrus* sp. dan *Thalassoma lunare* terlihat mendekati tetapi kemudian menghindari pakan uji. Ikan-ikan lain yaitu *Abudefduf* sp. dan *Cheilinus fasciatus* pada umumnya menggigit pakan terlebih dahulu, tetapi kemudian memuntahkan pakan tersebut.

Ikan karang *Thalassoma lunare* dan kepiting *Dardanus megistos* telah diketahui menolak memakan pakan yang mengandung ekstrak senyawa metabolit sekunder dari Nudibranchia *Hexabranhus sanguineus* (Pawlik dkk. 1988: 99--109). Pada penelitiannya yang menggunakan ekstrak *antifeedant* dari *Phyllidia elegans*, *Phyllidia varicosa*, dan *Phyllidiella pustulosa*, Ritson-Williams & Paul (2007: 29--39) telah melaporkan bahwa ekstrak-ekstrak tersebut bersifat *deterrent*, tetapi spesies ikan karang yang menolak memakan pakan uji tidak disebutkan.

Ikan karang memiliki kemampuan bergerak dalam air dengan mudah karena memiliki bentuk tubuh *streamline* dan memiliki sirip dan ekor yang memberi ikan kemampuan untuk berenang dan mencari makan. Selain itu, ikan memiliki mulut yang dilengkapi dengan rahang dan gigi untuk membantu memperoleh makanan. Ikan dapat mendeteksi mangsa secara visual maupun olfaktori. Sistem syaraf ikan dilengkapi dengan reseptor kimiawi yang menyebabkan ikan dapat mendeteksi sinyal kimiawi melalui bau dan rasa. Melalui cara tersebut, ikan dapat memilih mangsa. Deteksi sinyal kimiawi juga dapat digunakan dalam mendeteksi predator (Grzimek 2003a: 16--21).

Ikan memiliki kemampuan untuk belajar melalui pengalaman, atau dengan cara mengamati dan meniru kelakuan ikan lain. Menurut Bone dan Moore (2008: 416--418), ikan memiliki lima cara belajar, yaitu *imprinting*, *habituation*, *conditioning*, *trial and error*, dan *insight*. Ikan juga dapat mengenali tempat tinggalnya (*imprinting*) sehingga dapat kembali ke tempat kelahirannya setelah berenang jauh, misalnya pada salmon. Habitulasi merupakan bentuk adaptasi ikan terhadap keadaan lingkungannya, misalnya terhadap waktu pemberian makan atau

kebiasaan mangsanya. *Conditioning* merupakan bentuk penyesuaian ikan secara fisiologis terhadap keadaan lingkungan. *Trial and error* merupakan cara belajar ikan secara bertahap, contohnya dalam belajar mencicipi mangsa yang dapat dimakan atau dalam menghindari predator, sedangkan *insight* merupakan tahap belajar ikan yang langsung dikuasai tanpa melalui tahapan *trial and error*, biasanya dengan cara memperhatikan kelakuan ikan lain. Perilaku yang ditunjukkan oleh ikan karang dalam pengujian *antifeedant* mungkin terkait dengan sifat-sifat tersebut.

2.5 Ekstraksi

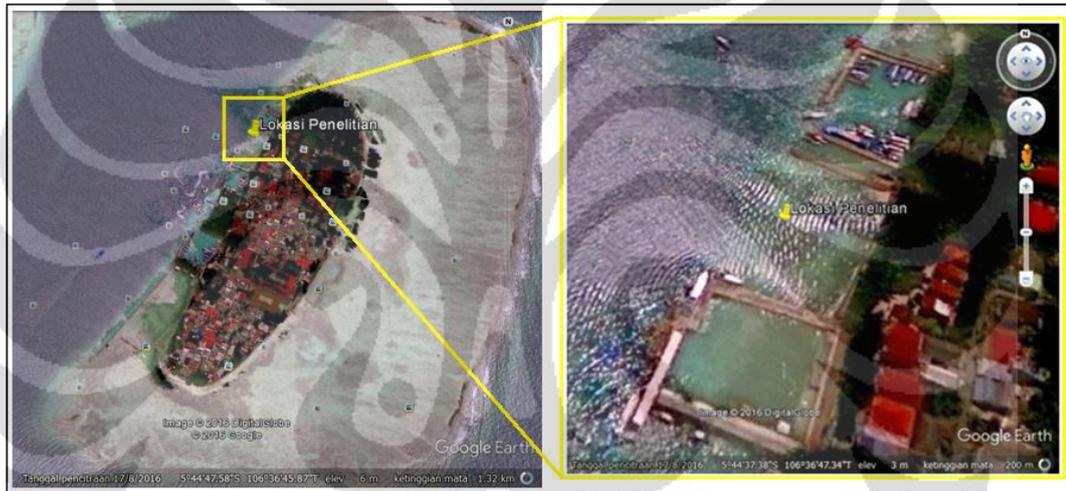
Ekstraksi merupakan proses penarikan komponen atau zat aktif dari suatu simplisia dengan bantuan pelarut tertentu. Metanol merupakan pelarut yang paling sering digunakan dalam proses ekstraksi senyawa metabolit sekunder. Ekstraksi dapat dilakukan untuk mendapatkan ekstrak kasar dari tubuh suatu organisme. Prinsip ekstraksi yaitu menarik keluar senyawa aktif yang diinginkan dengan menggunakan pelarut yang tepat melalui beberapa tahapan. Tahapan pertama yang dapat dilakukan dalam proses ekstraksi yaitu maserasi. Maserasi dilakukan dengan cara memotong atau menghaluskan tubuh organisme terlebih dahulu untuk merusak jaringan sehingga proses ekstraksi lebih mudah dilakukan. Maserasi dapat dilakukan dengan alat-alat sederhana, kecuali pada tubuh organisme yang bertekstur keras (Raaman 2006: 9--10).

Tahapan selanjutnya dapat dilakukan secara sederhana, contohnya dengan menggunakan saringan berpori, atau evaporasi menggunakan alat seperti *rotary evaporator*. Prinsip kerja *rotary evaporator* yaitu memisahkan ekstrak dari pelarut dengan cara pemanasan. Pompa vakum pada *rotary evaporator* menyebabkan uap pelarut menguap naik ke kondensor. Uap selanjutnya mengalami kondensasi dan tertampung dalam labu alas dalam bentuk cairan. Cairan pelarut yang tertampung merupakan pelarut murni yang dapat digunakan kembali (Depkes RI 2000: 10--11).

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengambilan sampel, pembuatan pakan uji dan pengujian aktivitas *antifeedant* dilaksanakan di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta (Gambar 3.1.). Ekstraksi dilakukan di Laboratorium Taksonomi Departemen Biologi FMIPA UI, Depok. Penelitian dilakukan selama 3 bulan, dari bulan Maret hingga Mei 2017.



Gambar 3.1. Lokasi pengujian
[Sumber: Google Earth 2017: 1. Telah diolah kembali]

3.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu peralatan *snorkeling* (*masker, snorkel, fins*), peralatan menyelam (Buoyancy Compensator Device, regulator, tabung udara, *wet suit, weight belt*), kamera *underwater* [SJCAM 1000], *zip lock*, pinset, gelas ukur plastik, botol sampel, peniti, tali pancing, papan jalan, alat tulis, kertas *underwater*, baki plastik, timbangan digital [Ohaus GT 4000], blender [Waring Commercial], spatula, *beaker glass* 500 mL [Schott Duran], *beaker glass* 1000 mL [Pyrex], pipet volumetrik [Iwaki], *rotary*

evaporator [Stuart], *round flask* 1000 mL [Schott Duran], *ultrasonicator* [Vollrath], corong, cawan penguap, oven [Precision], mortar, dan *magnetic stirrer*.

3.3 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu sampel *Phyllidiella pustulosa*, metanol, es batu, kertas koran, *bubble wrap*, kertas saring Whatman No. 1 1:125 mm [Whatman], *aluminium foil*, pewarna makanan [Koepoe Koepoe], jeli tanpa rasa [Nutrijell] dan makanan ikan laut komersil [Pearl Marine].

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Pengambilan sampel dan pengukuran volume *Phyllidiella pustulosa*

Phyllidiella pustulosa diambil dari perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, dengan metode *diving* pada kedalaman 5--15 m. Sampel dimasukkan ke dalam *zip lock*, kemudian segera diukur volumenya setelah mencapai daratan. Volume diukur menggunakan gelas ukur plastik. Sampel ditaruh dalam botol sampel dan direndam dalam metanol. Sampel kemudian dibawa ke laboratorium untuk diekstrak.

3.4.2 Ekstraksi

Phyllidiella pustulosa dikeluarkan dari botol sampel menggunakan pinset, kemudian ditiris dan ditimbang berat basahanya dengan timbangan digital OHAUSS. Sampel kemudian dihaluskan menggunakan blender dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 1000 mL. Metanol ditambahkan, kemudian diaduk hingga homogen menggunakan. Campuran tersebut dimaserasi selama satu malam. Filtrat yang terbentuk keesokan harinya disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrate dengan endapan. Filtrat kemudian ditampung dalam botol

sampel baru dan ditutup dengan *aluminium foil*. Metanol ditambahkan ke dalam endapan dan diaduk hingga homogen, kemudian dilakukan remaserasi selama satu malam. Keesokan harinya, filtrat kembali disaring dan remaserasi kembali dilakukan. Proses ini diulang terus hingga filtrat menjadi tidak berwarna.

Hasil penyaringan dievaporasi menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C dan tekanan 0,337 atm. Evaporasi dilakukan terus menerus hingga seluruh filtrat hasil penyaringan habis. Hasil evaporasi berupa pasta kental dipindahkan ke cawan penguap dengan bantuan spatula dan *ultrasonicator*, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C untuk memisahkan metanol dengan ekstrak.

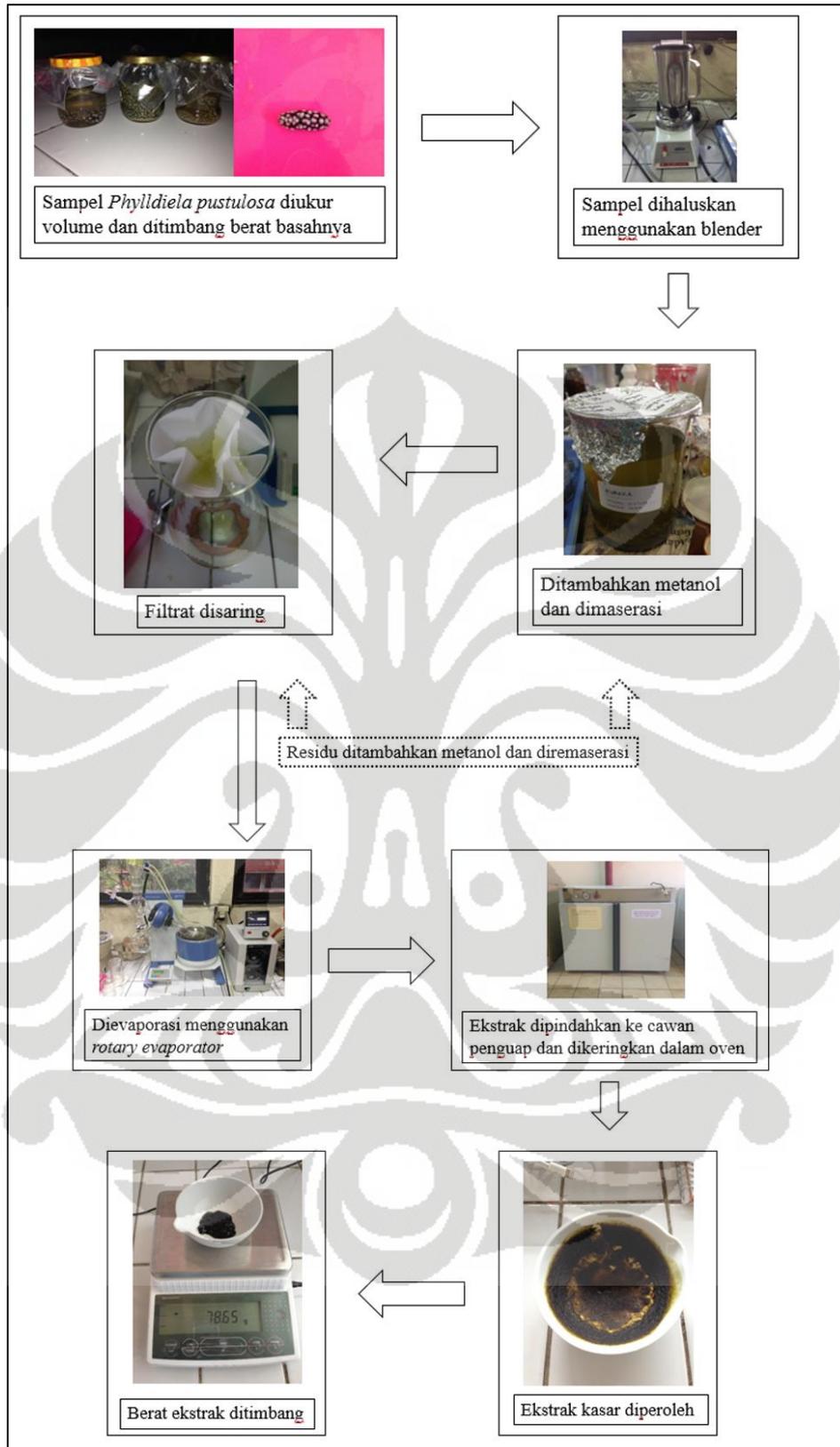
Ekstrak kasar disimpan dalam wadah baru dan dilapisi dengan aluminium foil. Skema ekstraksi *Phyllidiella pustulosa* dapat dilihat dalam gambar 3.4.2. Konsentrasi ekstrak kasar (mg/mL) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi fisiologis (mg/mL)} = \frac{\text{Berat ekstrak kasar (mg)}}{\text{Volume sampel (mL)}}$$

Rendemen ekstrak kasar didapatkan dengan rumus:

$$\% \text{ ekstrak kasar} = \frac{\text{berat ekstrak kasar}}{\text{berat basah sampel}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan konsentrasi alami ekstrak kasar dimasukkan ke dalam kuantifikasi untuk pembuatan pakan uji.



Gambar 3.4.2. Skema ekstraksi *Phyllidiella pustulosa*

[Sumber: Dokumentasi Pribadi]

3.4.3 Kuantifikasi

Kuantifikasi dilakukan untuk mengetahui perbandingan ekstrak kasar yang diperlukan dalam resep supaya konsentrasi ekstrak dalam pakan buatan sama dengan konsentrasi alaminya. Ekstrak kasar yang telah diperoleh ditimbang, kemudian dibandingkan dengan berat basah dan volume awal sampel dengan persamaan berikut:

$$\frac{\text{berat total ekstrak kasar}}{\text{volume total sampel}} = \frac{\text{berat ekstrak kasar dalam pelet}}{\text{volume jeli dan makanan ikan}}$$

3.4.4 Pembuatan pakan

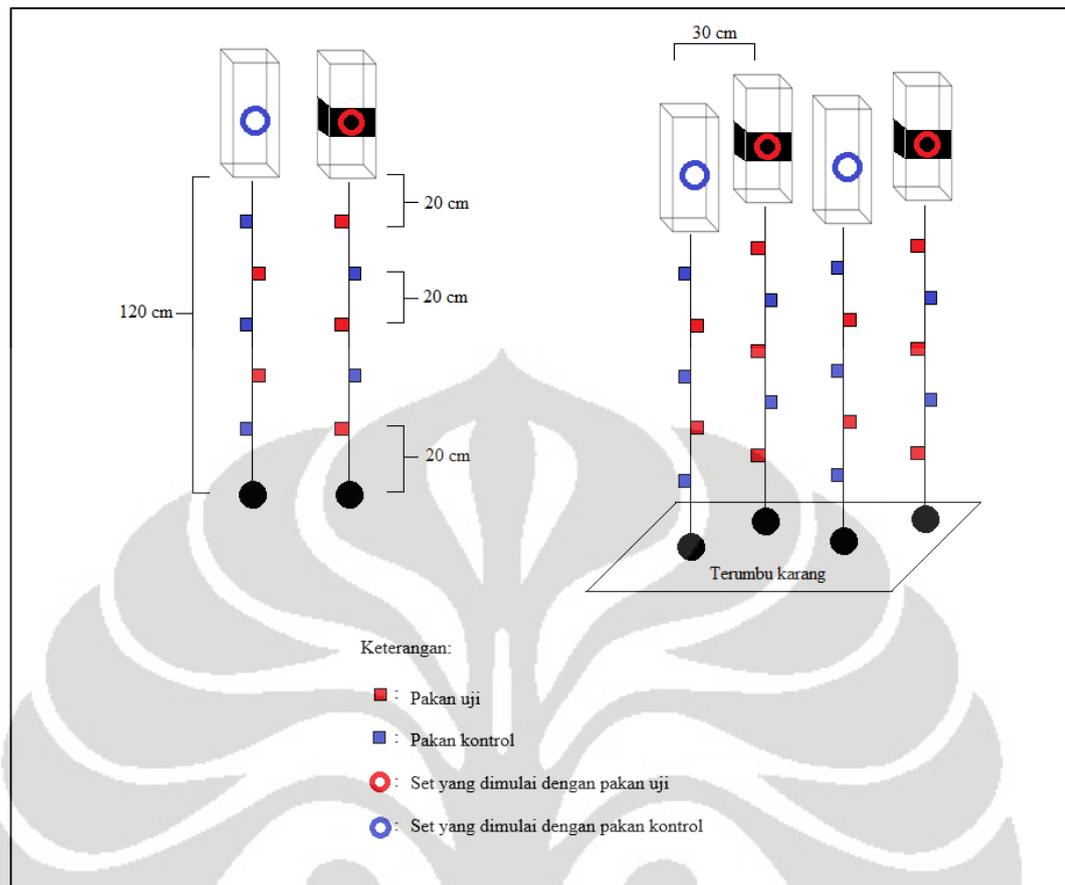
Sebelum pakan dibuat, serbuk pelet uji dan pelet kontrol disiapkan. Serbuk pelet dihaluskan terlebih dahulu menggunakan blender dan mortar, kemudian ditimbang. Ekstrak kasar sampel ditimbang sesuai hasil kuantifikasi yang telah didapat, yaitu 2,65 g (Lampiran 3). Ekstrak dicampur dengan 0,81 g serbuk pelet ikan komersil di atas cawan penguap, kemudian dilarutkan dengan metanol. Campuran tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 10--15 menit hingga metanol menguap. Hasil yang didapat digunakan sebagai pakan uji. Pembuatan serbuk pelet untuk pakan kontrol dilakukan dengan cara yang sama, tetapi tanpa ditambahkan ekstrak *Phyllidiella pustulosa* (Dhiba 2013: 19--20). Serbuk pelet yang disiapkan untuk pakan kontrol juga ditambahkan dengan metanol terlebih dahulu kemudian dikeringkan dalam oven. Hal ini dilakukan supaya seluruh bahan antara pakan kontrol dan pakan uji seragam dan hanya berbeda pada penambahan ekstrak kasar saja, sehingga pemilihan pakan oleh ikan tidak dipengaruhi oleh variabel lain selain penambahan ekstrak kasar.

Air sebanyak 45 mL dituang terlebih dahulu ke dalam *beaker glass* dan dipanaskan. Selanjutnya, 0,81 g serbuk jeli dan 0,81 g serbuk pelet ditambahkan ketika air masih panas sehingga pembentukan jeli sempurna (Lampiran 4). Komposisi air, serbuk jeli dan serbuk pelet didapatkan dari hasil percobaan

pribadi. Penambahan serbuk jeli dan serbuk pelet diiringi dengan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* agar tidak ada serbuk yang mengendap pada bagian bawah jeli ketika sudah mengeras. Suhu pemanasan air dijaga pada 40°C untuk menghindari kerusakan senyawa bioaktif (Harbourne 1987 lihat Pranoto dkk. 2012: 4). Pakan kontrol ditetesi dengan pewarna makanan berwarna hijau dan coklat hingga warna menjadi sama seperti pakan uji. Larutan jeli yang terbentuk dituang ke dalam cetakan 7 cm x 7 cm, kemudian dibiarkan untuk beberapa waktu sampai dingin dan agak kenyal, kemudian campuran dimasukkan ke dalam lemari pendingin dan dibiarkan mengeras. Pakan berbentuk jeli kemudian dipotong-potong menjadi kubus dengan volume 1 cm³, dengan ini, pakan siap digunakan untuk pengujian di lapangan (Tursina 2011: 21; Djuniarti 2013: 26).

3.4.5 Pengujian aktivitas *antifeedant*

Pengujian aktivitas *antifeedant* di lapangan dilakukan selama tujuh hari pada pagi (07:00--09:00 WIB) dan sore hari (14:30--16:30 WIB). Pengujian dilakukan di depan Dermaga Pulau Pramuka dengan metode *diving* di kedalaman 4--5 meter. Setiap pengujian menggunakan 10 pakan kontrol dan 10 pakan uji yang diikatkan secara bergantian pada dua set tali pancing dengan panjang masing-masing 120 cm (Gambar 3.4.5(1)). Salah satu tali dimulai dengan pakan kontrol dan tali lainnya dimulai dengan pakan uji. Hal ini dilakukan agar pemilihan pakan oleh ikan lebih jelas terlihat. Pakan dikaitkan ke tali menggunakan peniti. Jarak antar pakan pada tali yaitu 20 cm. Ujung tali bagian atas diikatkan ke *Styrofoam* yang berfungsi sebagai pelampung agar tali tidak tenggelam. Ujung tali bagian bawah diikatkan ke pemberat supaya tali tidak terbawa arus. Peletakkan pemberat harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak terumbu karang. Jarak antar tali saat pengujian berlangsung kurang-lebih satu meter.



Gambar 3.4.5(1). Skema pengujian di lapangan

[Sumber: Dokumentasi Pribadi]

Percobaan *antifeedant* dilakukan selama 30 menit, namun jika pakan kontrol habis sebelum 30 menit, percobaan akan dihentikan. Pengamatan respons predator membutuhkan dilakukannya uji *antifeedant* secara bersamaan. Uji *antifeedant* dilakukan melalui perhitungan jumlah pakan. Jumlah pakan yang dimakan dan tidak dimakan oleh predator dihitung dan dicatat. Jumlah pakan dimasukkan ke dalam tiga kategori, yaitu “dimakan”, “tidak dimakan” dan “tidak teramati”. Pakan yang dihabiskan seluruhnya atau lebih dari setengah termasuk dalam kategori “dimakan”, sedangkan pakan yang sama sekali tidak disentuh atau telah digigit namun dimuntahkan kembali masuk dalam kategori “tidak dimakan”. Pakan yang tersisa lebih dari setengah masuk ke dalam kategori “tidak dimakan”. Selain kedua kategori tersebut terdapat kategori ketiga yaitu “tidak teramati”. Kategori ini merupakan kategori tambahan apabila terjadi hal yang tidak dapat

diduga, contohnya apabila pakan jatuh atau hilang. Dokumentasi skema percobaan uji *antifeedant* di lapangan dapat dilihat dalam gambar 3.4.5(2).



Gambar 3.4.5(2). Percobaan uji *antifeedant* di lapangan

[Sumber: Andrianto Setiawan]

3.4.6 Analisis data

Data hasil pengamatan uji *antifeedant* dicatat dalam tabel pengamatan. Data kemudian dimasukkan ke dalam tabel 2 x 3 (Tabel 3.4.6.).

Tabel 3.4.6. Tabel 2 x 3 hasil pengamatan respons ikan karang terhadap uji *antifeedant* ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*

	Pakan kontrol	Pakan uji	Total
Dimakan			
Tidak dimakan			
Tidak teramati			
Total			

Ada atau tidaknya hubungan antara faktor-faktor yang diuji, yaitu dimakan atau tidaknya pakan, dapat diketahui melalui tabel tersebut. Faktor yang diuji dalam penelitian ini merupakan perilaku memakan dan tidak memakan oleh predator dan disebut frekuensi observasi (f_o). Rumus untuk mendapatkan frekuensi harapan (f_h) dari masing-masing f_o dapat dilihat dalam lampiran 5.

Nilai f_o dan f_h yang didapat digunakan dalam perhitungan Chi-kuadrat, dimana hipotesis awal (H_0) dan hipotesis alternatifnya (H_a) adalah sebagai berikut:

H_0 = ikan tidak memakan pakan perlakuan yang diberi ekstrak kasar

H_a = ikan memakan pakan perlakuan yang diberi ekstrak kasar

Cara mendapatkan nilai distribusi Chi-kuadrat dapat dilihat dalam lampiran 5. Nilai hitung distribusi Chi-kuadrat (x^2_{hitung}) yang didapat selanjutnya dibandingkan dengan nilai distribusi Chi-kuadrat (x^2_{tabel}) dengan kepercayaan 0,01 pada tabel distribusi Chi-kuadrat (Lampiran 6). Derajat kebebasan dapat diketahui melalui rumus sebagai berikut:

$$df = k - 1$$

Keterangan:

df : derajat kebebasan (*degree of freedom*)

k : jumlah perlakuan

H_0 ditolak apabila $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$. Sebaliknya, apabila $x^2_{hitung} > x^2_{tabel}$ maka H_0 diterima. Apabila H_0 ditolak maka dapat disimpulkan bahwa perilaku makan ikan tidak memiliki hubungan dengan perlakuan terhadap pakan, sehingga respons spesifik ikan karang bukan merupakan efek dari pemberian ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*. Apabila H_0 diterima maka dapat disimpulkan bahwa perilaku makan ikan berhubungan dengan perlakuan terhadap pakan, sehingga respons spesifik ikan karang merupakan efek dari pemberian ekstrak kasar

Phyllidiella pustulosa. Metode statistik di atas mengacu pada Budiarto (2001: 213--223).

3.4.7 Pengamatan respons ikan di lapangan

Ikan-ikan karang aktif berenang pada kedalaman 4--5 meter pada pagi (07:00--09:00 WIB) dan sore hari (14:30--16:30 WIB) sehingga waktu dan kedalaman tersebut sesuai untuk pengujian aktivitas *antifeedant* dan pengamatan respons predator (Maulida 2011: 25). Lokasi pengujian di bawah dermaga dipilih karena pada waktu tersebut arus relatif tenang sehingga visibilitas lebih baik dan kemungkinan pakan terlepas dari peniti lebih kecil (Priansari 2013: 39). Ikan-ikan di lokasi pengujian merupakan ikan generalis. Ikan generalis merupakan ikan yang tidak memilih mangsa secara spesifik. Ikan akan memakan pakan kontrol sehingga perbedaan respons ikan terhadap pakan kontrol dan pakan uji dapat diamati (Tursina 2011: 33).

Pengamatan respons ikan karang dilakukan secara visual atau langsung dan juga dengan perekaman video. Pengamatan langsung berfungsi dalam melihat sudut lebar yang tidak dapat tertangkap oleh video, dimana predator mungkin membawa pakan uji menjauh terlebih dahulu sebelum memakan atau memuntahkan pakan. Pengamatan dengan *video camera* berperan penting dalam identifikasi ikan. Selain itu, pengamatan ini berfungsi dalam mengamati dua buah tali secara bersamaan dari titik yang sama dan berfungsi dalam pengamatan ulang di atas permukaan air. Perilaku ikan-ikan yang mendekati pakan dicatat menggunakan pensil dan kertas *underwater*. Setelah pengamatan, ikan yang merespons pakan buatan diidentifikasi menggunakan buku identifikasi ikan (Allen 2003: 66--249). Validasi hasil identifikasi dilakukan dengan cara diskusi bersama Bapak Sairan, ahli ikan dari Taman Nasional Kepulauan Seribu.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sampel *Phyllidiella pustulosa*

Sampel *Phyllidiella pustulosa* diperoleh dengan metode *diving* di perairan Pulau Pramuka pada kedalaman 5--15 m. *Phyllidiella pustulosa* ditemukan diam dan menempel pada karang (*hard coral*), pecahan karang mati (*rubbles*), atau spons (Gambar 4.1(1)).



Gambar 4.1(1). *Phyllidiella pustulosa* di alam
[Sumber: Dokumentasi Pribadi]

Phyllidiella pustulosa selalu ditemukan secara individual dan tidak pernah ditemukan secara berkelompok. Hal ini sesuai dengan penelitian Brunckshorst (1993: 87--104). Selain itu, *Phyllidiella pustulosa* paling banyak ditemukan pada

kedalaman 5--7 m namun masih ditemukan pada kedalaman 15 m. Sampel diperoleh sebanyak 81 individu dengan kisaran panjang tubuh 3--5 cm (Gambar 4.1(2)). Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa *P. pustulosa* masih dapat ditemukan hingga kedalaman 22 m dan memiliki panjang tubuh rata-rata 1,5--6,5 cm (Brunckshorst 1993: 87--104; Newman dkk. 1994: 22--24).

Kumpulan tuberkel berbentuk segitiga pada bagian dorsal merupakan karakteristik yang paling mudah dikenali dalam mengidentifikasi *Phyllidiella pustulosa* yang diperoleh. *Phyllidiella pustulosa* yang diperoleh memiliki karakteristik lain yaitu memiliki rinofor dengan ujung berwarna hitam dan dasar mantelnya berwarna hitam. Tuberkel pada *Phyllidiella pustulosa* yang diperoleh memiliki kisaran warna putih keabu-abuan hingga merah muda. Karakteristik tersebut sesuai dengan deskripsi yang diberikan oleh Brunckhorst (1993: 16--18). Selain berwarna hitam, tepian mantel *Phyllidiella pustulosa* dapat berwarna merah muda.



Gambar 4.1(2). Kisaran panjang tubuh sampel *Phyllidiella pustulosa* di perairan Pulau Pramuka
[Sumber: Dokumentasi Pribadi]

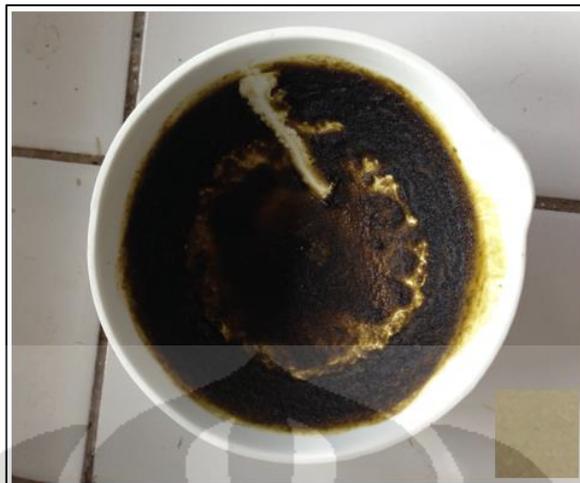
4.2 Ekstrak *Phyllidiella pustulosa*

Total volume sampel 81 individu *Phyllidiella pustulosa* yang diperoleh sebesar 153,5 mL dengan berat basah 147,5 g. Ekstrak dari 81 individu yang diperoleh berbentuk pasta kental dan berminyak (*oily*) dan berwarna hijau kecoklatan [ACE-*Paint* (D20-4): *Copely Square*]. Aroma ekstrak berbau amis menyengat. Karakteristik ekstrak kasar yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.2(1).

Tabel 4.2(1). Karakteristik ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*

Karakteristik	Hasil pengamatan ekstrak kasar <i>Phyllidiella pustulosa</i>
Berat ekstrak kasar	9,04 g
Persentase ekstrak kasar (rendemen)	6,13%
Konsentrasi fisiologis	60 mg/mL
Wujud	<i>Oily</i>
Warna	Hijau kecoklatan [ACE- <i>Paint</i> (D20-4): <i>Copely Square</i>]
Aroma	Amis dan menyengat

Ekstrak kasar yang diperoleh (Gambar 4.2.) sebanyak 9,04 g dengan rendemen sebesar 6,13%. Persentase ekstrak kasar biota laut pada umumnya berkisar antara 1,5--15% tergantung jenisnya (Schupp 2000 *lihat* Maulida 2011: 27). Hal ini menunjukkan bahwa persentase ekstrak kasar *P. pustulosa* yang diperoleh masih termasuk dalam kisaran persentase rendemen biota laut pada umumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada anomali dalam sampel.



Gambar 4.2. Ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*
[Sumber: Dokumentasi Pribadi]

Konsentrasi fisiologis *Phyllidiella pustulosa* yaitu sebesar 60 mg/mL (Lampiran 1). Konsentrasi fisiologis tersebut berbeda dengan konsentrasi fisiologis biota laut lain yang telah diteliti sebelumnya. Perbandingan konsentrasi fisiologis biota-biota tersebut dapat dilihat dalam tabel 4.2(2).

Tabel 4.2(2). Perbandingan konsentrasi fisiologis dan persentase ekstrak kasar beberapa invertebrata laut

Jenis invertebrata laut	Persentase ekstrak kasar	Konsentrasi fisiologis	Penelitian
<i>Bohadschia marmorata</i>	0,6%	3,4 mg/mL	(Tursina 2011: 26--33)
<i>Holothuria atra</i>	0,9%	10,0 mg/mL	(Tursina 2011: 26--33)
<i>Didemnum</i> sp.	2,4%	10,0 mg/mL	(Maulida 2011: 27)
<i>Archaster plancii</i>	2,8%	10,4 mg/mL	(Afriyani 2014: 24--36)
<i>Culcita novaguineae</i>	1,7%	14,4 mg/mL	(Annisa 2013: 28--36)
<i>Linckia laevigata</i>	1,6%	15,2 mg/mL	(Amini 2013:27--35)
<i>Archaster typicus</i>	3,1%	24,5 mg/mL	(Djuniarti 2013:33)
<i>Capillaster sentosus</i>	3%	29,1 mg/mL	(Setiawan 2016: 8--11)
<i>Phyllidiella pustulosa</i>	6,13%	60 mg/mL	Amadea (penelitian ini)

Konsentrasi fisiologis merupakan perbandingan antara berat dan volume tubuh suatu organisme yang dapat digunakan untuk melihat besar konsentrasi suatu senyawa dalam tubuh organisme tersebut. *Phyllidiella pustulosa* memiliki persentase ekstrak kasar dan konsentrasi fisiologis yang besar dibandingkan dengan invertebrata laut lainnya dalam perbandingan di atas. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan konsentrasi kandungan senyawa metabolit sekunder dalam tubuh *Phyllidiella pustulosa* dengan invertebrate lainnya. *Phyllidiella pustulosa* memiliki tubuh yang lunak dan tidak bercangkang sehingga rentan terhadap pemangsaan oleh predator (Yasman dkk. 2003: 1512). Akan tetapi, *Phyllidiella pustulosa* dapat mengambil senyawa toksik dari spons mangsanya yaitu terpen isosianida yang dapat digunakan untuk pertahanan diri terhadap predator sebagai kompensasi minimnya pertahanan fisik tersebut, seperti yang telah dilaporkan oleh Manzo dkk. (2004: 1701--1704) dan Yasman dkk. (2003: 1512--1514). Besarnya nilai konsentrasi fisiologis yang dimiliki oleh *Phyllidiella pustulosa* diduga disebabkan oleh minimnya pertahanan fisik Nudibranchia tersebut yang menyebabkan dirinya sangat bergantung pada produksi senyawa metabolit sekunder sebagai bentuk pertahanan.

4.3 Uji Antifeedant

Pengamatan dilakukan dengan metode *diving* pada tanggal 4 hingga 11 Mei 2017 pada pagi dan sore hari. Seluruh pengamatan dilakukan hingga pakan kontrol habis. Pakan kontrol selalu habis sebelum 30 menit berlalu. Hasil pengamatan uji *antifeedant* ekstrak kasar Nudibranchia *Phyllidiella pustulosa* dapat dilihat dalam tabel 4.3(1).

Tabel 4.3(1). Hasil uji *antifeedant* ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*

Pengamatan ke-	Pakan Kontrol				Pakan Uji			
	Jumlah pakan	Dimakan	Tidak Dimakan	Tidak Teramati	Jumlah pakan	Dimakan	Tidak Dimakan	Tidak Teramati
1	10	8	0	2	10	0	10	0
2	10	8	0	2	10	0	8	2
3	10	9	0	1	10	0	8	2
4	10	10	0	0	10	2	8	0
5	10	10	0	0	10	1	9	0
6	10	10	0	0	10	1	9	0
7	10	10	0	0	10	1	9	0
8	10	10	0	0	10	2	8	0
9	10	10	0	0	10	0	10	0
10	10	10	0	0	10	0	10	0
11	10	10	0	0	10	0	10	0
12	10	10	0	0	10	0	10	0
13	10	10	0	0	10	1	9	0
14	10	10	0	0	10	0	10	0
Total	140	135	0	5	140	8	128	4

Phyllidiella pustulosa merupakan Nudibranchia yang minim pertahanan fisik. Tubuh *P. pustulosa* lunak tanpa cangkang dan tidak memiliki mekanisme pertahanan diri seperti biota laut lainnya, contohnya bintang bulu yang dapat melakukan kamuflase (Tinkova dkk. 2014: 195--198). Sebagai kompensasi minimnya pertahanan fisik, *P. pustulosa* menggunakan pertahanan kimiawi sebagai bentuk pertahanan diri (Pawlik 1993: 1916--1920). Hasil uji *antifeedant* menggunakan ekstrak kasar Nudibranchia *P. pustulosa* di Perairan Pulau Pramuka telah membuktikan hal ini. Melalui hasil pengamatan di lapangan tersebut terlihat jelas bahwa pakan uji yang mengandung ekstrak kasar *P. pustulosa* tidak disukai

oleh predator dan dapat disimpulkan bahwa ekstrak kasar *P. pustulosa* memiliki aktivitas *antifeedant*.

Data hasil pengamatan uji *antifeedant* dapat dilihat dalam tabel 4.3(2).

Tabel 4.3(2). Nilai hasil pengamatan uji *antifeedant* ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*

	Pakan kontrol	Pakan uji	Total
Dimakan	135	8	143
Tidak dimakan	0	128	128
Tidak teramati	5	4	9
Total	140	140	280

Melalui analisa statistik menggunakan *chi square* dengan nilai kepercayaan 0,01 (Lampiran 6) didapatkan nilai x^2_{hitung} sebesar 241,04 dan x^2_{tabel} sebesar 9,210. Hasil menunjukkan bahwa $x^2_{hitung} > x^2_{(0,01;2)tabel}$, maka H_0 diterima. Hal tersebut berarti ketidaksukaan ikan karang terhadap pakan uji merupakan efek dari pemberian ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*. Hasil tersebut membuktikan lebih jauh adanya positif aktivitas *antifeedant* ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa* terhadap ikan karang di Perairan Pulau Pramuka. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Pawlik dkk. 1988: 99--109; Ritson-Williams & Paul 2007: 29--39).

4.4 Respons Ikan Karang pada Uji *Antifeedant*

Ikan karang yang dijumpai dan merespon pakan buatan dalam pengujian *antifeedant* di lokasi penelitian berjumlah 14 spesies. Spesies ikan karang beserta perilakunya telah diidentifikasi dan diamati (Tabel 4.4.).

Tabel 4.4. Respons ikan karang pada uji *antifeedant*

Perilaku Ikan Karang		Jenis Ikan Karang
Pakan Kontrol	Pakan Uji	
Menggigit dan memakan seluruh pakan	Mendekati pakan kemudian langsung menjauhi pakan	Pomacentridae <i>Chromis verator</i> <i>Chromis fumae</i> <i>Acanthochromis polychantus</i> <i>Chrysiptera leocopoma</i> <i>Pomacentrus reidi</i> <i>Pomacentrus moluecenensis</i> <i>Neopomacentrus anabatoides</i> <i>Paraglyphidodon lacrimatus</i> <i>Paraglyphidodon migroris</i> <i>Amblyglyphidodon aureus</i> <i>Abudefduf saxatilis</i>
	Melakukan kontak kemudian meninggalkan pakan	Labridae <i>Thalassoma lunare</i> <i>Thalassoma purpureum</i> <i>Halichoeres prosopoeion</i>
	Menggigit kemudian memuntahkan pakan	<i>Paraglyphidodon lacrimatus</i> <i>Chrysiptera leocopoma</i>
	Menggigit, memuntahkan, kemudian memakan pakan kembali	<i>Chromis verator</i> <i>Acanthochromis polychantus</i> <i>Amblyglyphidodon aureus</i> <i>Pomacentrus moluecenensis</i>
	Menggigit pakan tanpa memuntahkan kembali	<i>Chromis verator</i> <i>Acanthochromis polychantus</i> <i>Amblyglyphidodon aureus</i>
	Menggigit pakan tanpa memuntahkan kembali	<i>Amblyglyphidodon aureus</i>

Perlakuan terhadap pakan buatan memunculkan respons dari ikan karang sebagai predator. Ikan yang dijumpai di lokasi penelitian pada umumnya berasal dari Famili Pomacentridae (Gambar 4.4(1)) dan Labridae (Gambar 4.4(2)). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Priansari (2016: 32--42) dan Dhiba (2016: 40--49) yang dilakukan di lokasi yang sama, dimana ikan-ikan yang merespon pakan buatan juga merupakan ikan dari Famili Pomacentridae dan Labridae yang menunjukkan perilaku generalis.

Ikan dari Famili Pomacentridae memiliki ciri tubuh pipih, mulut yang kecil dengan gigi-gigi pendek dan pada umumnya memiliki dua sirip anal. Pada sirip dorsal terdapat 8--17 duri keras dan 10--18 duri lunak. Pomacentridae dewasa dapat mencapai panjang tubuh 30 cm. Ikan dari Famili Labridae memiliki tubuh yang agak membulat dan lonjong, serta mulut yang menonjol dengan gigi yang mengarah ke depan. Pada umumnya Labridae memiliki kurang dari 15 duri keras dan memiliki 6--21 duri lunak pada sirip dorsalnya. Selain itu, sirip anal ikan-ikan dari Famili Labridae memiliki 4--6 duri keras dan 7--18 duri lunak. (Grzimek 2003b: 294--293).

Melalui hasil pengamatan uji *antifeedant* (Tabel 4.3(1)) terlihat jelas bahwa pakan kontrol lebih disukai daripada pakan uji. Pakan kontrol yang diturunkan pada tiap pengamatan selalu habis sebelum 30 menit, yaitu dalam durasi rata-rata 5 hingga 10 menit. Ikan karang langsung mendekati dan menghabiskan pakan kontrol ketika diturunkan. Cara makan ikan yang teramati yaitu menggigit pakan secara terus-menerus dalam gigitan-gigitan kecil hingga habis. Hal ini dikarenakan oleh ukuran mulut ikan karang yang kecil. Perilaku ikan-ikan tersebut dapat dikatakan sebagai perilaku generalis karena mencoba memakan apapun tanpa memilih terlebih dahulu (Grzimek 2003a: 50--393).

Pakan kontrol yang tidak dimakan disebabkan karena pakan jatuh dan hilang atau terbawa arus sehingga tidak teramati. *Acanthochromis polychantus* merupakan jenis ikan yang paling agresif di antara ikan-ikan lain yang dijumpai. Hal ini terlihat dari perilakunya yang sering berhenti makan untuk mengejar dan menghalau ikan lain terlebih dahulu sebelum melanjutkan menghabiskan pakan kontrol. Hal ini menyebabkan ikan yang dikejar tidak jadi memakan pakan kontrol. Menurut Grzimek (2003a: 48--63), ikan-ikan karang, khususnya Famili

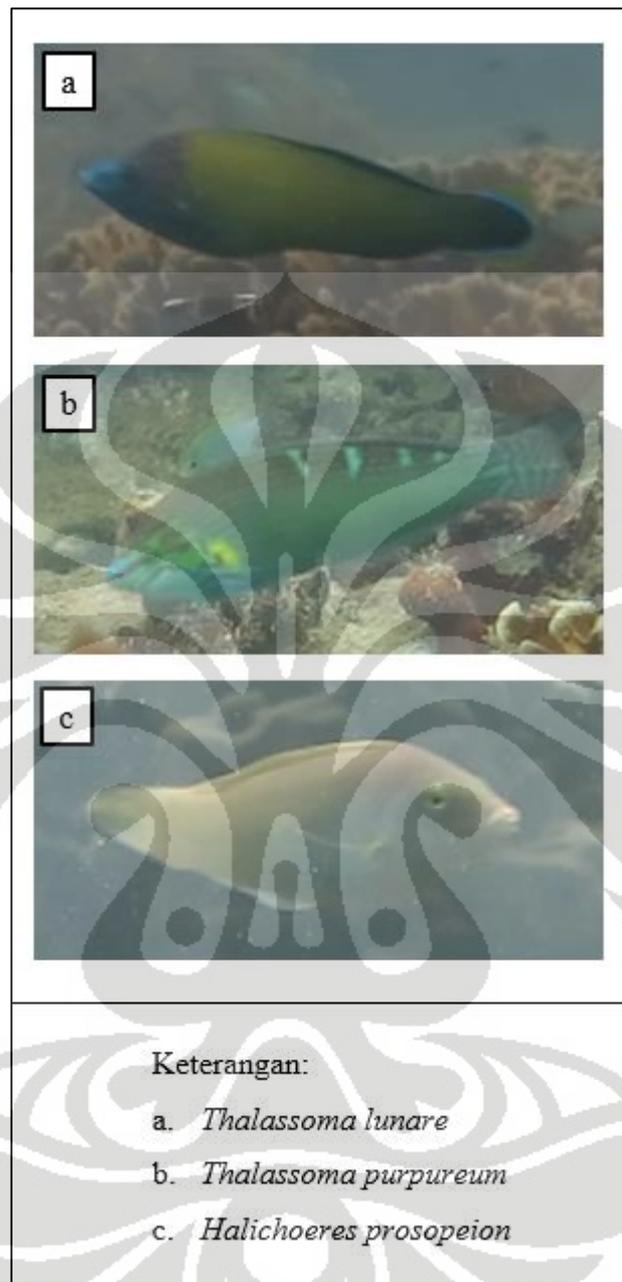
Pomacentridae, merupakan ikan-ikan teritorial. Ikan dapat berlaku antagonis apabila sedang mempertahankan sumber makanan atau tempat tinggalnya, atau untuk menghalau predator dan menunjukkan dominansi. Dominansi pada umumnya ditunjukkan oleh ikan yang memiliki ukuran tubuh lebih besar dan dapat hadir baik secara individual maupun dalam suatu kelompok ikan.

Acanthochromis polychantus pada lokasi pengamatan memang memiliki ukuran tubuh yang paling besar dibandingkan dengan ikan-ikan lainnya. Sebaliknya, ikan yang berukuran kecil, seperti *Chromis fumea*, cenderung menunggu hingga daerah pakan tidak terlalu ramai atau hingga ikan lain pergi sebelum mendekat.



Gambar 4.4(1). Ikan karang (Pomacentridae) yang merespon pakan buatan

[Sumber: Dokumentasi Pribadi]



Gambar 4.4(2). Ikan karang (Labridae) yang merespon pakan buatan
[Sumber: Dokumentasi Pribadi]

Seiring bertambahnya jumlah pengamatan, pakan kontrol yang diturunkan semakin cepat habis. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya adaptasi ikan karang terhadap jam pemberian makan sehingga ikan telah menunggu di lokasi pengujian

sebelum pakan diturunkan. Menurut Bone & Moore (2008:416--417), ikan memiliki kemampuan belajar berupa habituasi sehingga ikan dapat terbiasa dengan perilaku berulang tertentu.

Respons ikan karang terhadap percobaan menggunakan pakan uji berbeda-beda. Terdapat ikan yang mendekati pakan uji atau melakukan kontak terlebih dahulu, kemudian berenang menjauh. Ikan karang terlihat lebih menyukai pakan kontrol daripada pakan uji. Hal ini terlihat jelas dari perbandingan jumlah pakan kontrol dan pakan uji yang dimakan oleh ikan. Pakan uji yang dimakan hanya berjumlah 8 dari 140 pakan yang dibuat, sedangkan seluruh pakan kontrol yang disediakan habis dimakan oleh ikan. Menurut Ritson-Williams & Paul (2007: 29), ikan karang dapat mendeteksi sekitarnya secara visual, rasa, dan bau. Hal ini membantu ikan dalam memilih makanannya dan dalam menghindari sesuatu yang tidak disukai.

Respons ikan pada umumnya yaitu mendekati pakan atau melakukan kontak dengan pakan uji, tetapi kemudian berenang menjauh. *Pomacentrus reidi*, *Chromis fumea*, *Paraglyphidodon migroris*, *Abudefduf saxatilis*, *Thalassoma lunare*, *Thalassoma purpureum*, *Halichoeres prosopion* dan *Neopomacentrus anabatooides* hanya mendekat dari jarak tertentu dan langsung berbelok menjauh. Hingga hari terakhir pengamatan, ikan-ikan tersebut tidak pernah melakukan kontak dengan pakan buatan. *Paraglyphidodon lacrimatus* dan *Chrysiptera leocopoma* melakukan kontak terlebih dahulu dengan pakan uji sebelum menjauh. Kedua spesies tersebut tidak pernah merespon pakan lebih jauh dari melakukan kontak kemudian menjauh. *Acanthochromis polycanthus* mendekati pakan uji dalam waktu yang lebih lama dari ikan-ikan lainnya, tetapi kemudian juga berenang menjauh. Beberapa ikan seperti *Acanthochromis polycanthus* dan *Amblyglyphidodon aureus* mencoba untuk menggigit pakan di awal pengamatan tetapi kemudian memuntahkan pakan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa* dapat bersifat *repellent* terhadap beberapa spesies sekaligus bersifat *deterrent* terhadap spesies lainnya (Mahardika dkk. 2014: 213--214).

Pengamatan hari kedua menunjukkan beberapa ikan yang mulai mencoba untuk menggigit pakan uji. *Chromis verator* dan *Pomacentrus moluecenensis*

menggigit pakan uji, tetapi kemudian memuntahkannya kembali. *Acanthochromis polycanthus* dan *Amblyglyphidodon aureus* masih memuntahkan pakan, tetapi memakannya kembali. *Chromis verator* juga terlihat mampu memuntahkan kemudian memakan kembali pakan pada pengamatan selanjutnya, sedangkan *Pomacentrus moluencensis* tidak pernah terlihat memakan kembali pakan yang telah dimuntahkannya. Akhirnya, hanya *Amblyglyphidodon aureus* yang dapat memakan pakan uji tanpa memuntahkan pakan kembali. Pada penelitian Dhiba (2016: 40--49) dan Priansari (2016: 32--42) ikan dari Genus *Amblyglyphidodon* juga dilaporkan dapat memakan pakan uji yang mengandung ekstrak kasar *Capillaster sentosus* yang bersifat *antifeedant*.

Pengamatan hari keempat menunjukkan adanya pakan uji yang “dimakan”, yaitu pakan uji yang dihabiskan lebih dari setengahnya oleh ikan karang. Pakan uji yang dimakan tidak pernah habis seluruhnya, hanya tersisa kurang dari setengah saja. Selain itu, satu buah pakan uji yang habis lebih dari setengah tidak pernah dihabiskan oleh satu ikan saja, melainkan disebabkan oleh beberapa gigitan dari banyak ikan sekaligus. Ikan yang dapat memakan pakan uji yaitu *Chromis verator*, *Acanthochromis polychantus* dan *Amblyglyphidodon aureus* tetap lebih menyukai pakan kontrol dibandingkan pakan uji. Hal ini terlihat dari perilaku ikan-ikan tersebut yang tetap beralih ke pakan kontrol setelah memakan pakan uji. *Amblyglyphidodon aureus* dapat bertahan sebanyak 4 hingga 5 gigitan tanpa memuntahkan pakan uji sebelum menjauh dan beralih ke pakan kontrol. Masih terdapatnya pakan kontrol saat pakan uji dimakan menunjukkan bahwa pemilihan pakan oleh *Amblyglyphidodon aureus* merupakan bentuk adaptasi dan bukan dipengaruhi oleh tingkat kelaparan.

Perilaku adaptasi ikan karang terhadap pakan uji bisa disebabkan oleh tingkat kelaparan ikan tersebut serta tingkat toleransi terhadap senyawa yang terkandung dalam ekstrak kasar. Toleransi tersebut mungkin berkembang dari perilaku ikan menggigit dan memuntahkan pakan yang merupakan cara belajar ikan melalui “*trial and error*”, yaitu dalam hal memilih pakan yang dapat dan tidak dapat dimakan (Bone & Moore 2008: 416--417).

Seluruh respons yang teramati merupakan hasil dari 7 hari pengamatan. Sejauh ini belum terdapat laporan mengenai predator alami *Phyllidiella pustulosa*.

Apabila pengamatan dilanjutkan, terdapat kemungkinan bahwa ikan karang dapat beradaptasi lebih lanjut. *Amblyglyphidodon aureus*, misalnya, mungkin mampu memakan pakan uji lebih dari 4--5 gigitan atau bahkan mampu menghabiskan pakan uji, sehingga *Amblyglyphidodon aureus* mungkin merupakan predator Nudibranchia *Phyllidiella pustulosa* di alam.

Priansari (2016: 32--42) melaporkan bahwa *Amblyglyphidodon* sp. dan *Pomacentrus* sp. dapat memakan pakan yang mengandung ekstrak *Capillaster sentosus* fraksi non polar, tetapi kemudian memuntahkan pakan tersebut kembali. Penelitian Dhiba (2016: 40--49) yang menggunakan ekstrak *Capillaster sentosus* fraksi air menunjukkan bahwa *Amblyglyphidodon* sp. dan *Pomacentrus* sp. dapat memakan pakan uji secara terus-menerus tanpa memuntahkannya. Penelitian menggunakan ekstrak kasar *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* melaporkan bahwa ikan *Neopomacentrus* sp. dan *Pomacentrus* sp. merupakan ikan yang paling sering mendekati dan memakan pakan buatan (Tursina 2011: 46). Penelitian menggunakan ekstrak kasar *Archaster typicus*, ikan *Pomacentrus* sp. juga merupakan ikan yang sering memakan pakan uji (Djuniarti 2013: 43).

Melalui penelitian-penelitian tersebut terlihat bahwa *Neopomacentrus* sp. dan *Pomacentrus* sp. merupakan ikan-ikan yang cenderung mendekati dan memakan pakan uji, akan tetapi pada penelitian ini ikan-ikan dari genus tersebut cenderung menjauhi pakan uji. Ritson-Williams & Paul (2007: 29--39) melaporkan bahwa ikan-ikan dari Famili Pomacentridae dan Labridae, yaitu beberapa Genus *Abudefduf* (Pomacentridae) dan *Thalassoma* (Labridae) memakan pakan uji yang mengandung terpen isosianida dalam ekstrak Nudibranchia *Phyllidiella granulatus* dan spons *Acanthella cavernosa*. Akan tetapi pada penelitian ini *Abudefduf saxatilis*, *Thalassoma lunare* dan *Thalassoma purpureum* tidak memakan pakan uji. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikan memberikan respons spesifik terhadap tiap senyawa uji.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Ekstrak kasar Nudibranchia *Phyllidiella pustulosa* positif memiliki aktivitas *antifeedant* terhadap ikan karang di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. Ikan karang memberikan respons spesifik terhadap pemberian pakan. Sebagian besar ikan tidak memakan pakan uji yang mengandung ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*. Hanya beberapa spesies ikan yang mampu mentolerir dan memakan pakan uji walau dalam jumlah yang sangat sedikit, yaitu *Chromis verator*, *Acanthochromis polychantus*, dan *Amblyglyphidodon aureus*.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai senyawa metabolit sekunder apa saja dalam *Phyllidiella pustulosa* yang dapat berperan sebagai *antifeedant*.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai predator alami Nudibranchia *Phyllidiella pustulosa*, baik *Amblyglyphidodon aureus* maupun spesies lainnya.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan dilakukan perbandingan kromatogram mengenai keaktifan senyawa metabolit sekunder *Phyllidiella pustulosa* dengan spons mangsanya.

DAFTAR ACUAN

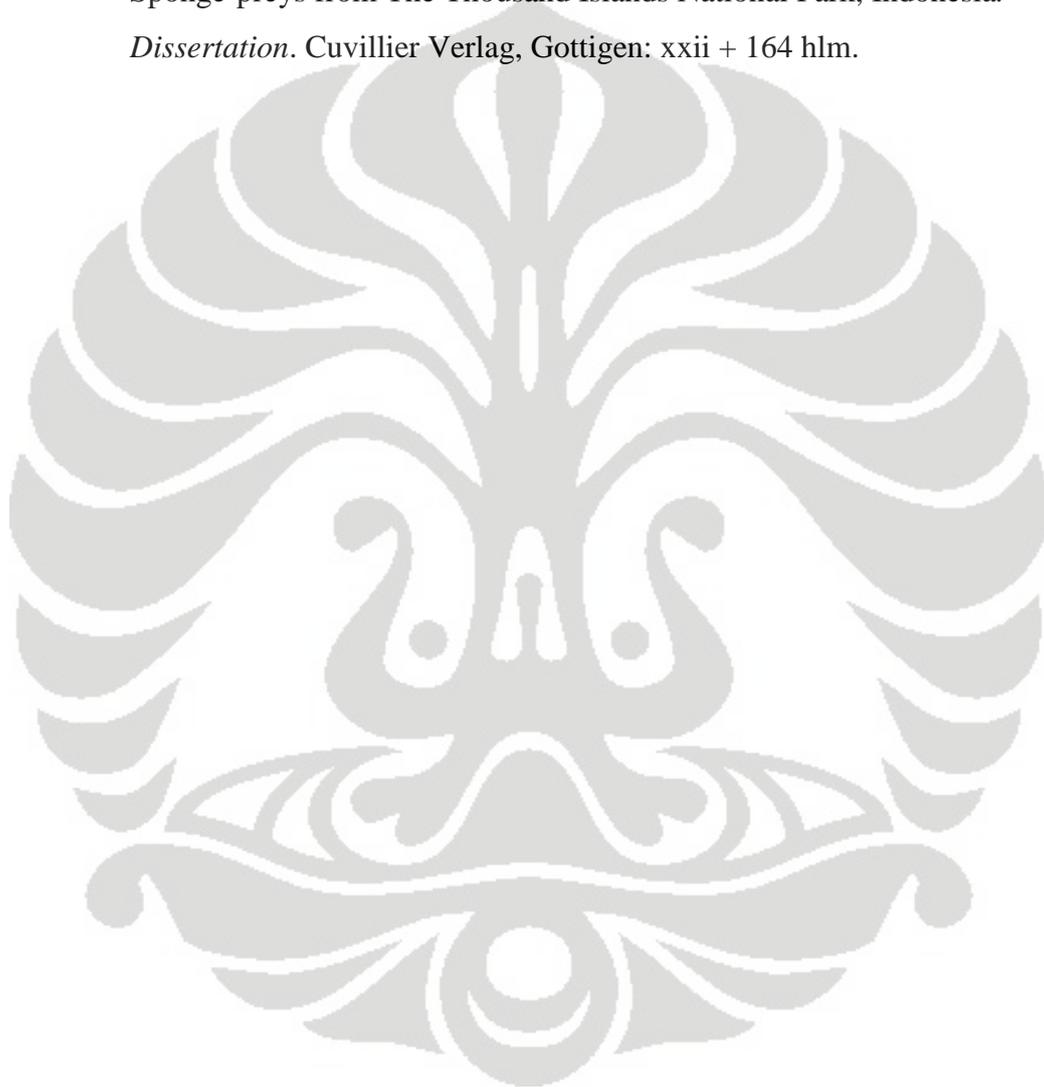
- Afriyani, F. 2014. Uji *antifeedant* ekstrak *Acanthaster plancii* terhadap ikan-ikan karang di perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu-Jakarta. Thesis S-2 Departemen Biologi FMIPA UI, Depok: xiii + 46 hlm.
- Allen, G. 2003. *Field guide to marine fishes of tropical Australia and South-East Asia*. 4th ed. Western Australian Museum, Perth: 253 hlm.
- Alqudah, A., S. Saad, D. Susanti, N.F. Hadry, M.F.A. Khodzori, M.H. Yusof & M.H. Rani. 2016. Observations on nudibranch behavior patterns under laboratory conditions. *Jurnal Teknologi* **78**(11): 167--171.
- Amini, N. 2013. Uji *antifeedant* ekstrak metanol bintang laut *Linckia laevigata* terhadap ikan karang di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Skripsi S-1*. Departemen Biologi FMIPA UI, Depok: xi + 48 hlm.
- Annisa, S. 2013. Uji *antifeedant* ekstrak metanol bintang laut *Culcita novaeguineae* terhadap ikan karang di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Skripsi S-1*. Departemen Biologi FMIPA UI, Depok: xi + 50 hlm.
- Budiarto, E. 2001. *Biostatistika untuk kedokteran dan kesehatan masyarakat*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta: xv + 309 hlm.
- Bone, Q. & R.H. Moore. 2008. *Biology of fishes*. 3rd Ed. Taylor & Francis Group, Cornwall: xviii + 478 hlm.
- Brunckhorst, D.J. 1993. The systematic and phylogeny of phyllidiid nudibranchs (Doridoidea). *Records of the Australian Museum*. Supplement **16**: 1--107.
- Chanas, B. & J.R. Pawlik. 1995. Defenses of Caribbean sponges against predatory reef fish. II. Spicules, tissue toughness, and nutritional quality. *Marine Ecology Progress Series* **127**: 183--194.
- Chang, C.W.J. & P.J. Scheuer. 1990. Biosynthesis of marine isocyanoterpenoids in sponges. *Comp. Biochemistry Physiology* **97**: 227--233.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia (=Depkes RI). 2000. *Parameter standar umum ekstrak tumbuhan obat*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta: viii + 68 hlm.

- Dhiba, N.F. 2016. Uji *antifeedant* fraksi air ekstrak bintang bulu *Capillaster sentosus* Crinoidea, Echinodermata terhadap ikan karang di perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Skripsi S-1*. Departemen Biologi FMIPA UI, Depok: xii + 49 hlm.
- Djuniarti, R. 2013. Uji *antifeedant* ekstrak metanol bintang laut *Archaster typicus* terhadap ikan karang di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Skripsi S-1*. Departemen Biologi FMIPA UI, Depok: xi + 60 hlm.
- Fahrner, A. & M. Schrodl. 2000. Redescription of *Phyllidiopsis sinaiensis* (Yonow, 1988) (Nudibranchia: Doridoidea: Phyllidiidae), with a review of the red sea Phyllidiidae. *Journal of Molluscan Studies* **66**: 467--476.
- Garson, M.J., J.S. Simpson, A.E. Flowers, & E.J. Dumdei. 2000. Cyanide and thiocyanide-derived functionality in marine organisms – structures, biosynthesis and ecology. *Studies in Natural Products Chemistry* **21**: 329--372.
- Grzimek, B. 2003a. *Grzimek's animal life encyclopedia volume 4: fishes*. 2nd ed. Thomson Learning, Canada: xviii + 455 hlm.
- Grzimek, B. 2003b. *Grzimek's animal life encyclopedia volume 5: fishes II*. 2nd ed. Thomson Learning, Canada: xviii + 547 hlm.
- Mahardika, I.B.P., N.M. Puspawati & I.A.G. Widihati. 2014. Identifikasi senyawa aktif *antifeedant* dari ekstrak daun pangi (*Pangium* sp.) dan uji aktivitasnya terhadap ulat kubis (*Plutella xylostella*). *Jurnal Kimia* **8**(2): 213--219.
- Mansson, P.E. 2005. Host selection and antifeedants in *Hylobius abietis* pine weevils. *Doctoral Thesis*. Swedish University of Agricultural Sciences: 33 hlm.
- Manzo E., M.L. Ciavatta, M. Gavagnin, E. Mollo, Y.W. Guo & G.Cimino. 2004. Isocyanide terpene metabolides of *Phyllidiella pustulosa*, a Nudibranch from the South China Sea. *Journal of Natural Products* **67**: 1701--1704.
- Maulida, E. 2011. Uji *antifeedant* ekstrak kasar ascidia *Didemnum* sp. terhadap ikan karang di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Skripsi S-1*. Departemen Biologi FMIPA UI, Depok: x + 47 hlm.

- Newman, L.J., L.R.G. Cannon & D.J. Brunckhorst. 1994. A new flatworm (Platyhelminthes: Polycladida) which mimics a Phyllidiid Nudibranch (Mollusca, Nudibranchia). *Zoological Journal of the Linnean Society* **100**(1): 19--25.
- Pawlik, J.R. 1993. Marine invertebrate chemical defense. *Chemical Reviews* **93**: 1911--1922.
- Pawlik, J.R., M.R. Kernan, T.F. Molinski, M.K. Harper & D.J. Faulkner. 1988. Defensive chemicals of the spanish dancer nudibranch *Hexabranthus sanguineus* and its egg ribbons: macrolides derived from a sponge diet. *Journal of Marine Biology Ecology* **119**: 99--109.
- Phillips, D.J.H. & P.S. Rainbow. 1994. *Biomonitoring of trace aquatic contaminants*. Chapman & Hall, London: iv + 371 hlm.
- Pranoto, E.N., W.F. Ma'ruf & D. Pringgenies. 2012. Kajian aktivitas bioaktif ekstrak teripang pasir (*Holothuria scabra*) terhadap jamur *Candida albicans*. *Jurnal Perikanan* **1**(2):1--8.
- Priansari, V. 2016. Uji antifeedant fraksi non polar ekstrak bintang bulu *Capillaster sentosus* (Crinoidea: Echinodermata) terhadap ikan karang di perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Skripsi S-1*. Departemen Biologi FMIPA UI, Depok: xi + 55 hlm.
- Puranik, P. & A. Bhate. 2007. *Animal form & function: invertebrata*. Prabhat Kumar Sharma for Sarup & Sons, New Delhi, India: x + 475 hlm.
- Raaman, N. 2006. *Phytochemical techniques*. Jai Bharat Printing Press, New Delhi: xii + 311 hlm.
- Rahimah, M.N. 2016. Hubungan mangsa-pemangsa antara *Phyllidiella nigra* (Gastropoda: Nudibranchia) dengan spons mangsa di daerah rataaan terumbu karang Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Skripsi S-1*. Departemen Biologi FMIPA UI, Depok: xii + 45 hlm.
- Ritson-Williams, R. & V.J. Paul. 2007. Marine benthic invertebrates use multimodal cues for defense against reef fish. *Marine ecology progress series* **340**: 29--39.

- Sea Slug Forum. 2010. *Phyllidiella pustulosa* (Cuvier, 1804). 1 hlm.
<http://www.seaslugforum.net/find/phyllpust> diakses pada 20 Februari 2017, pk 23:09 WIB.
- Sekizawa, A., S. Seki, M. Tokuzato, S. Shiga & Y. Nakashima. 2013. Disposable penis and its replenishment in a simultaneous hermaphrodite. *Biology Letters* **9**: 1--4.
- Setiawan, A. 2016. Uji *antifeedant* ekstrak metanol bintang bulu *Capillaster* sp. terhadap ikan karang di Perairan Laut Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Laporan kerja praktek*. Departemen Biologi FMIPA UI, Depok: 13 hlm.
- Tinkova, T.V., A.O. Kasumyan, P.Y. Dgebuadze, L.T.K. Oanh & T.A. Briatev. 2014. Deterrence of feather stars (Crinoidea, Comatulida) from Southern Vietnam for the Indo-Pacific sergeant-fish *Abudefduf vaigiensis*. *Doklady Biological Sciences* **456**(3): 195--198.
- Tursina, L.M. 2011. Uji *antifeedant* ekstrak kasar teripang *Holothuria atra* dan *Bohadschia marmorata* terhadap ikan karang di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Skripsi S-1*. Departemen Biologi FMIPA UI, Depok: xii + 48 hlm.
- Ubrihien, R.P. 2012. Australian intertidal gastropods as bioindicators of metal contamination. *Thesis*. Applied Environmental Science, University of Canberra, Canberra: xvii + 146 hlm.
- World Register of Marine Species (=WoRMS). 2012. WoRMS taxon details: *Phyllidiella pustulosa* (Cuvier, 1804). 1 hlm.
<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=536574>, diakses pada 20 Februari 2017, pk 22:58 WIB.
- Yasman. 2002. *Sebaran vertikal Nudibranchia (Mollusca: Gastropoda) di terumbu karang-Karang Lebar, Pulau Semak Daun Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu dan catatan pertama (first record) pengamatan pemangsaan Phyllidia varicosa Lamarck, 1801 terhadap spons Axinyssa cf. aculeata Wilson, 1925*. Laporan Penelitian Universitas Indonesia, Depok: ix + 24 hlm.

- Yasman, R.A. Edrada, V. Wray & P. Proksch. 2003. New 9-Thiocyanatopupukeanane sesquiterpenes from the Nudibranch *Phyllidia varicosa* and its sponge-prey *Axinyssa aculeata*. *J.Nat.Prod.* **2003**(66): 1512--1514.
- Yasman. 2006. Structure Elucidation, Biological Activity, and Ecology of Terpene Isocyanides from Phyllidiid species (Nudibranchia) and Their Sponge-preys from The Thousand Islands National Park, Indonesia. *Dissertation*. Cuvillier Verlag, Gottigen: xxii + 164 hlm.



LAMPIRAN 1

Perhitungan konsentrasi fisiologis dan persentase ekstrak kasar

Phyllidiella pustulosa

Perhitungan konsentrasi fisiologis *Phyllidiella pustulosa*

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi fisiologis} &= \frac{\text{Berat ekstrak kasar}}{\text{Volume sampel}} \\ &= \frac{9,04 \text{ gr}}{153,5 \text{ ml}} \\ &= 0,0589 \text{ gr/ml} \\ &= 0,06 \text{ gr/ml} \\ &= 60 \text{ mg/ml} \end{aligned}$$

Perhitungan persentase ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*

$$\begin{aligned} \% \text{ ekstrak kasar} &= \frac{\text{Berat ekstrak kasar}}{\text{Berat basah sampel}} \times 100 \% \\ &= \frac{9,04 \text{ gr}}{147,5 \text{ gr}} \times 100 \% \\ &= 0,06128 \times 100\% \\ &= 6,13 \% \end{aligned}$$

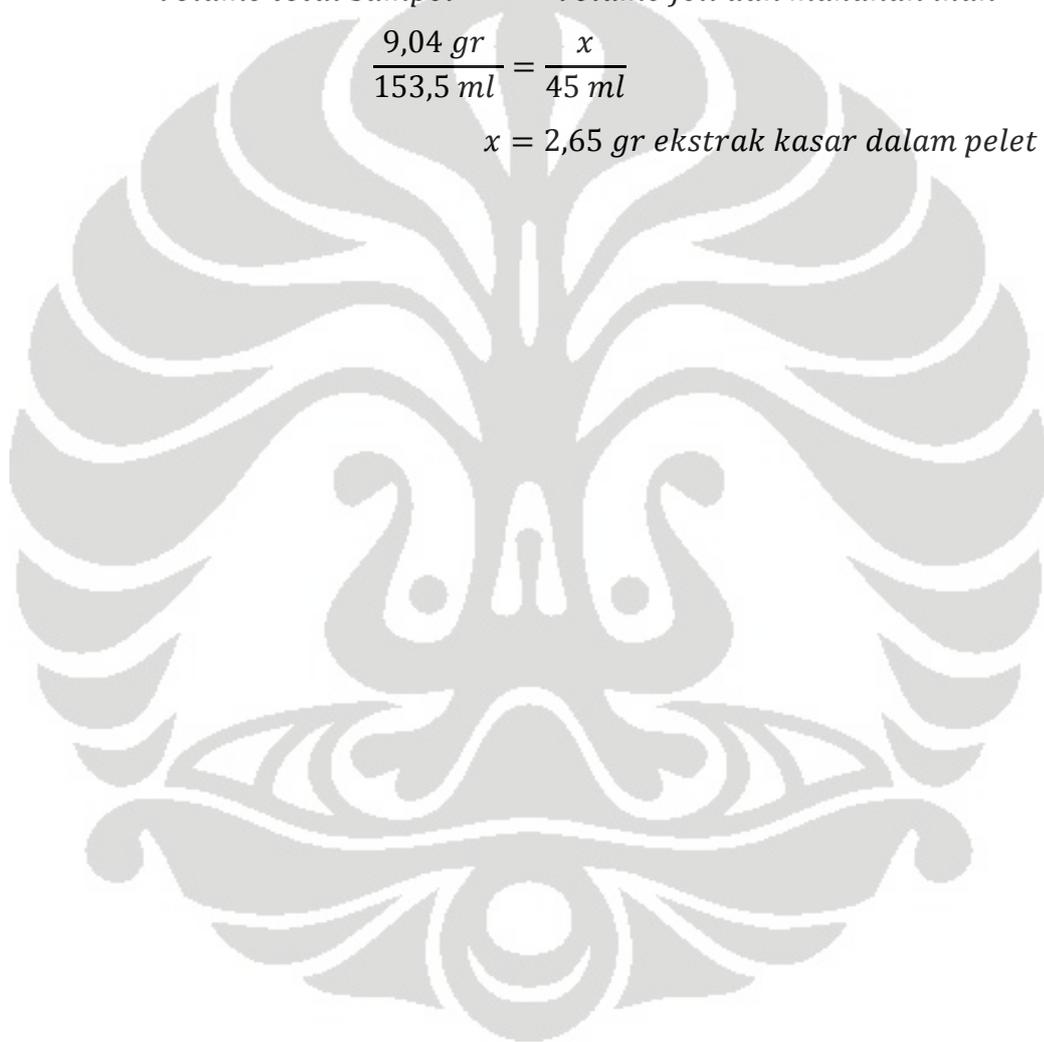
LAMPIRAN 2

Perhitungan kuantifikasi ekstrak *Phyllidiella pustulosa*

$$\frac{\text{berat total ekstrak kasar}}{\text{volume total sampel}} = \frac{\text{berat ekstrak kasar dalam pelet}}{\text{volume jeli dan makanan ikan}}$$

$$\frac{9,04 \text{ gr}}{153,5 \text{ ml}} = \frac{x}{45 \text{ ml}}$$

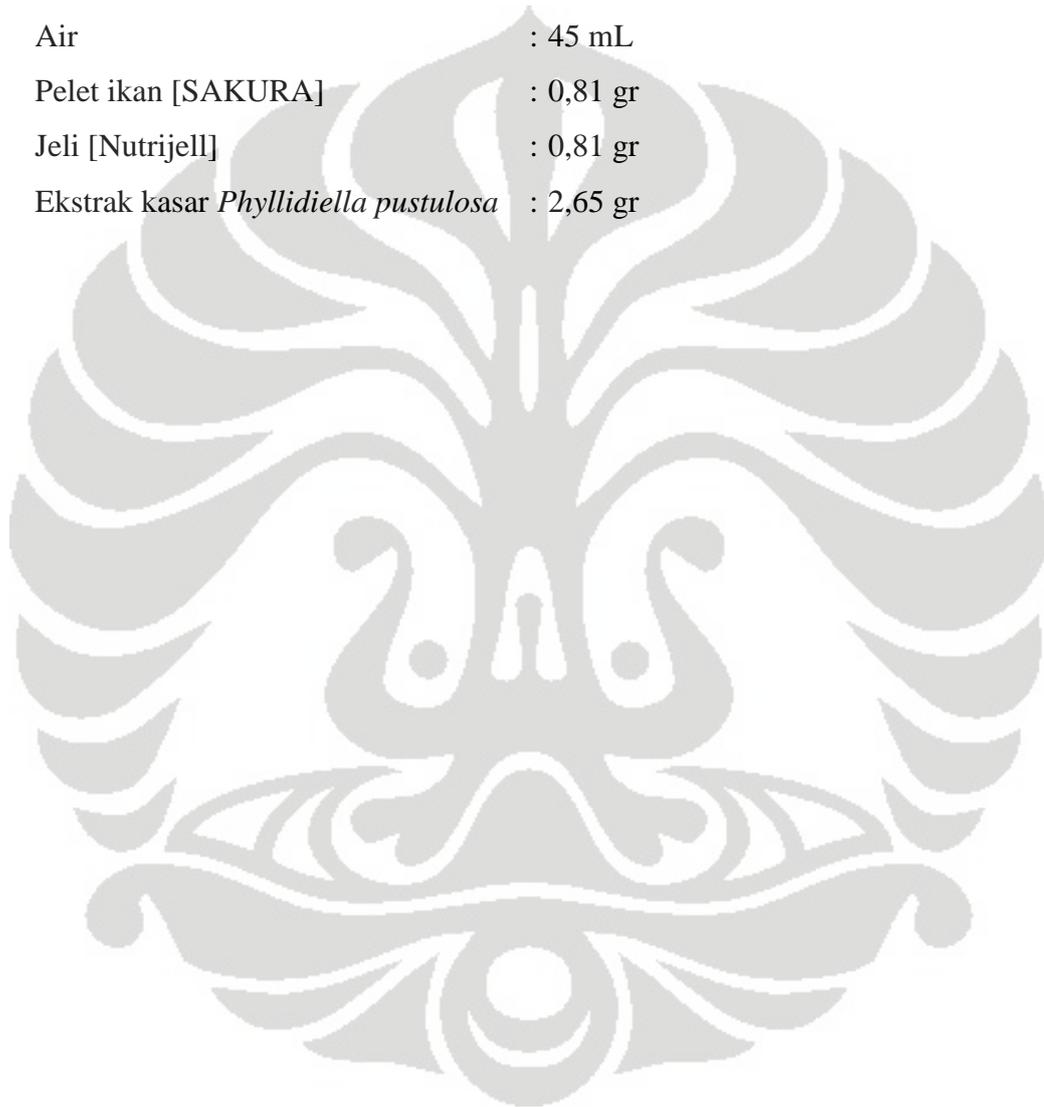
$$x = 2,65 \text{ gr ekstrak kasar dalam pelet}$$



LAMPIRAN 3
Komposisi pakan uji

Komposisi pakan uji dalam cetakan 7x7 (untuk 49 buah pakan)

Air	: 45 mL
Pelet ikan [SAKURA]	: 0,81 gr
Jeli [Nutrijell]	: 0,81 gr
Ekstrak kasar <i>Phyllidiella pustulosa</i>	: 2,65 gr



LAMPIRAN 4

Komposisi pelet ikan [SAKURA] dan jeli [Nutrijell] yang digunakan

Komposisi pelet ikan [SAKURA]

Foto	Komposisi
	<i>Fish meal</i>
	<i>Shrimp meal</i>
	<i>Soybean meal</i>
	<i>Rice bran fresh</i>
	<i>Rice bran solvent extracted</i>
	<i>Broken rice</i>
	<i>Vitamins and minerals premix</i>
	<i>Pigment enhancer</i> <i>Antioxidant</i>

[Sumber: Dokumentasi Pribadi]

Komposisi jeli [Nutrijell] tanpa rasa / plain

Foto	Komposisi
	Karagenan
	Konyaku bubuk
	Gula
	Pengatur keasaman kalium sitrat
	Serat pangan frukto oligosakarida
	Kalsium
	Vitamin D

[Sumber: Dokumentasi Pribadi]

LAMPIRAN 5
Panduan warna ACE-*Paint*



[Sumber: Dokumentasi Pribadi]

LAMPIRAN 6

Analisis data pengujian *antifeedant* ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*
menggunakan uji statistik *Chi-square*

Data hasil pengamatan respons ikan karang terhadap uji antifeedant ekstrak kasar
Phyllidiella pustulosa

	Pakan kontrol	Pakan uji	Total
Dimakan	135 (a)	8 (d)	143
Tidak dimakan	0 (b)	128 (e)	128
Tidak teramati	5 (c)	4 (f)	9
Total	140	140	280

Perhitungan frekuensi harapan

$$f_h = \frac{(\Sigma f \text{ kolom})(\Sigma f \text{ baris})}{\text{jumlah } f \text{ total}}$$

$$f_{h(a)} = \frac{(140)(143)}{280} = 71,5$$

$$f_{h(b)} = \frac{(140)(128)}{280} = 64$$

$$f_{h(c)} = \frac{(140)(9)}{280} = 4$$

$$f_{h(d)} = \frac{(140)(8)}{280} = 4$$

$$f_{h(e)} = \frac{(140)(128)}{280} = 64$$

$$f_{h(f)} = \frac{(140)(4)}{280} = 2$$

LAMPIRAN 6

Analisis data pengujian *antifeedant* ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*
menggunakan uji statistik *Chi-square* (lanjutan)

Perhitungan nilai χ^2 hitung

$$\chi^2 = \sum \left[\frac{(f_o - f_h)^2}{f_h} \right]$$

$$\begin{aligned} \chi^2 &= \frac{(135 - 71,5)^2}{71,5} + \frac{(0 - 64)^2}{64} + \frac{(5 - 4)^2}{4} + \frac{(8 - 71,5)^2}{71,5} \\ &\quad + \frac{(128 - 64)^2}{64} + \frac{(4 - 4)^2}{4} \\ &= 56,395 + 64 + 0,25 + 56,395 + 64 + 0 \\ &= 241,04 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai derajat kebebasan

$$df = k - 1$$

$$df = 3 - 1$$

$$df = 2$$

H_0 = ikan tidak memakan pakan perlakuan

H_a = ikan memakan pakan perlakuan

$$\chi^2_{(0,01;2)} = 9,210$$

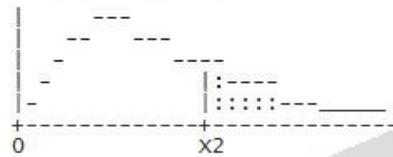
$$\chi^2_{hitung} = 241,04$$

Hasil menunjukkan bahwa $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{(0,01;2)tabel}$, maka H_0 diterima

Hal tersebut menunjukkan bahwa perilaku makan ikan berhubungan dengan perlakuan terhadap pakan, sehingga respons ikan karang merupakan efek dari pemberian ekstrak kasar *Phyllidiella pustulosa*

LAMPIRAN 7
 Nilai distribusi *Chi-square*

(CHI-SQUARE TABLE)



DF	x2(.995)	x2(.99)	x2(.975)	x2(.95)	x2(.05)	x2(.025)	x2(.01)	x2(.005)
1	0.000	0.000	0.001	0.004	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.071	12.833	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	35.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.415	39.364	42.980	45.559
25	10.520	11.524	13.120	14.611	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	40.113	43.195	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	43.773	46.979	50.892	53.672
31	14.458	15.655	17.539	19.281	44.985	48.232	52.191	55.003
32	15.134	16.362	18.291	20.072	46.194	49.480	53.486	56.328
33	15.815	17.074	19.047	20.867	47.400	50.725	54.776	57.648
34	16.501	17.789	19.806	21.664	48.602	51.966	56.061	58.964
35	17.192	18.509	20.569	22.465	49.802	53.203	57.342	60.275
40	20.707	22.164	24.433	26.509	55.758	59.342	63.691	66.766
50	27.991	29.707	32.357	34.764	67.505	71.420	76.154	79.490
60	35.534	37.485	40.482	43.188	79.082	83.298	88.379	91.952
70	43.275	45.442	48.758	51.739	90.531	95.023	100.425	104.215
80	51.172	53.540	57.153	60.391	101.879	106.629	112.329	116.321
90	59.196	61.754	65.647	69.126	113.145	118.136	124.116	128.299
100	67.328	70.065	74.222	77.929	124.342	129.561	135.807	140.169
110	75.550	78.458	82.867	86.792	135.480	140.917	147.414	151.948
120	83.852	86.923	91.573	95.705	146.567	152.211	158.950	163.648