

**PENAPISAN SENYAWA BIOAKTIF SPONS *Aaptos aaptos* DAN *Petrosia*  
sp. DARI LOKASI YANG BERBEDA*****(Screening of Bioactive Compound of *Aaptos aaptos* and *Petrosia* sp. Sponges  
from Different Locations)*****Meutia Samira Ismet, Dedi Soedhama, Unggul Aktani**

Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB

**ABSTRAK**

Spons *Aaptos aaptos* dan *Petrosia* sp terkenal akan potensi kandungan senyawa bioaktifnya. Perbedaan habitat spons diperkirakan turut mempengaruhi bioaktivitas spons. Tujuan dan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh lingkungan habitat spons terhadap tingkat bioaktivitasnya. Sampel spons diambil dari dua lokasi berbeda (bagian Barat dan Selatan Pulau Pari), dan bioaktivitasnya dianalisa dengan menggunakan metode difusi agar terhadap *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Aeromonas hydrophilla*; sementara toksisitasnya dianalisa terhadap *Artemia salina*. *Aaptos aaptos* dan *Petrosia* sp. yang berasal dari alam menunjukkan kisaran tingkat bioaktivitas yang bervariasi pada tiap habitat di lokasi yang berbeda (bagian Barat dan Selatan Pulau Pari). Sampel *Aaptos aaptos* hasil transplantasi menunjukkan tingkat bioaktivitas yang relatif sama, sementara sampel *Petrosia* sp. menunjukkan hasil yang berlawanan. Tidak ditemukan korelasi antara tingkat bioaktivitas ekstrak kasar spons terhadap bakteri target dan toksisitasnya terhadap *A. salina*. Secara keseluruhan, spons *Aaptos aaptos* memiliki tingkat bioaktivitas yang lebih tinggi dari pada *Petrosia* sp.

Kata Kunci: *Aaptos aaptos*, *Petrosia* sp., senyawa bioaktif**ABSTRACT**

*Aaptos aaptos* and *Petrosia* sp sponges are known for their high potential of bioactive compounds. Differences in sponge habitat may influence the sponge bioactivity. The objective of this research was to determine the environmental effect on those sponges bioactivity. Sponge samples were taken from two different locations (West- and South- side of Pari Island), and the bioactivity was analyzed using agar diffusion method against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Aeromonas hydrophilla* meanwhile the toxicity was examined against the *Artemia salina*. The *Aaptos aaptos* and *Petrosia* sp. from natural habitat denoted a varied range of bioactivity for each habitat in different location (West- and South- side of Pari Island). Transplanted samples of *Aaptos aaptos* showed relative similar bioactivity, which was contrary with the transplanted *Petrosia* sp. There was no correlation between the bioactivity against target bacteria and the toxicity against *A. salina* of the sponge raw extract. In general, the *Aaptos aaptos* showed higher bioactivity than the *Petrosia* sp

Key words: *Aaptos aaptos*, *Petrosia* sp., bioactive compounds

## I. PENDAHULUAN

Spons diketahui memiliki ekologi habitat yang sangat luas. Organisme sederhana ini diketahui dapat hidup pada kedalaman dan kondisi perairan yang beragam. Para peneliti menemukan bahwa spons menghasilkan metabolit sekunder sebagai mekanisme perlindungan diri. Penelitian juga mengungkapkan bahwa metabolit sekunder ini tidak hanya berperan dalam metabolisme organisme tersebut, tetapi juga berperan dalam strategi adaptasi organisme terhadap lingkungannya (Thakur & Müller 2004). Adaptasi tersebut dapat sebagai mekanisme pertahanan diri terhadap predator, keadaan lingkungan yang menuntut kompetisi akan nutrisi, maupun mekanisme pertahanan terhadap kondisi lingkungan yang terpolusi limbah organik (Thakur & Müller 2004).

Spons *Aaptos aaptos* dan *Petrosia* sp. memiliki nilai ekonomis penting karena kemampuannya menghasilkan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai senyawa bioaktif, yang dapat digunakan dalam dunia pengobatan. Spons dari genus *Aaptos* diketahui dapat menghasilkan beberapa senyawa aktif, seperti ninhidrin, aaptamin dan senyawa lain yang termasuk golongan alkaloid (Pelletier *et al.* 1987). Sementara spons *Petrosia* sp. diketahui menghasilkan beberapa senyawa dari kelompok poliasetilen yang berpotensi sebagai antimikrob, antifungi, antifouling, inhibitor ATP-ase dan inhibitor HIV (Young *et al.* 1999). Namun demikian, perbedaan kualitas lingkungan perairan sebagai habitat organisme spons dapat mempengaruhi metabolisme organisme tersebut, termasuk senyawa metabolit sekundernya sebagai mekanisme adaptasi terhadap lingkungan. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu penelitian mengenai pengaruh lingkungan terhadap potensi senyawa bioaktif yang dikandung oleh spons.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) melakukan penapisan senyawa bioaktif dari spons *Aaptos aaptos* dan *Petrosia* sp., dan 2) melihat pengaruh perbedaan lingkungan terhadap kekuatan senyawa bioaktif dari spons jenis *Aaptos aaptos* dan *Petrosia* sp.

## II. METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 6 bulan yang dimulai dari bulan September sampai Desember 2006. Pengamatan dan pengambilan sampel spons dilakukan di sekitar perairan terumbu karang Pulau Pari, yaitu pada bagian Barat dan Selatan Pulau Pari, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. Sementara sampel spons hasil transplantasi diambil dari kegiatan transplantasi spons Hibah Pasca di perairan yang sama (bagian Barat Pulau Pari).

Selama pengainatan tersebut juga dilakukan pengukuran beberapa parameter lingkungan, yaitu suhu, salinitas, pasang surut dan parameter kualitas air lingkungan. Sampel spons yang diambil, selanjutnya dianalisis di I-laboratorium Mikrobiologi Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH)-IPB.

## **Metode Kerja**

### **Konsentrasi dan Rioaktivitas Antibakteri Ekstrak Kasar dan Fraksi**

**Pengambilan Sampel.** Pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman 7 m, di bagian Barat ( $106^{\circ} 35' 712''$  BT dan  $05^{\circ} 52' 055''$  LS) dan Selatan ( $106^{\circ} 36' 761''$  BT dan  $05^{\circ} 52' 244''$  L.S) P.Pari, dengan menggunakan peralatan SCUBA DIVING SET. Beberapa individu spoils diambil pada setiap habitat di kedua lokasi untuk diekstraksi. Sampel untuk setiap habitat diperlakukan sebanyak tiga kali utangan. Sampel masing-masing spons dengan bohot yang memadai juga diambil untuk analisis fraksinasi. Setelah preparasi dengan menyempotkan metanol (MeOH) teknis, sampel-sampel tersebut disimpan pada suhu  $-20^{\circ}\text{C}$ .

**Ekstraksi.** Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menurut petunjuk Richelle-Maurer dan Braekman (2001) dan Kelly *et al.* (2003). Spons laut ditimbang sebanyak 25 gr, setelah dipotong kecil-kecil, kemudian direndam dalam 25 ml metanol p.a. dan diaduk menggunakan shaker bath. Setelah penyimpanan selama 24 jam dalam suhu kamar, kegiatan ini diulang kembali, sehingga volume pelarut mencapai 50 ml. Setelah 24 jam, suspensi pekat disaring dengan kertas saring untuk memisahkan cairan dengan endapannya. Cairan ditampung di dalam labu takar 50 mL (ekstrak). Setelah dilakukan pengeringan ekstrak larutan menggunakan evaporator rotavapor, lalu dilanjutkan dengan kristalisasi menggunakan metode freeze drying, ekstrak kasar dipindahkan ke dalam botol-botol kecil dan ditutup rapat, kemudian ditimbang untuk mengetahui konsentrasinya. Ekstrak disimpan di dalam lemari pendingin untuk dilakukan pengujian bioaktivitasnya.

**Uji bioaktivitas senyawa.** Uji bioaktivitas antibakteri terhadap senyawa hasil isolasi dilakukan dengan metode difusi agar menggunakan media TSA. Organisme target (bakteri patogen) dikulturkan pada media tersebut dalam masing-masing petri. Media yang telah disebar organisme target didiamkan selama 1 jam dalam suhu kamar ( $28^{\circ}\text{C}$ ). Kemudian ditengah-tengah media diletakan "paper disc" yang mengandung senyawa ekstrak kasar spons, yang telah dilarutkan sebanyak 25 mg/ml MeOH p.a (Richelle-Maurer & Braekman 2001), kurang lebih  $20\ \mu\text{l}$  (0,04mg). Media yang telah diinokulasi dan ditotol dengan kertas cakram diinkubasi pada 4 jam pada suhu  $10^{\circ}\text{C}$ , untuk optimalisasi proses difusi, kemudian diinkubasi selama 18 jam kemudian dihitung diameter hambatnya terhadap organisme target. Seientara kista *Artemia salina*, dikultur pada air laut steril selama 24 jam dengan suhu  $28^{\circ}\text{C}$  dalam erlenmeyer, lalu diteteskan ekstrak senyawa yang telah dilarutkan sebanyak  $5\ \text{mg}/20\ \mu\text{l}$  DMSO (Effendi 2004), pada

tabung reaksi yang berisi 2 ml air laut dan 10 individu *Artemia salina* untuk melihat tingkat toksisitas senyawa (Richelle-Maurer & Braekman 2001).

### **Analisa Data**

Penapisan senyawa bioaktif dilakukan dengan melihat besar diameter zona bening (zona hambat) senyawa ekstrak kasar terhadap bakteri indikator dan toksisitas senyawa terhadap *Artemia salina*. Kekuatan aktivitas senyawa ekstrak berdasarkan perbedaan lingkungan dianalisa secara deskriptif (kualitatif). Hubungan antara bioaktivitas antibakteri dan toksisitas dianalisa dengan analisa korelatif.

## **III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Bioaktivitas Senyawa Ekstrak Kasar Spons dan Pengaruh Lingkungan**

Hasil pengukuran parameter lingkungan menunjukkan bahwa kedua lokasi pengambilan sampel (bagian Barat dan Selatan P. Pari) memiliki perbedaan kualitas lingkungan yang cukup signifikan, namun demikian kedua lokasi tersebut masih dalam kondisi baik (tidak tercemar). Hasil uji bioaktivitas yang sangat beragam pada masing-masing lokasi dapat merupakan indikasi bahwa tingkat bioaktivitas spons tidak hanya dipengaruhi oleh faktor lingkungan perairan saja. Tabel 1 menunjukkan nilai parameter lingkungan kedua lokasi pengambilan sampel spons.

Hasil pengujian bioaktivitas antibakteri dan toksisitas senyawa ekstrak kasar spons *Aaptos aaptos* dan *Petrosia sp.* terhadap bakteri target dan *Artemia salina* menunjukkan hasil yang bervariasi pada sampel dari alam dan hasil transplantasi. Secara keseluruhan, spoils *Aaptos aaptos* menunjukkan bioaktivitas yang lebih tinggi terhadap organisme target (bakteri dan *A. salina*) daripada spons *Petrosia sp.*, untuk sampel yang berasal dari alam maupun sampel yang merupakan hasil transplantasi (Gambar 1,2 dan 3). Hal ini disebabkan oleh senyawa bioaktif yang dikandung oleh kedua spons merupakan senyawa dengan struktur dan jenis yang berbeda.

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya terhadap kandungan senyawa bioaktif spons *Aaptos aaptos* menunjukkan senyawa tersebut antara lain adalah homarine dan piridinumbetain B (Granato *et al.* 2000). Menurut Bergquist dan Hartman (1969), ordo Hadromerida (termasuk di dalamnya genus *Aaptos*) mengandung senyawa aktif ninhidrin. Bergquist (1991, diacu dalam Miller *et al.* 1998) dan Pelletier *et al.* (1987) mengemukakan lebih lanjut bahwa *Aaptos* mengandung senyawa aaptamine dan senyawa demethyloxyaaptamine yang termasuk dalam golongan alkaloid. Sementara itu, spons *Petrosia sp.* diketahui mengandung senyawa yang termasuk dalam kelompok poliasetilen. Senyawa ini diketahui memiliki potensi sebagai antimikroba, antifungi, antifouling, H<sup>+</sup>,

inhibitor K<sup>+</sup>-ATPase, inhibitor HIV, dan aktivitas antitumor serta *immunosuppressive* (Young *et al.* 1999; Kim *et al.* 2002). Sarma *et al.* (2005) juga mengemukakan bahwa senyawa weinbergsterol dan ikatan sterol orthoester yang memiliki rantai samping 16  $\beta$ -OH (dan 20-OH serta 22-O-butpat) berhasil diisolasi dari *Petrosia weibergii*. Selain itu, senyawa lembchsterol A dan B serta 6-O-sulfat ester berhasil diisolasi dari *P. strongylata* yang berasal dari Indonesia.

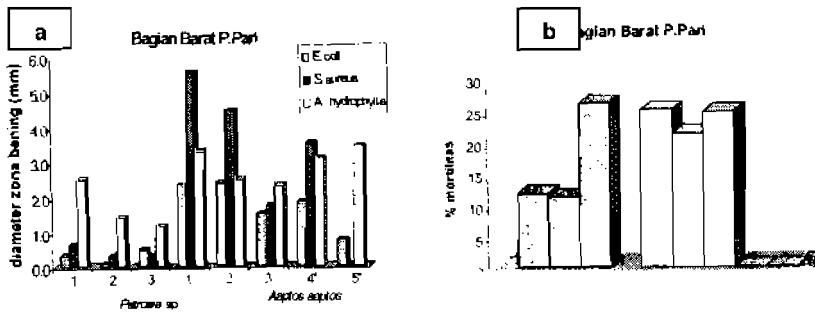
Tabel 1. Nilai parameter lingkungan di kedua lokasi pengambilan sampel beserta baku mutunya

No	PARAMETER	LOKASI		BAKU MUTU
		Selatan P. Pari	Barat P. Pari	
	<b>Fisika</b>			
1	Suhu ( <sup>0</sup> C)	30	30	28-30
2	Kecepatan arus (m/detik)	0,037	0,030	-
3	Kecerahan (m)	5,63	5,23	>5
4	Kekeruhan (NTU)	0,40	0,45	<5
5	TSS (mg/l)	0,0073	0,0053	<del>30</del>
	<b>Kimia</b>			
6	Salinitas (‰)	34	33	33-34
7	pH	8,05	8,13	7-8,5
8	DO (mg/l)	7,346	5,102	>5
9	TDS (g/l)	0,027	0,014	1
10	TOM	20,22	19,59	-
11	Silikat (SiO <sub>3</sub> ) (mg/l)	0,303	0,444	-
12	Amonia (NH <sub>3</sub> ) (mg/l)	0,322	0,459	0,3
13	Fosfat (PO <sub>4</sub> ) (mg/l)	0,164	0,157	0,015
14	Nitrit (NO <sub>2</sub> ) (mg/l)	0,020	0,020	0,06
15	Nitrat (NO <sub>3</sub> ) (mg/l)	0,248	0,236	0,008
16	TN (Total Nitrogen) (mg/l)	0,590	0,716	-
17	COD (mg/l)	40	12	-
18	H <sub>2</sub> S (mg/l)	2,41	3,02	0,01

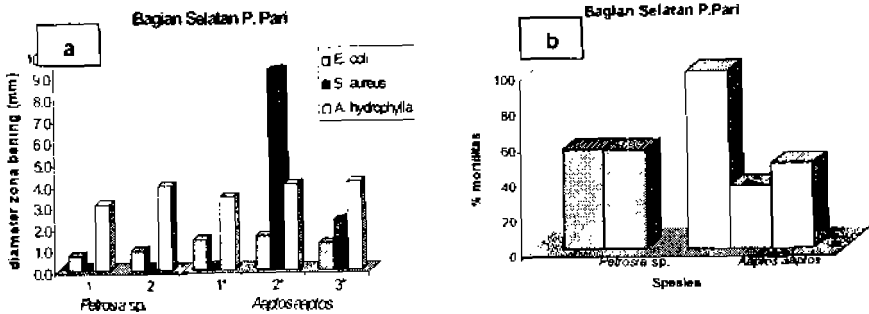
Senyawa ekstrak kasar spons *Aaptos aaptos* dan *Petrosia* sp. yang berasal dari alam memiliki tingkat bioaktivitas yang bervariasi pada habitat dan lokasi yang berbeda. Sementara sampel yang berasal dari hasil transplantasi cenderung menunjukkan hasil yang lebih seragam, kecuali untuk spons *Petrosia* sp.

**PROSIDING**

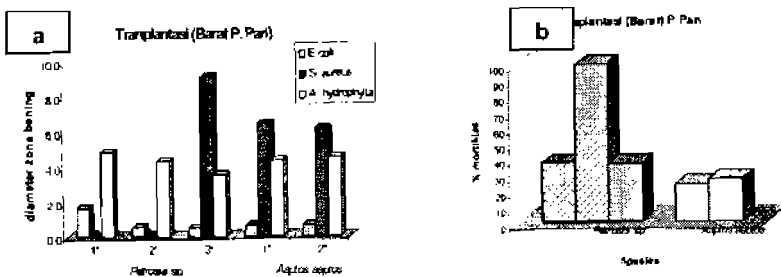
Konferensi Sains Kelautan dan Perikanan Indonesia I  
Kampus FPIK – IPB Dramaga, 17-18 Juli 2007



Gambar 1. Bioaktivitas spons *Aaptos aaptos* dan *Petrosia* sp. dan bagian Barat P. Pari (a: aktivitas antibakteri; b: toksisitas)



Gambar 2. Bioaktivitas spons *Aaptos aaptos* dan *Petrosia* sp. dari bagian Selatan P. Pari (a: aktivitas antibakteri; b: toksisitas)



Gambar 3. Bioaktivitas spons *Aaptos aaptos* dan *Petrosia* sp, hasil transplantasi di Barat P. Pari (a: aktivitas antibakteri; b: toksisitas)

Keragaman tingkat bioaktivitas senyawa ekstrak kasar spons dapat disebabkan oleh perbedaan faktor lingkungan mikro pada habitat (lokal) dan lokasi yang berbeda. Menurut Bell dan Barnes (2003), morfologi dan fisiologi spons dipengaruhi oleh faktor lingkungan mikro tempat hidupnya. Pertumbuhan dan metabolisme serta simbiosis yang berasosiasi dengan spons akan dipengaruhi

juga oleh faktor-faktor tersebut. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi adaptasi morfologi spons antara lain adalah aliran air, sedimentasi dan tipe substrat (Bell & Barnes 2000, diacu dalam Bell & Barnes 2003). Penelitian mereka juga menunjukkan bahwa faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan perbedaan morfologi dan bioaktivitas secara signifikan di dalam satu habitat.

Selain itu, bioaktivitas yang berbeda juga dapat ditemukan pada bagian tubuh yang berbeda dari satu organisme, seperti bagian basal (dasar) yang melekat pada substrat akan memiliki bioaktivitas dan struktur sel yang berbeda dengan bagian atas yang jauh dari substrat. Proksch *et al.* (2003), menyatakan bahwa distribusi senyawa alkaloid dari spons *Oceanapia* sp. mengikuti model yang sama dengan produksi senyawa metabolit sekunder pada tanaman. Hal ini ditunjukkan dengan distribusi alkaloid yang berbeda antara bagian tubuh spons yang terpapar dan yang tidak terpapar. Konsentrasi alkaloid yang tinggi pada spons tersebut ditemukan pada bagian fistullae dan cabang aseksualnya. Sementara konsentrasi terendah (hanya sekitar 0.8% berat kering) ditemukan pada bagian dasar tubuh (basal) yang terkubur pasir, dan seringkali luput dari predator. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui bagian tubuh serta habitat spons *Aptos aptos* dan *Petrosia* sp. yang memproduksi senyawa bioaktif secara optimal.

Spons *Aptos aptos* yang merupakan hasil transplantasi menunjukkan tingkat aktivitas antibakteri dan toksisitas yang tidak jauh berbeda. Hal ini dapat disebabkan oleh faktor habitat yang cenderung sama, antara lain substrat dan aliran air yang sama, serta tingkat sedimentasi yang tidak berbeda antara sampel yang dianalisa. Hal yang berlawanan terjadi pada spons *Petrosia* sp. yang berasal dari hasil transplantasi. Tingkat bioaktivitas yang ditunjukkan pada sampel-sampel yang dianalisa cenderung sangat beragam, terutama aktivitas terhadap bakteri target *S. aureus* dan toksisitas terhadap *Artemia salina*.

Keragaman tingkat bioaktivitas tersebut dapat disebabkan lebih karena struktur morfologi *Petrosia* sp. yang lebih padat akan komponen mineral penyusun skeleton. Nichols dan Werheide (2005), menyatakan bahwa dalam usahanya mempertahankan diri, spons yang mengalami kerusakan jaringan akan lebih cepat pulih jika tidak memiliki pertahanan secara kimiawi. Sipkema *et al.* (2005) juga menyatakan bahwa sintesis metabolit sekunder sangat dipengaruhi oleh kondisi spons tersebut. Sebagai contohnya, spesimen *Crambe crambe* yang mendapatkan cahaya cukup akan memiliki pertumbuhan yang lebih baik dan lebih cepat daripada spesimen yang terlindung dari cahaya. Namun, spesimen yang terlindung dari cahaya akan memiliki pertahanan kimiawi yang lebih baik, karena adanya akumulasi senyawa bioaktif (Turon *et al.* 1998, diacu dalam Sipkema *et al.* 2005).

Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ditemukan adanya hubungan (korelasi) antara tingkat bioaktivitas antibakteri dengan toksisitas terhadap *Artemia salina* pada senyawa ekstrak kasar dengan konsentrasi yang sama. Hal ini

## PROSIDING

Konferensi Sains Kelautan dan Perikanan Indonesia I  
Kampus FPIK - IPB Dromaga, 17-18 Juli 2007

disebabkan mekanisme inhibisi terhadap bakteri target tidak sama dengan toksisitas terhadap organisme multiseluler. Aktivitas antibakteri dapat bersifat menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik) atau membunuhnya (bakterisidal). Kelly *et al.* (2003) membuktikan bahwa senyawa antibakteri dari spons dapat saja menghambat pertumbuhan bakteri, sehingga berfungsi sebagai antifouling terhadap pembentukan biofilm. Namun, senyawa yang sama hclum tentu hersifat toksik, atau sebaliknya.

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Tingkat bioaktivitas spons *Aaptos aaptos* dan *Petrosia* sp. yang berasal dari alam memiliki kisaran yang beragam untuk tiap habitat di lokasi yang berbeda (bagian Barat dan Selatan P. Pari). Sampel hasil transplantasi spons *Aaptos aaptos* memiliki tingkat bioaktivitas yang cenderung sama, karena adanya kesamaan substrat, aliran air dan sedimentasi (faktor lingkungan habitat) antara sampel yang dianalisa. Sementara itu, sampel hasil transplantasi *Petrosia* sp. menunjukkan tingkat bioaktivitas yang tidak seragam, berlawanan dengan sampel *Aaptos aaptos*. Morfologi spons *Petrosia* sp. merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap bioaktivitasnya. Penelitinn ini menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi antara tingkat bioaktivitas antibakteri senyawa ekstrak kasar spoils dengan toksisitasnya.

Secara keseluruhan, tingkat bioaktivitas ekstrak kasar spons *Aaptos aaptos* lebih tinggi daripada spons *Petrosia* sp. Perbedaan kandungan senyawa bioaktif dalam kedua jenis spons tersebut merupakan salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan tingkat bioaktivitas.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor lingkungan yang paling berpengaruh terhadap tingkat bioaktivitas senyawa ekstrak kasar spons, dengan inelakukan analisis statistik. Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan untuk mengetahui bagian tubuh serta kondisi habitat spons yang dapat memproduksi senyawa bioaktif secara optimal.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Proyek Hibah Pasca VII, yang diketuai oleh Prof. Dr. Dedi Soedharma, DEA, yang telah mendanai sebagian besar penelitian ini; dan kepada PPLH yang telah menyediakan fasilitas laboratorium.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bell JJ, Barnes DKA. 2003. Effects of disturbance on assemblages: an example using Porifera. *Biol Bull* 205: 144-159.
- Bergquist PR, Hartman WD. 1969. Free amino acid patterns and the classification of demospongiae. *J Mar Biol* 3(3): 247-268. [www.springerlink.com](http://www.springerlink.com)
- Effendi H. 2004. Isolation and structure elucidation of bioactive secondary metabolites of sponge derived fungi collected from the Mediterranean (Italy) and Bali Sea (Indonesia) [disertasi]. Düsseldorf: Erlangung des Doktorgardes der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Heinrich-Heine Universität Düsseldorf.
- Granato AC, Serlinck RGS, Schefer AB, Magalhães A, Ferreira AG, de Sanctis B, Freitas JC, Migotto AE, eHajdu E. 2000. Produtos naturais das esponjas marinas *Aaptos* sp., e do nudibrânquio *Doris* aff. *Verrucba*. *Quimica Nova*. <http://www.iqc.usp.br>.
- Kelly SR, Jensen PR, Henkel TP, Fenical W, Pawlik JR. 2003. Effects of Caribbean sponge extracts on bacterial attachment. *Aquat Microb Ecol* 31:175-182.
- Kim DK, Lee MY, Lee DS, Lee JR, Lee BJ, Jung JH. 2002. Polyacetylenes from a marine sponge *Petrosia* sp. inhibit DNA replication at the level of initiation. *Cancer Lett* 185(1):95-1001. [www.medscape.com](http://www.medscape.com)
- Miller K, Smallwood C, Strupczewski C. 1998. The role of phenolic compounds in the chemical defense of tropical reef sponges against fish predation. *Tropical Marine Biology*. St. Mary College of Maryland.
- Nichols S, Werheide G. 2005. Sponges: New view of old animals. *Integr Comp Biol* 45: 333-334.

**PROSIDING**

Konferensi Sains Kelautan dan Perikanan Indonesia I  
Kampus FPIK – IPB Dramaga, 17-18 Juli 2007

- Pelletier JC, Cava MP. Synthesis of the marine alkaloids aaptamine and demethoxyaaptamine and of the parent structure didemethoxyaaptamien. *J Org Chem* 52: 616-622.
- Proksch P et al. 2003. detection of pharmacologically active natural products using ecology. Selected examples from Indopasific marine invertebrates and sponge-derived fungi. *Pure and Appl Chem* 75 (Nos 2-3): 343-352.
- Richelle-Maurer E, Braekman JC. 2001. Sponge Extraction. <http://www.science.uva.nl> [15 Maret 2006].
- Sarma NS, Krishna MSR, Rao SR. 2005. Sterol ring system oxidation pattern in marine sponges. *Mar Drugs* 3: 84-111.
- Sipkema D, Franssen MCR, Osinga R, Tramper J, Wijffels RH. 2005. Marine sponges as pharmacy. *Mar Biotechnol*; 7: 142-162. Springer Science+Business Media, Inc.
- Thakur NL, Müller WEG. 2004. Biotechnological potential of marine sponges. *Current Science* 10 June 2004; 86 (11).
- Young JL, Kim JS, Im KS, Jung JH, Lee C, Hong J, Kim D. 1999. New cytotoxic polyacetylenes from the marine sponge *Petrosia*. *J Nat Prod* 62 (9): 1215-1217.