

## BIOAKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK SPONS (PORIFERA: DEMOSPONGIAE) DARI PULAU BARRANG LOMPO DAN LAE-LAE

### Antibacteria Bioactivity of Sponge Extract (Porifera: Demospongiae) from Barrang Lompo and Lae-lae Islands

Abdul Haris<sup>1</sup> dan Naharuddin Nabaing<sup>2</sup>

Diterima: 26 Januari 2016 Disetujui: 5 Februari 2016

#### ABSTRA.CT

Sponge is one group of marine organisms that potentially contain bioactive compounds. Bioactivities of compound extracted from sponge are influenced by the habitat where they live. To proof the effects of different habitat type on the sponge bioactivities, a study was conducted by examining sponge samples collected from Barrang Lompo and Lae-Lae Islands. Extraction was done using maseration method, while bioactivity was tested using agar diffusion method. Sponge species that collected from Barrang Lompo and Lae-lae islands were 40 and 23 species, respectively. In Barrang Lompo island, all extracts were active on *Staphylococcus aureus* and *Vibrio cholerae*, while in Lae-Lae Island, all extracts of sponge were active on *Staphylococcus aureus* but only 13 extracts were active on *Vibrio cholerae*. In term of fractional bioactivities, in Barrang Lompo Island, of 40 sponge species found, 26 fractions were active on *Staphylococcus aureus* and only 16 fractions that active on *Vibrio cholerae*. Bioactivities of extracts from Barrang Lompo Island were higher than those from Lae-Lae Island. Statistical analysis showed that bioactivities of extracts taken from Barrang Lompo and Lae-Lae Island on *Staphylococcus aureus* and *Vibrio cholerae* were significantly different. However, none differences detected on bioactivities among habitats.

Keywords: Antibacteria bioactivity, sponge extract.

#### PENDAHULUAN

Spons dari Filum Porifera adalah salah satu hewan laut yang potensial mengandung senyawa aktif. Senyawa yang dikandungnya mempunyai persentase keaktifan yang lebih besar jika dibanding dengan senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tumbuhan darat (Muniarsih dan Rachmaniar, 1999) dan merupakan sumber metabolit sekunder terkaya. Dilihat dari banyaknya jenis senyawa bioaktif yang diisolasi, spons menjadi sumber produk alam yang utama sampai saat ini (Proksch, 1999). Jumlah struktur senyawa yang telah dihasilkan sampai Mei 1998 menurut Soest dan Braekman (1999) adalah 3500 jenis senyawa, yang berasal dari 475 jenis dari dua kelas, yaitu Calcarea dan Demospongiae.

Beberapa tahun terakhir, peneliti kimia meningkatkan perhatiannya pada spons karena keberadaan senyawa bahan alam yang dikandungnya. Senyawa ini banyak dimanfaatkan dalam bidang farmasi, dan harganya sangat mahal (Pronzato et.al., 1999). Ekstrak metabolit dari spons mengandung senyawa bioaktif yang diketahui memiliki sifat aktifasi sitotoksik dan antitumor (Kobayashi dan Rachmaniar, 1999), antivirus (Munro et.al.,1989), anti HIV dan antiinflamasi (Proksch, 1999), antibakteri (Ireland et.al.,1989), antifungi (Muliani et.al., 1998), antileukemia (Soediro, 1999), antimalaria (Konig dan Wright,1999), antibiofouling (Suryati et.al., 1999), penghambat aktivitas enzim (Soest dan Braekman,1999), dan ichtyotoksik (Parenrengi et.al., 1999).

Abdul Haris<sup>1</sup>, Naharuddin Nabaing<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Staf Pengajar Departemen Ilmu Kelautan, FIKP Universitas Hasanuddin.

<sup>2</sup>Alumni Departemen Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin, Makassar

Abdul Haris (✉)

Departemen Ilmu Kelautan, FIKP Universitas Hasanuddin  
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10. Tamalanrea  
Makassar-90245.

Email: haris\_pagala@mar-sci.unhas.ac.id

Bioaktivitas bioaktif yang dihasilkan oleh spons dipengaruhi oleh lingkungan di mana hewan tersebut hidup. Bioaktivitas bioaktif spons relatif berbeda jika berada pada lingkungan dengan gangguan fisik dan biologi yang berbeda. Bioaktivitas ini juga dipengaruhi oleh adanya kompetisi ruang antara organisme bentik, tingkat predasi, dan besarnya kandungan mikroba yang terkandung di dalam suatu perairan. Spons yang hidup berdekatan dengan hewan karang atau hewan bentik lainnya akan mengeluarkan senyawa allelopatik yang mempunyai bioaktivitas bioaktif yang relatif tinggi, begitu juga jika sering mengalami predasi dan kandungan mikroba perairan yang tinggi. Sebaliknya, spons yang hidup pada karang-karang mati atau pada daerah berpasir dan hidup pada perairan dengan kandungan mikroba yang rendah, bioaktivitas bioaktifnya akan ditemukan relatif rendah.

Untuk mengetahui secara kuantitatif besarnya bioaktivitas bioaktif spons yang hidup pada lingkungan perairan yang berbeda, maka telah dilakukan penelitian dengan mengambil sampel pada daerah dengan lingkungan perairan yang berbeda, selanjutnya diekstraksi untuk mengetahui bioaktivitas bioaktifnya. Sampel spons diambil di dua pulau yaitu Pulau Lae-Lae dan Pulau Barrang Lompo. Pada setiap pulau, sampel diambil pada tiga habitat yang berbeda, yaitu: habitat yang didominasi oleh karang hidup; habitat yang didominasi oleh pasir; dan habitat yang didominasi oleh karang mati.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuktikan perbedaan bioaktivitas bioaktif (ekstrak) dalam hal ini bioaktivitas antibakteri dari spons yang hidup pada lingkungan dan habitat yang berbeda. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai rekomendasi untuk tempat (lingkungan dan habitat) pengambilan spons

laut secara langsung dari alam, dan juga sebagai dasar untuk tempat (lingkungan dan habitat) penempatan anakan spons laut yang akan dibudidayakan, yang akan memberikan bioaktivitas bioaktif (ekstrak) yang relatif tinggi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 7 bulan di Pulau Barrang Lompo dan Pulau Lae-Lae, Kepulauan Spermonde, Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Pengamatan bioaktivitas bioaktif yang berupa ekstrak spons laut dilakukan di Laboratorium Kimia Oseanografi dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar.

Bahan yang digunakan untuk ekstraksi dan uji bioaktivitas antara lain adalah: sampel spons laut Kelas Demospongiae, metanol p.a., aseton, aquades, nutrisi agar, Tryptic Soy Broth, buffer fosfat, bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio cholerae* Eltor, antibiotik pembanding Amphisilin trihidrat, sedangkan alat yang digunakan antara lain adalah: erlenmeyer, gelas piala, corong, batang pengaduk, corong pisah, tabung reaksi, pipet ukur, pipet volume, cawan petri, jarum ose, *paper disc*, *centrifuge*, blender, *waterbath*, *shaker*, pH meter, *refrigerator*, inkubator, oven, *autoclave*. Bahan yang digunakan untuk pengukuran parameter lingkungan antara lain adalah: kalium permanganat, botol sampel, sedangkan alat antara lain adalah: *floating drouge*, turbidimeter, termometer, spektrofotometer, *kenmerer water sampler*, pH-tester.

Identifikasi spons didasarkan pada petunjuk Bergquist (1968), Dawson (1993), Amir dan Budiyo (1996), dan Tanaka *et al.* (2002). Protokol identifikasi spons dilakukan secara makroskopis, meliputi: lokasi, bentuk luar, ukuran, oskula, konsistensi, permukaan, dan warna; kemudian secara mikroskopis, yang meliputi: ekstosom dan choanosom, spongin, dan spikula (Amir dan Budiyo, 1996), atau dengan melihat deskripsi, dimensi, bentuk, warna, tekstur, permukaan, konsistensi, spikula, rangkanya (Bergquist dan Warne, 1980; Bergquist dan Fromont, 1988; Tanaka *et al.*, 2002).

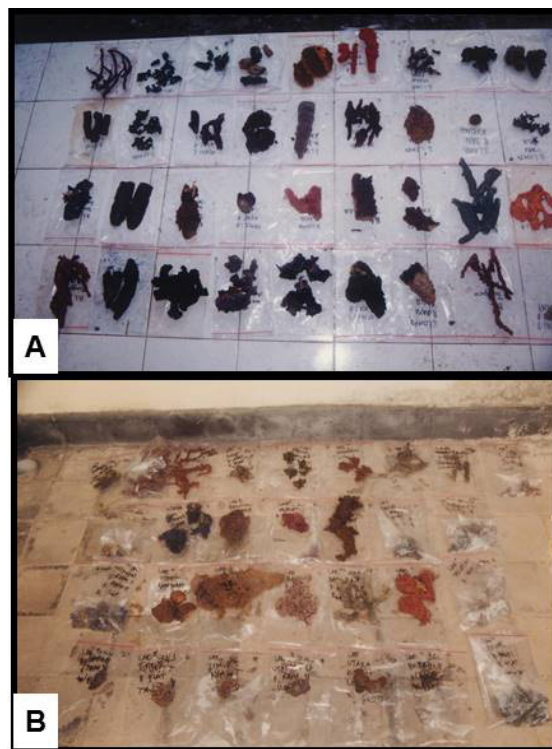
Untuk mengetahui bioaktivitas antibakteri ekstrak dan fraksi ekstrak spons yang tumbuh pada lingkungan perairan yang berbeda, dilakukan pengambilan sampel pada lokasi yang parameter lingkungannya berbeda. Lokasi tersebut adalah Pulau Lae-Lae dan Pulau Barrang Lompo. Pulau Lae-Lae terletak dekat (1/2 mil laut) dari pulau utama (Sulawesi), sedangkan Pulau Barrang Lompo terletak jauh (7 mil laut) dari pulau utama (Sulawesi). Pengambilan sampel di setiap pulau dilakukan pada tiga habitat yang berbeda, yaitu: daerah yang didominasi oleh karang mati; daerah yang didominasi oleh pasir; dan daerah yang didominasi oleh karang hidup. Pengambilan sampel untuk ekstraksi di setiap pulau pada setiap habitat dilakukan dengan jalan mengambil sampel. Sebelum dilakukan ekstraksi, sampel-sampel tersebut disimpan pada suhu  $-20^{\circ}\text{C}$ . Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi, sedangkan uji bioaktivitas antibakterinya menggunakan metode difusi (*disc diffusion*).

Bioaktivitas antibakteri ekstrak dihitung berdasarkan besarnya diameter zona hambatan di sekitar cakram kertas yang ditetesi ekstrak kasar atau fraksi pada media nutrisi yang sudah terisi inokulum bakteri. Bioaktivitas antibakteri ekstrak antar habitat, antar lokasi dan interaksi kedua faktor tersebut menggunakan analisis varians pola faktorial berdasarkan acak lengkap (Sudjana, 1989). Jika terdapat perbedaan bioaktivitas antibakteri dilanjutkan dengan uji beda nyata dengan metode Bonferroni (Neter *et al.*, 1990). Proses penghitungan dilakukan dengan bantuan perangkat lunak komputer SPSS 10.0.5.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

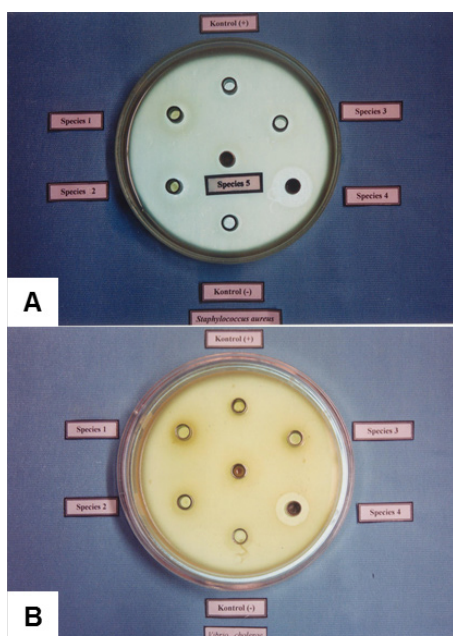
Jumlah spons yang ditemukan pada penelitian ini adalah 63 jenis. Jumlah tersebut diambil di Pulau Barrang Lompo 40 jenis (Gambar 1A) dan di Pulau Lae-Lae 23 jenis (Gambar 1B). Dari 40 jenis spons yang ditemukan di Pulau Barrang Lompo semua ekstrak spons yang didapatkan aktif terhadap bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio cholerae*, sedangkan dari 23 jenis spons yang ditemukan di Pulau Lae-Lae, semua ekstraknya aktif terhadap bakteri patogen *Staphylococcus aureus*, dan 13 jenis spons diantaranya aktif terhadap bakteri patogen *Vibrio cholerae*.

Untuk bioaktivitas fraksi, dari 40 jenis spons yang didapatkan 26 jenis aktif terhadap bakteri patogen *Staphylococcus aureus*, dan 16 jenis yang aktif terhadap bakteri patogen *Vibrio cholerae*. Bioaktivitas rata-rata ekstrak 25 gr/50 ml (b/v) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* yang didapatkan dari Pulau Barrang 10.58 $\pm$ 0.26 mm dan dari Pulau Lae-Lae 9.30 $\pm$ 0.38 mm, sedangkan bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Vibrio cholerae* yang didapatkan dari Pulau Barrang Lompo 11.53 $\pm$ 0.52 mm dan dari Pulau Lae-Lae 9.35 $\pm$ 0.90 mm.



Gambar 1. Spons yang ditemukan di perairan Pulau Barrang Lompo (A) dan di perairan Pulau Lae-Lae (B)

Uji statistik menunjukkan bahwa bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio cholerae* yang diambil dari Pulau Barrang Lompo dan dari Pulau Lae-Lae berbeda nyata ( $P < 0.05$ ). Bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (Gambar 2A) dan *Vibrio cholerae* (Gambar 2B) yang diambil di Pulau Barrang Lompo lebih tinggi daripada yang diambil di Pulau Lae-Lae. Perbedaan bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio cholerae* antara yang diambil dari Pulau Barrang Lompo dan yang diambil dari Pulau Lae-Lae disebabkan oleh perbedaan parameter kimia dan fisika perairan di kedua pulau tersebut. Parameter kimia dan fisika perairan di Pulau Barrang Lompo direspon oleh spons sebagai suatu gangguan abiotik yang *intermediate*, sedangkan parameter kimia dan fisika perairan di Pulau Lae-Lae direspon oleh spons sebagai suatu gangguan abiotik yang ekstrim. Parameter kimia dan fisika perairan yang *intermediate* akan mempertinggi bioaktivitas ekstrak karena mengefektifkan reaksi-reaksi kimia pada proses biosintesis metabolit sekunder pada spons, sebaliknya parameter kimia dan fisika perairan yang ekstrim cenderung menurunkan bioaktivitas karena tidak mengefektifkan reaksi-reaksi kimia pada proses biosintesis metabolit sekunder pada spons.

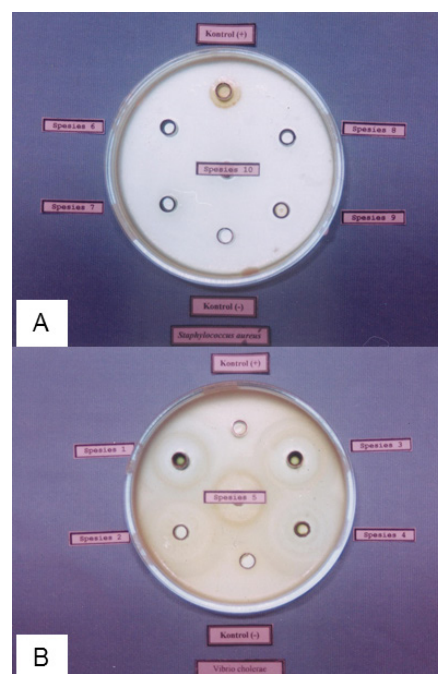


Gambar 2. Bioaktivitas ekstrak spons dari Pulau Barrang Lompo terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (A) dan terhadap bakteri *Vibrio cholerae* (B)

Bioaktivitas ekstrak spons terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* kombinasi perlakuan dari Pulau Barrang Lompo dan habitat karang hidup  $10.88 \pm 0.32$  mm, dari Pulau Barrang Lompo dan habitat pasir  $10.41 \pm 0.39$  mm, dan dari Pulau Barrang Lompo dan habitat karang mati  $10.44 \pm 0.59$  mm, sedangkan bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* kombinasi perlakuan dari Pulau Lae-Lae dan habitat karang hidup  $9.17 \pm 0.65$  mm, dari Pulau Lae-Lae dan habitat pasir  $9.42 \pm 0.83$  mm, dan dari Pulau

Lae-Lae dan habitat karang mati  $9.31 \pm 0.39$  mm. Uji statistik menunjukkan bahwa bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* antar kombinasi perlakuan lokasi dan habitat tidak berbeda nyata ( $P > 0.05$ )

Bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Vibrio cholerae* kombinasi perlakuan dari Pulau Barrang Lompo dan habitat karang hidup  $12.09 \pm 0.54$  mm, dari Pulau Barrang Lompo dan habitat pasir  $11.25 \pm 0.68$  mm, dan dari Pulau Barrang Lompo dan habitat karang mati  $11.26 \pm 1.25$  mm, sedangkan bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Vibrio cholerae* kombinasi perlakuan dari Pulau Lae-Lae dan habitat karang hidup  $10.38 \pm 1.80$  mm, dari Pulau Lae-Lae dan habitat pasir  $8.33 \pm 1.80$  mm, dan dari Pulau Lae-Lae dan habitat karang mati  $9.34 \pm 0.85$  mm (Gambar 3). Uji statistik menunjukkan bahwa bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Vibrio cholerae* antar kombinasi perlakuan lokasi dan habitat tidak berbeda nyata ( $P > 0.05$ )



Gambar 3. Bioaktivitas ekstrak spons dari Pulau Lae-Lae terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (A) dan terhadap bakteri *Vibrio cholerae* (B).

Tidak berbedanya bioaktivitas ekstrak antar habitat dan antar kombinasi disebabkan oleh relatif samanya kondisi tempat hidup spons pada perlakuan-perlakuan tersebut. Spons yang hidup pada habitat karang mati pada umumnya melekat pada substrat keras yang stabil. Spons yang hidup pada habitat pasir pada umumnya melekat juga pada substrat keras yang stabil, begitu pula spons yang hidup pada habitat karang hidup pada umumnya hanya melekat pada substrat keras pada bongkahan karang mati dan bukan pada karang hidup. Akibatnya, respon spons terhadap lingkungannya pada perlakuan-perlakuan tersebut juga relatif sama. Menurut Rachmaniar (2004), dalam ekologi kimiawi, respon suatu hewan terhadap gangguan biotik dan abiotik di

lingkungannya adalah memproduksi metabolit untuk pertahanan tubuhnya. Metabolit ini dapat berupa senyawa volatile, ihtiotoksik, sesquiterpenoid, senyawa isocyano, dan senyawa terhalogenasi.

Tingkat gangguan biotik dan abiotik di sekitar tempat hidup spons akan mempengaruhi bioaktivitas ekstrak. Bioaktivitas ekstrak spons yang hidup pada lingkungan dengan tingkat gangguan biotik dan abiotik yang rendah berbeda dengan bioaktivitas ekstrak dan fraksi yang hidup pada lingkungan dengan tingkat gangguan biotik dan abiotik yang tinggi. Spons yang hidup pada lingkungan dengan struktur komunitas biota yang padat dan keanekaragaman jenis yang tinggi, akan memiliki tingkat bioaktivitas ekstrak dan fraksi yang lebih tinggi daripada yang hidup pada lingkungan dengan struktur komunitas biota yang jarang dan keanekaragaman jenis yang rendah.

Bioaktivitas ekstrak spons dipengaruhi juga oleh tingkat kemampuan biota yang hidup disekitarnya dalam persaingan memperebutkan ruang untuk hidup. Spons yang hidup di sekitar biota yang mempunyai kemampuan berkompetisi ruang hidup yang tinggi mempunyai bioaktivitas ekstrak dan fraksi yang tinggi, sebaliknya spons yang hidup di sekitar biota yang mempunyai kemampuan berkompetisi ruang hidup yang rendah mempunyai bioaktivitas ekstrak dan fraksi yang rendah pula.

## KESIMPULAN

Bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio cholerae* yang diambil dari Pulau Barrang Lompo dan dari Pulau Lae-Lae berbeda nyata. Bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Vibrio cholerae* yang diambil dari Pulau Barrang Lompo lebih tinggi daripada yang diambil dari Pulau Lae-Lae.

Bioaktivitas ekstrak terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan bakteri *Vibrio cholerae* antar habitat (habitat karang hidup, habitat pasir, dan habitat karang mati) dan antar kombinasi perlakuan lokasi \* habitat tidak berbeda nyata.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amir I, Budiyanto A. 1996. Mengenal Spons Laut (Demospongiae) Secara Umum. Oseana, Volume XXI, Nomor 2, 1996: 15 – 31.
- Becerro, M.A., R.W. Thacker, X. Turon, M.J. Uriz, V.J. Paul, 2003. Biogeography of sponge chemical ecology: comparisons of tropical and temperate defenses [Abstract]. Oecologia. 2003 Mar;135(1):91-101.
- Bergquist PR. 1968. The Marine Fauna of New Zealand: Porifera, Demospongiae, Part 1 (Tetractinomorpha and Lithistida). New Zealand Department of Scientific and Industrial Research. New Zealand Oceanographic Institute Memoirs No. 37. 9 – 104.
- Bergquist PR, Fromont PJ. 1988. The Marine Fauna of New Zealand: Porifera, Demospongiae, Part 4 (Poecilosclerida). New Zealand Department of Scientific and Industrial Research. New Zealand Oceanographic Institute Memoirs No. 96. 7 – 197.
- Bergquist PR, Warne KP. 1980. The Marine Fauna of New Zealand: Porifera, Demospongiae, Part 3 (Haplosclerida and Nepheliospongida). New Zealand Department of Scientific and Industrial Research. New Zealand Oceanographic Institute Memoirs No. 87. 5 – 77.
- Caralt, S. de, G, Agell, M.J Uriz, 2003. Long-Term Culture of Sponge Explant: Conditions Enhancing Survival and Growth, and Assessment of Bioactivity. Biomolecular Engineering 20 (2003): 339 – 347.
- Dawson EW. 1993. The Marine Fauna of New Zealand: Index to the Fauna 2. Porifera. National Institute of Water and Atmospheric Research. New Zealand Oceanographic Institute Memoirs No.100. 1 – 98.
- Evans-Illidge EA, Bourne DJ, Wolff CWW, Vasilescu IM. 1999. A Preliminary Assesment of Space Wars as A Determining Factor in the Production of Novel Bioactive Indoles by *Ictochota* sp. Memoir of the Queensland Museum 44: 161 - 166.
- Eisner T. 1970. Chemical Defense against Predation in Arthropods. Di dalam: Ernest S., John HB (ed). Chemical Ecology. Academic Press New York, London. hlm 157 - 217
- Ireland CM, Molinski TF, Roll DM, Zabriskie TM, McKee TC, Swersey JC, Foster MP. 1989. Natural Product Peptides from Marine Organisms. Di dalam Scheuer PJ (ed.). Bioorganic Marine Chemistry. Volume 3. Springer – Verlag. hlm 1 – 27.
- Kobayashi M, Rachmaniar R. 1999. Overview of Marine Natural Product Chemistry. Prosidings Seminar Bioteknologi Kelautan Indonesia I '98. Jakarta 14 – 15 Oktober 1998: 23 – 32. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Jakarta, 1999.
- Konig GM, Wright AD. 1999. *Cymbastela hooperi* and *Amphimedon terpenensis*: Where Do They Really Belong ?. Memoir of the Queensland Museum 44: 281 - 288.
- Lozano, M.B., F.G. Farias, B.G. Acosta, A.G. Gasca, JRB. Zavala, 1998. Variation of Antimicrobial Activity of Sponge *Aplysina fistularis* (Pallas, 1766) and Its Relation to Associated Fauna. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 223 (1988): 1 – 18.
- Muliani, Suryati E, Tompo A, Parenrengi A, Rosmiati. 1998. Isolasi Bioaktif Bunga Karang Sebagai Fungisida pad Benih Udang *Windu* *Penaeus monodon*. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Vo.IV No. 2 Tahun 1998.

- Muniarsih T, Rachmaniar R. 1999. Isolasi Substansi Bioaktif Antimikroba dari Spons Asal Pulau Pari Kepulauan Seribu. Prosidings Seminar Bioteknologi Kelautan Indonesia I '98. Jakarta 14 – 15 Oktober 1998: 151 - 158. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Jakarta, 1999.
- Munro MHG, Luibrand RT, Blunt JW. 1989. The Search for Antiviral and Anticancer Compounds from Marine Organisms. Di dalam Scheuer PJ (ed.). Bioorganic Marine Chemistry. Volume 1. Springer – Verlag. hlm 94 – 176.
- Neter J, Wasserman W, Kutner MH. 1990. Applied Linear Statistical Models. 3rd ed. Richard D. Irwin Inc., Homewood-Illinois.
- Pawlik, J.R., G. McFall, S. Zea, 2002. Does the odor from sponges of the genus *Ircinia* protect them from fish predators? [Abstract]. *J Chem Ecol.* 2002 Jun;28(6):1103-15.
- Parenrengi A, Suryati E, Dalfiah, Rosmiati. 1999. Studi Toksisitas Ekstrak Sponge *Auletta* sp. *Callyspongia* sp., dan *C. Pseudoreticulata* terhadap Nener Bandeng (*Chanos chanos*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* Vo.V No. 4 Tahun 1999.
- Proksch P. 1999. Pharmacologically Active Natural Products from Marine Invertebrates and Associated Microorganisms. Prosidings Seminar Bioteknologi Kelautan Indonesia I '98. Jakarta 14 – 15 Oktober 1998: 33 – 40. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Jakarta, 1999.
- Pronzato R, Bavestrello G, Cerrano C, Magnino G, Manconi R, Pantelis J, Sara A, Sidri M. 1999. Sponge Farming in the Mediterranean Sea: New Perspectives. *Memoir of the Queensland Museum* 44: 485 - 491.
- Rachmaniar R. 2004. Ekologi Kimia Lautan. Materi Kuliah Mahasiswa Fakultas Farmasi Universitas Indonesia.
- Rittschof, D., 2001. Natural Product Antifoulants and Coatings Development. Di dalam. McClintock JB, Baker BJ, editor. *Marine Chemical Ecology*. Boca Raton: CRC Press. hlm 543 – 566.
- Soediro IS. 1999. Produk Alam Hayati Bahari dan Prospek Pemanfaatannya di Bidang Kesehatan dan Kosmetika. Prosidings Seminar Bioteknologi Kelautan Indonesia I '98. Jakarta 14 – 15 Oktober 1998: 41 – 52. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Jakarta, 1999.
- SoestRWMVan, BraekmanJC. 1999. Chemosystematics of Porifera: A Review. *Memoir of the Queensland Museum* 44: 569 -589.
- Sudjana. 1989. Metode Statistika. PT. Tarsito. Bandung.
- Suryati E, Parenrengi A, Rosmiati. 1999. Penapisan Serta Analisis Kandungan Bioaktif Sponge *Clathria* sp. yang efektif sebagai Antibiofouling pada teritif (*Balanus amphitrit*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* Vo.V No. 3 Tahun 1999.
- Tanaka J, Aoki S, Higa T, Kobayashi M, Rachmat R. 2002. Indonesian Marine Sponge. Faculty of Pharmaceutical Science, Osaka University – Marine Natural Product Laboratory, Research and Development Center for Oceanology, Indonesian Institut of Sciences.
- Thoms, C., M. Wolff, K. Padmakumar, R. Ebel, P. Proksch, 2004. Chemical defense of Mediterranean sponges *Aplysina cavernicola* and *Aplysina aerophoba* [Abstract]. *Z Naturforsch [C]*. 2004 Jan-Feb;59(1-2):113-22.
- Tsoukatou, M., C. Hellio, C. Vagias, C. Harvala, V. Roussis, 2002. Chemical defense and antifouling activity of three Mediterranean sponges of the genus *Ircinia* [Abstract]. *Z Naturforsch [C]*. 2002 Jan-Feb;57(1-2):161-71.