

**ARTIKEL ULASAN: AKTIVITAS KANDUNGAN SENYAWA DAN
KARAKTERISTIK SPONS LAUT GENUS PETROSIA**

Restu Amelia Apriyandi, Yuni Elsa Hadisaputri
Fakultas Farmasi Universitas Padjadjaran

Jl. Raya Bandung Sumedang km 21 Jatinangor 45363

restuameliaa@gmail.com

Diserahkan 29/06/2019, diterima 01/08/2019

ABSTRAK

Spons merupakan salah satu biota laut yang tersebar hampir di seluruh dunia. Spons juga mempunyai banyak manfaat karena mengandung banyak senyawa yang memiliki aktivitas biologis. Spons genus *Petrosia* memiliki banyak spesies, diantaranya yaitu *Petrosia ficiformis*, *Petrosia nigricans*, *Petrosia strongylata*, dan *Petrosia corticata*. Spons ini mengandung senyawa yang memiliki aktivitas biologis sebagai sitotoksik terhadap sel lini kanker, anti-malaria, anti-HIV, dan antibakteri. Selain mengandung banyak senyawa yang bermanfaat, spons ini juga memiliki karakteristik yang beragam, mulai dari bentuk, warna dan juga habitat.

Kata Kunci: Spons, *Petrosia*, aktivitas, karakteristik

ABSTRACT

Sponges are one of the marine biota that is spread almost all over the world. Sponges also have many benefits because they contain many compounds that have biological activity. Sponges Petrossian genus has many species, including Petrosia ficiformis, Petrosia nigricans, Petrosia strongylata, and Petrosia corticata. These sponges contain compounds that have biological activity as cytotoxic to cancerous, anti-malaria, anti-HIV, and antibacterial cell lines. In addition to containing many useful compounds, this sponge also has various characteristics, ranging from shape, color and habitat.

Keywords: *Sponge, Petrosia, Activity, Characteristics*

PENDAHULUAN

Spons merupakan salah satu produk alami yang berasal dari laut yang sangat berharga karena berasal dari filum metazoan tertua yang masih ada sampai sekarang, yang memiliki bentuk berpori dan multisel koloni yang dapat menghasilkan berbagai metabolit

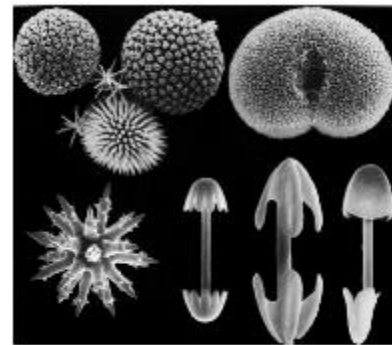
sekunder. Metabolit sekunder yang dihasilkan sebagian besar merupakan golongan alkaloid bersifat toksik yang baik dan mempunyai peran penting sebagai senyawa pertahanan dan melindungi diri dari pemangsa dan organisme pengotoran (Jones, *et al.*, 2005; Ribeiro, *et al.*, 2012).

Selain mengandung alkaloid, spons juga mengandung senyawa lain seperti terpenoid, glikosida, fenol, feniazin, poliketida, asam lemak, peptide, analog asam amino, nukleosida, porfirin, peroksida alifatik siklik, dan sterol (Andavan & Lemmens-Gruber, 2010; Montaser & Luesch, 2011; Gordaliza, 2010).

Senyawa-senyawa ini diketahui memiliki aktivitas biologis yang kuat dan spesifik seperti antibakteri, antivirus, antijamur, antimalaria, antiinflamasi, dan *neuro-suppressive* (Dembitsky, *et al.*, 2005; Frota, *et al.*, 2012; Mehbub, *et al.*, 2014; Gomes Filho, *et al.*, 2014). Senyawa ini juga memiliki aktivitas sitotoksik pada sel lini ganas tertentu, hal ini menjadikannya sebagai potensi target obat untuk mengobati penyakit multi-faktorial, salah satunya yaitu kanker (Munro, *et al.*, 1999; Blunt, *et al.*, 2015). Namun, ketika menggunakan senyawa sitotoksik, sel hidup yang sehat dapat mengalami nekrosis atau apoptosis (Mioso, *et al.*, 2017).

Spons merupakan biota laut sederhana yang memiliki karakteristik unik, dapat ditemukan dengan berbagai bentuk, mulai dari lapisan tipis hingga berukuran besar. Spons memiliki karakteristik masing-masing tergantung genus dan spesiesnya. Di dalam spons terdapat spikula yaitu sel penyusun

tubuh yang berbentuk seperti jarum. Dalam menentukan spesies suatu spons diperlukan ukuran dan bentuk spikula (dikategorikan sebagai megaskler dan mikroskler) (**Gambar 1**) (Hill & Hill, 2009).



Gambar 1. Sampel mikroskler dari berbagai spesies demospongie yang menggambarkan keragaman bentuk spikula spons (Hill & Hill, 2009).

Menurut penelitian yang dilakukan De Voogd (2005), spons genus *Petrosia* terdiri dari 7 spesies yang memiliki karakteristik tubuh *massive*, tebal, kuat, berbentuk pipa, serta memiliki warna yang beragam. Diantaranya yaitu *Petrosia nigricans* (coklat kehitaman), *Petrosia plana* (coklat keabuan hingga coklat tua), *Petrosia caracata* (kuning kehijauan hingga coklat), *Petrosia alfiani* (kuning kecoklatan), *Petrosia strongylata* (coklat tua hingga hitam), *Petrosia hoeksemai* (merah kecoklatan hingga hitam), dan *Petrosia lignose* (coklat keemasan). Spons-spons ini dapat ditemukan di perairan laut dangkal hingga perairan

dengan kedalaman 45 meter. Spons genus *Petrosia* ini dapat hidup pada habitat berkarang, baik karang hidup maupun karang mati, pecahan karang, dan habitat berpasir. Menurut data *World Register of Marine Species*, banyak peneliti yang menemukan spesies-spesies lain dari genus *Petrosia* ini

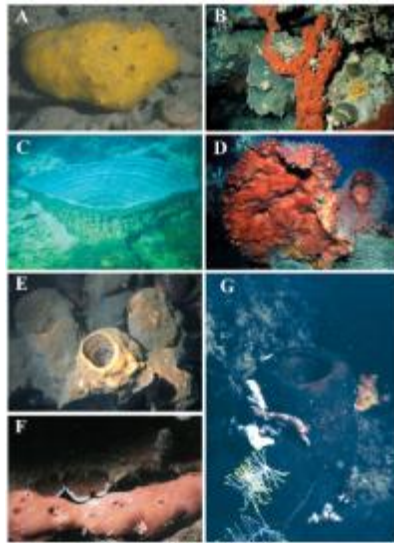
METODE

Pada review artikel kali ini, peneliti menggunakan sumber data primer yang dikumpulkan oleh peneliti secara langsung. Pengumpulan data primer dilakukan dengan pencarian data secara online yaitu menggunakan *Google Scholar*, *PubMed*, *NCBI*, dan *Science Direct* dengan kata kunci "*Petrosia*", "*sponge*", "*cytotoxicity*", dan "*Petrosia activity*". Data penelitian yang digunakan yaitu jurnal tahun 2009-2019, dan beberapa penelitian yang lebih dari 10 tahun terakhir. Sumber penelusuran pustaka menggunakan buku, jurnal penelitian, review jurnal, dan artikel ilmiah. Genus spons yang di-review kali ini yaitu genus spons *Petrosia*.

POKOK BAHASAN

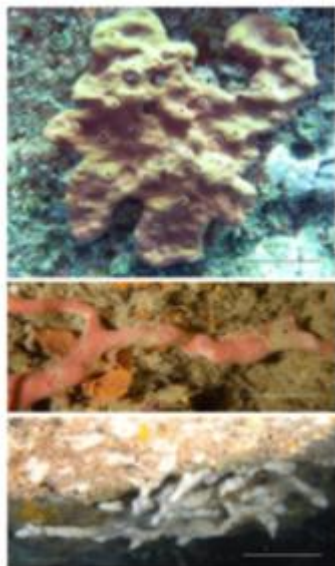
Spons laut genus *Petrosia* memiliki spesies yang sangat banyak

yang tersebar di seluruh dunia. Penelitian yang menemukan kandungan senyawa dengan spesies yang sudah jelas masih tergolong sedikit dan untuk beberapa spesies belum ditemukan penelitian terbaru mengenai aktivitas senyawa yang terkandung dalam spesies tersebut. Kebanyakan peneliti yang melakukan penelitian menggunakan genus ini belum mengetahui spesies dari *Petrosia* yang digunakan. Dalam review kali ini, data yang digunakan berasal dari *Petrosia* yang tersebar di seluruh dunia. Hasil yang didapat yaitu spons genus *Petrosia* memiliki kandungan senyawa yang memiliki banyak aktivitas biologis. Diantaranya sitotoksik terhadap sel lini kanker, antibakteri, anti-HIV, dan antimalaria (**Tabel 1**). Selain memiliki kandungan yang kaya akan aktivitas biologis, spons genus *Petrosia* memiliki karakteristik yang beragam. De Voogd dan van Soest (2002) mengidentifikasi dan memberikan deskripsi tujuh spesies *Petrosia* yang dikumpulkan dari banyak terumbu karang di Indonesia yaitu *Petrosia alfiani*, *Petrosia hoeksemai*, *Petrosia lignose*, *Petrosia nigricans*, *Petrosia plana*, *Petrosia corticata*, dan *Petrosia strongylata* (**Gambar 2**).



Gambar 2. Spesies *Petrosia* yang terdapat di Indonesia, A. Paratype dari *Petrosia alfiani*, B. Holotype dari *Petrosia hoeksemai*, C. *Petrosia lignose*, D. *Petrosia nigricans*, E. *Petrosia plana*, F. *Petrosia corticata*, G. *Petrosia strongylata*

Petrosia ficiformis



Gambar 3. Spesimen *P. ficiformis* yang menunjukkan mineral:

(A) tipe *massif* berwarna violet yang hidup di daerah terang (B, C) tipe merayap dengan warna merah muda dan putih masing-masing hidup dalam kondisi cahaya redup dan gelap (Burgsdorf, et al., 2014).

Spons *Petrosia ficiformis* dapat ditemukan di seluruh bagian Laut Mediterania dan Samudra Atlantik Timur. *P. ficiformis* biasanya dideskripsikan dengan dua morf yang berbeda (Sarà, et al., 1998): (i) bentuk masif, berpigmen violet, hidup di habitat yang diterangi yang menyimpan populasi aden cyanobacteria intraseluler di korteks spons (lapisan superfisial dari spons); dan (ii) morf merah muda atau putih ramping, biasanya ditemukan di habitat teduh (merah muda) dan khususnya di gua-gua gelap (putih), di mana spons bebas dari simbiosis trofik foto (**Gambar 3**) (Burgsdorf, et al., 2014).

Petrosia alfiani

Spons ini memiliki bentuk *massive* yang besar, bundar, atau tebal seperti lengan, dengan panjang maksimum 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 4 cm yang memiliki warna kuning kenari yang cerah, berubah menjadi

merah ceri yang terpapar udara dan dalam keadaan tertentu berwarna coklat. Spons ini hidup di lereng terumbu, dari perairan dangkal hingga 40 m; tumbuh sebagai massa berkerak tebal di blok karang dan puing-puing atau pasir karang dan terdistribusi banyak di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan (De Voogd & Van Soest, 2002).

Petrosia hoeksemai

Spons ini berbentuk cabang merayap setebal lengan dengan cerobong oscular berdinding tebal. Pada beberapa spesimen, cerobong oscular lebih tertekan dan memiliki kisi-kisi seperti saringan. Teksturnya berbatu, ektosomnya mudah rapuh. Spons ini mengeluarkan lendir berlebihan saat digunakan, jumlah lendir yang dikeluarkan bervariasi per individu. Spons ini memiliki warna merah kecoklatan-coklat-hitam. Spon mungkin berwarna sangat pucat ketika tumbuh di dalam gua atau tumbuh menggantung kebawah. Bagian dalam spons lebih terang, berwarna hampir keabu-abuan. Spons ini merayap melintasi karang hidup dan mati, samar di bawah blok karang dan tersebar di seluruh Indonesia (De Voogd & Van Soest, 2002).

Petrosia lignose

Spons ini berwarna coklat keemasan, dibagian dalam berwarna seperti *cream* atau lebih terang. Spons ini memiliki bentuk seperti mangkuk vasiform yang melebar dengan pelek yang khas. Permukaan luar spons tidak teratur, dengan proyeksi tumpul atau terdapat benjolan. Ukurannya mungkin besar, hingga diameter 1 m. Permukaan dalam memiliki bagian halus dengan karakteristik *anulated ridges*, dengan oscules kecil yang tersebar dan memiliki tekstur mampat, berbatu. *Petrosia lignose* banyak ditemukan di Sulawesi dan Bali, di daerah lereng terumbu pada kedalaman 25 m atau lebih dalam (De Voogd & Van Soest, 2002).

Petrosia nigricans

Spons berbentuk pipih, berbentuk kipas, berbentuk cangkir atau berbentuk tabung. Ukurannya cukup besar, tingginya mencapai 150 cm, diameter 200 cm dan dengan ketebalan lateral hingga 10 cm. Permukaan luar bergelombang atau bergerigi tajam, hampir seperti sarang lebah, sementara bagian dalam halus. Spons ini mengeluarkan banyak lendir saat dipotong atau dimasukkan ke dalam alkohol. Jumlah lendir dapat bervariasi per specimen. Spons ini berwarna

cokelat hingga coklat gelap, hampir kehitaman; sel spons (*choanosome*) berwarna lebih terang. *Petrosia nigricans* dapat ditemukan di laut wilayah Indo-Australia dengan kedalaman 3 hingga 45 m. Spesimen yang lebih kecil tumbuh melekat pada puing-puing karang atau lebih samar, sedangkan spesimen berukuran lebih besar dapat tumbuh di lereng pasir. *Lion-fishes* sering dikaitkan dengan spons ini dan menyediakan tempat berlindung bagi berbagai jenis hewan karang (De Voogd & Van Soest, 2002).

Petrosia plana

Berbentuk tabung silinder masif, beberapa tabung menyatu bersama. Warna spons ini yaitu abu-abu kecokelatan sampai coklat tua, sel spons (*choanosome*) warnanya lebih terang. Lendir banyak dikeluarkan saat diberi perlakuan. Teksturnya berbatu dan permukaannya sedikit kasar. Spesies ini banyak ditemukan di wilayah Sulawesi Utara, Kepulauan Togian, pada lereng karang kedalaman 15 m atau lebih (De Voogd & Van Soest, 2002).

Petrosia strongylata

Petrosia strongylata

memiliki bentuk tabung halus dengan warna coklat tua hingga hitam, yang berdiameter hingga 4 cm, panjang hingga 6 cm, memiliki cincin mencolok di dalam tabung. Spons ini memiliki konsistensi sangat keras dan berbatu. Spesies ini ditemukan di seluruh wilayah Indonesia, dan Papua Nugini dengan habitat *cryptic*, di gua, dan di bawah terumbu karang (De Voogd & Van Soest, 2002).

Petrosia corticata

Spesies ini banyak ditemukan di laut Filipina, Indonesia bagian timur, Papua Nugini pada bagian terumbu dangkal. Berbentuk cabang halus bergelombang dengan diameter 3-10 cm, hingga lebih dari 30 cm; banyak oskulum seperti saringan kecil (4-8 mm) tersebar di permukaan. dan bagian dalamnya terdapat pulpa. Warna dari spons ini yaitu kehijauan dan bagian dalam berwarna coklat pudar (De Voogd & Van Soest, 2002).

Tabel 1. Aktivitas Kandungan / Senyawa spons genus *Petrosia*

No.	Spesies	Kandungan / Senyawa	Aktivitas	Referensi
1.	<i>Petrosia ficiiformis</i>	Petrocortynes A-C	Sitotoksik aktif	(Seo, <i>et al.</i> , 1998).
		Petrosiacetylenes A-D		
		Bakteri epibiotik	Antikmikroba	(Chelossi, <i>et</i>

			ditemukan di beberapa isolat, dua di antaranya diidentifikasi sebagai <i>Rhodococcus sp.</i> dan <i>Pseudomonas sp.</i> oleh parsial gen 16S rRNA.	<i>al.</i> , 2004).
2.	<i>Petrosia strongylata</i>	Lembehsterols A-B	Penghambatan terhadap timidin fosforilase, yang merupakan enzim terkait angiogenesis pada tumor padat	(Aoki, <i>et al.</i> , 2002).
3.	<i>Petrosia nigricans</i>	Petronigrione Methyl tortuoate B Lobophytone U Lobophytone H (24S)-ergostane 3 β ,5 α ,6 β ,25tetraol-25-monoacetate (24S)-ergostane-1 β ,3 β ,5 α ,6 β ,25-pentaol-25-monoacetate	Sitotoksik sedang terhadap sel lini kanker HepG2, KB, LU-1, and MCF7 dengan nilai IC ₅₀ 20.7 - 28.9 μ g/mL	(Nhiem, <i>et al.</i> , 2013).
4.	<i>Petrosia hoeksemai</i>	Manzamine A Xestomanzamine A	Antimalaria dan anti-HIV	(Murti, 2006).
5.	<i>Petrosia similis</i>	Petrosin Petrosin A	Anti-HIV dengan nilai IC ₅₀ masing-masing 41,3 dan 52,9 μ M	(Goud, <i>et al.</i> , 2003).
6.	<i>Petrosia Corticata</i>	Strongylophorines Strongylophorine-8 (STR8)	Inhibitor proteasome Neuroprotektif	(Noda, <i>et al.</i> , 2015). (Sasaki, <i>et al.</i> , 2011).
7.	<i>Petrosia sp.</i>	Miyakosynes A – F Durynes B–F 7 α -hydroxyaragusterol I	Sitotoksik terhadap sel HeLa dengan nilai IC ₅₀ masing-masing 0,10, 0,13, 0,04, 0,15, dan 0,30 μ g/mL Sitotoksitas kuat terhadap sel HeLa dengan nilai IC ₅₀ antara 0,08 dan 0,50 μ M Sitotoksitas kuat	(Hitora, <i>et al.</i> , 2011). (Hitora, <i>et al.</i> , 2011). (Pailee, <i>et</i>

14-hydroxyaragusterol I	terhadap sel lini	<i>al.</i> , 2017).
26,27-cyclo-24,27-	kanker manusia,	
dimethylcholest-5-ene-	termasuk MOLT-3	
3 β ,7 α ,12 β ,20 β -tetraol.	(leukemia	
7 α -	limfoblastik akut),	
hydroxyaragusterolketal	HepG2	
I	(hepatokarsinoma),	
26,27-cyclo-24,27-	A549 (kanker paru-	
dimethylcholestan-3,3-	paru manusia),	
dimethoxy-12 β ,18,20 β -	HuCCA-1 (<i>human</i>	
triol	<i>cholangio-</i>	
26,27-cyclo-24,27-	<i>carcinoma</i>), HeLa	
dimethylcholestan-3,3-	(karsinoma serviks),	
dimethoxy-12 β ,16 α -diol	dan MDA-MB-231	
7 α ,12 β ,20 β -	(kanker payudara	
trihydroxycholesta-22E-	yang tidak	
en-3-one	tergantung hormon)	
3-dimethyl ketal	serta garis sel	
Aragusterol I	normal, MRC-5	
Aragusterol B	(fibroblast paru	
Xestokerol B	embrionik manusia	
Petrosterol	normal)	
7-oxopetrosterol		
Xestokerol A		
Aragusterolketals A		
Aragusterol A	Sitotoksik kuat	(Pailee, <i>et</i>
	dengan nilai IC ₅₀	<i>al.</i> , 2017).
	7,10 dan 6,11 μ M	
	terhadap sel lini	
	HepG-2 dan HeLa.	
	Sitotoksisitas sedang	
	dengan nilai IC ₅₀	
	12,84, 37,93, 37,58,	
	dan 18,01 μ M	
	terhadap empat sel	
	lini kanker MOLT-3,	
	A549, HuCCA-1,	
	dan MDA-MB-231	
Dideoxypetrosynol A-D	Sitotoksik sedang	(Kim, <i>et al.</i> ,
	terhadap sel lini	1998).
	tumor A549, SK-	
	OV-3, SK-MEL-2,	
	XF498, and HCT15	
Neopetroformyne A-D	Sitotoksik terhadap	(Ueoka, <i>et</i>
	sel leukemia murine	<i>al.</i> , 2009).
	P388 dengan nilai	
	IC ₅₀ masing-masing	
	0,089 μ g/mL, 0,2	
	μ g/mL, 0.45 mg/mL,	
	and 0.45 mg/mL.	

3,7-dimethyl-2-(methylamino)-3H-purin-6(7H)-one	Sitotoksik terhadap sel lini kanker HepG2 dan MCF-7 dengan nilai IC ₅₀ 20-500 µM.	(Abdel-Lateff, <i>et al.</i> , 2014).
3β,7β,9α-trihydroxycholest-5-en		
N-((3S,E)-1,3-dihidroksitetracos-4-en-2-yl)stearamide		
Petrosianin A-B	Sitotoksik signifikan terhadap sel lini kanker CCRF-CEM, MOLT-4, K-562, DLD-1, LNCaP and T-47D	(Juan, <i>et al.</i> , 2014).
15,16-Dihidropetrosianine		
Petrosinol		

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelusuran, diketahui bahwa spons genus *Petrosia* memiliki banyak sekali spesies, diantara yaitu *P. ficiformis*, *P. nigricans*, *P. strongylata*, dan *P. corticata*. Spons ini mengandung banyak senyawa yang memiliki aktivitas biologis sebagai sitotoksik terhadap sel lini kanker, anti-malaria, anti-HIV, dan antibakteri. Selain mengandung banyak senyawa yang bermanfaat, spons ini juga memiliki karakteristik yang beraneka ragam, mulai dari bentuk, warna dan juga habitatnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Lateff, A., Alarif, W.M., Asfour, H.Z., Ayyad, S.-E.N., Khedr, A., Badria, F.A., & Al-lihaibi Sultan S. 2014. Cytotoxic Effects of Three New Metabolites from Red Sea Marine Sponge, *Petrosia* sp. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 37(3) : 928–935.
- Andavan, G.S., & Lemmens-Gruber, R. 2010. Cyclodepsipeptides from Marine Sponges: Natural Agents for Drug Research. *Mar. Drugs* 8 : 810–834.
- Aoki, S., Naka, Y., Itoh, T., Furukawa, T., Rachmat, R., Akiyama, S., & Kobayashi, M., 2002, Lembehsterols A and B, Novel Sulfated Sterols Inhibiting Thymidine Phosphorylase, from the Marine Spons *Petrosia strongylata*, *Chem. Pharm. Bull.*, 50(6) : 827-830.
- Blunt, J.W., Copp, B.R., Keyzers, R.A., Munro, M.H., & Prinsep, M.R. 2015. Marine Natural Products. *Nat. Prod. Rep.*, 32 : 116–211.
- Burgsdorf, I., Erwin, P. M., Lopez-Legentil, S., Cerrano, C., Haber, M., Frenk, S., & Steindler, L. 2014. Biogeography rather than Association with Cyanobacteria Structures Symbiotic Microbial Communities in the Marine Sponge *Petrosia ficiformis*. *Frontiers in Microbiology*, Vol. 5, Article 529 : 1-11.

- Chelossi, E., Milanese, M., Milano, A., Pronzato, R., & Riccardi, G. 2004. Characterisation and Antimicrobial Activity of Epibiotic Bacteria from *Petrosia ficiformis* (Porifera, Demospongiae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 309(1) : 21–33.
- De Voogd, N. J., & Van Soest, R.W.M. 2002. Indonesian Sponge of the Genus *Petrosia* Vosmaer (Demospongiae: Haplosclerida). *Zool. Med. Leiden*, 76 (16) : 193-209.
- De Voogd, N.J. 2005. Indonesia Sponges : Biodiversity and Marincultured Potential. *Geboren te Dordrecht*, Netherlands.
- Dembitsky, V.M., Glorizova, T.A., & Poroikov, V.V. 2005. Novel Antitumor Agents: Marine Sponge Alkaloids, their Synthetic Analogs and Derivatives. *Mini-Rev. Med. Chem*, 5 : 319–336.
- Fruta, M.J., Silva, R.B., Mothes, B., Henriques, A.T., & Moreira, J.C. 2012. Current Status on Natural Products with Antitumor Activity from Brazilian Marine Sponges. *Curr. Pharm. Biotechnol* , 13 : 235–244.
- Gomes Filho, S.M., Cardoso, J.D., Anaya, K., Silva do Nascimento, E., de Lacerda, J.T., Mioso, R., Santi Gadelha, T., & de Almeida Gadelha, C.A. 2015. Marine Sponge Lectins: Actual Status on Properties and Biological Activities. *Molecules* , 20 : 348–357.
- Gordaliza, M. 2010. Cytotoxic Terpene Quinones from Marine Sponges. *Mar. Drugs* , 8 : 2849–2870.
- Goud, T. V., Reddy, N. S., Swamy, N. R., Ram, T. S., & Venkateswarlu, Y. 2003. Anti-HIV Active Petrosins from the Marine Spon *Petrosia similis*, *Biol. Pharm. Bull.*, 26 (10) : 1498-1501.
- Hill, M.S., & Hill, A.L. 2009. Porifera (Sponges). *Encyclopedia of Inland Waters* : 423–432
- Hitora, Y., Takada, K., Okada, S., Ise, Y., & Matsunaga, S. 2011. (–) -Duryne and its Homologues, Cytotoxic Acetylenes from a Marine Sponge *Petrosia* sp. *J. Nat. Prod.*, 74, 1262–1267.
- Hitora, Y., Takada, K., Okada, S., & Matsunaga, S. 2011. Miyakosynes A–F, Cytotoxic Methyl Branched Acetylenes from a Marine Sponge *Petrosia* sp. *Tetrahedron*, 67 : 4530–4534.
- Jones, A.C., Blum, J.E., & Pawlik, J.R. 2005. Testing for Defensive Synergy in Caribbean Sponges: Bad Taste or Glass Spicules? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 322 : 67–81.
- Juan, Y.-S., Lee, C.-C., Tsao, C.-W., Lu, M.-C., El-Shazly, M., Shih, H.-C., & Su, J.-H. 2014. Structure Elucidation and Cytotoxic Evaluation of New Polyacetylenes from a Marine Sponge *Petrosia* sp. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(9) : 16511–16521.
- Kim, J.S., Im, K.S., Jung, J.H., Kim, Y.-L., J. Kim, Shim, C.J., & Lee, C.O. 1998. New Bioactive Polyacetylenes from the Marine Sponge *Petrosia* sp. *Tetrahedron*. 54 : 3151–3158.
- Mehbub, M.F., Lei, J., Franco, C., & Zhang, W. 2014. Marine Sponge

- Derived Natural Products between 2001 and 2010 : Trends and Opportunities for Discovery of Bioactives. *Mar. Drugs*, 12 : 4539–4577.
- Mioso, R., Marante, F., Bezerra, R., Borges, F., Santos, B., & Laguna, I. 2017. Cytotoxic Compounds Derived from Marine Sponges. A Review (2010–2012). *Molecules*, 22(2), 208 : 1-34.
- Montaser, R., & Luesch, H. 2011. Marine Natural Products: A New Wave of Drugs? *Future Med. Chem.*, 3 : 1475–1489.
- Munro, M.G., Blunt, J.W., Dumdey, E.J., Hickford, S.J., Lill, R.E., Li, S., Battershill, C.N., & Duckworth, A.R. 1999. The Discovery and Development of Marine Compounds with Pharmaceutical Potential. *J. Biotechnol.*, 70 : 15–25.
- Murti, Y.B. 2006. Isolation and Structure Elucidation of Bioactive Secondary Metabolites from Sponge Collected at Ujungpandang and in the Bali Sea, Indonesia, *Dissertation*.
- Nhiem, N.X., Quang, N.V., Minh, C.V., Hang, D.T., Anh, H.L., Tai, B.H., Yen, P.H., Hoai, N.T., Thung, D.C., & Kiem, P.V. 2013. Biscembranoids from the Marine Sponge *Petrosia nigricans*. *Natural Product Communications*. Vol. 8 (9) : 1209-1212
- Noda, A., Sakai, E., Kato, H., Losung, F., Mangindaan, R. E. P., de Voogd, N. J., & Tsukamoto, S. 2015. Strongylophorines, Meroditerpenoids from the Marine Sponge *Petrosia corticata*, Function as Proteasome Inhibitors. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 25(13) : 2650–2653.
- Pailee, P., Mahidol, C., Ruchirawat, S., & Prachyawarakorn, V. 2017. Sterols from Thai Marine Sponge *Petrosia* (Strongylophora) sp. and Their Cytotoxicity. *Marine Drugs*, 15(3), 54.
- Ribeiro, S.M., Cassiano, K.M., Cavalcanti, D.N., Teixeira, V.L., Pereira, R.C. 2012. Isolated and Synergistic Effects of Chemical and Structural Defenses of Two Species of *Tethya* (Porifera: Demospongiae). *J. Sea Res.*, 68 : 57–62.
- Sarà, M., Bavastrello, G., Cattaneo Vietti, R., & Cerrano, C. 1998. Endosymbiosis in sponges: relevance for epigenesis and evolution. *Symbiosis*, 25, 57–70.
- Sasaki, S., Tozawa, T., Van Wagoner, R. M., Ireland, C. M., Harper, M. K., & Satoh, T. 2011. Strongylophorine-8, a Pro-electrophilic Compound from the Marine Sponge *Petrosia* (Strongylophora) *corticata*, Provides Neuroprotection through Nrf2/ARE Pathway. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 415(1) : 6–10.
- Seo, Y., Cho, K.W., Rho, J., & Shin J. 1998. Petrocortynes and Petrosiacetylenes, Novel Polyacetylenes from a Sponge of the Genus *Petrosia*. *Tetrahedron*. 54 : 447–462.
- Ueoka, R., Ise, Y., & Matsunaga, S. 2009. Cytotoxic Polyacetylenes related to Petroformyne-1 from the Marine Sponge *Petrosia* sp. *Tetrahedron*. 65: 5204–5208.