

## 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](mailto:restuameliaa@gmail.com)

### 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 sekali 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*

Formatted: Highlight

Commented [YEH1]: Disebutkan hanya 7, tidak perlu dilebih-lebihkan.

## PENDAHULUAN

Spons merupakan salah satu produk alami yang berasal dari laut yang sangat berharga karena berasal dari filum metazoa tua 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, feniiazin, 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, antiprion, 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 terdiri atas 4 subkelas yaitu Demospongiae, Calcarea, Clerospongia, dan Hexactinellida (KA, *et al.*, 2017). Spons demospongiae merupakan spons yang paling banyak ditemukan, karena spons ini tersebar di seluruh dunia dengan jumlah yang banyak yaitu 7000 spesies dan jumlah ini mencakup 81% dari total spons yang hidup dan spons demospongiae ini juga mempunyai senyawa bioaktif terbesar (Morrow & Cárdenas, 2015; KA, *et al.*, 2017).

Spons demospongiae memiliki banyak famili, diantaranya yaitu famili Petrosiidae. Famili Petrosiidae

Formatted: Highlight

Commented [YEH3]: Bukan kelas yang dimaksud tetapi morfologi dari sponsnya karena Restu menyebut dan menjelaskan tipe bentuk dari spons tertentu, maka pembaca tidak mengerti jika tidak dijelaskan morfologi spons secara umum.

Formatted: Highlight

Formatted: Highlight

Commented [YEH2]: Apa yang dimaksud dengan antiprion, mohon dijelaskan dahulu!

memiliki 4 genus: *Acanthostrongylophora*, *Neopetrosia*, *Petrosia* dan *Xestospongia*. 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, yaitu cokelat kehitaman (*Petrosia nigricans*), cokelat keabuan hingga cokelat gelap (*Petrosia plana*), kuning kehijauan hingga menjadi cokelat (*Petrosia caricata*), kuning hingga cokelat (*Petrosia alfiani*), cokelat tua hingga hitam (*Petrosia strongylata*), merah kecoklatan hingga hitam (*Petrosia hoeksemai*), dan cokelat keemasan (*Petrosia lignose*). Spons- spons ini dapat ditemukan di perairan dangkal hingga perairan dengan kedalaman 45 meter. Spons ini juga dapat hidup pada habitat berkarang baik karang hidup maupun mati, pecahan karang, dan habitat berpasir. Menurut data *World Register of Marine Species*, banyak peneliti yang menemukan spesies-spesies lain dari genus *Petrosia* ini

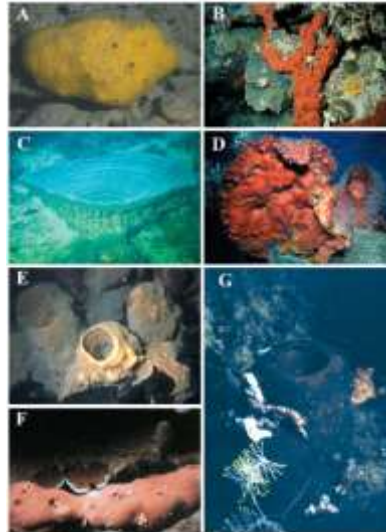
## **METODE**

Pada review artikel 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 banyak sekali spesies 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 di dapat yaitu spons genus *Petrosia* memiliki kandungan senyawa yang memiliki aktivitas 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 1**).



**Gambar 1.** 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 2.** 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 2**) (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

Formatted: Font: Italic

oscolar 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 keabuan. 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 coklat 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
-----	---------	---------------------	-----------	-----------

		Petrocortynes A-C Petrosiacetylenes A-D	Sitotoksik aktif	(Seo, <i>et al.</i> , 1998).
1.	<i>Petrosia ficiformis</i>	Bakteri epibiotik	Antimikroba ditemukan di beberapa isolat, dua di antaranya diidentifikasi sebagai <i>Rhodococcus sp.</i> dan <i>Pseudomonas sp.</i> oleh parsial gen 16S rRNA.	(Chelossi, <i>et al.</i> , 2004).
2.	<i>Petrosia strongylata</i>	Lembahsterols 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 3β,5α,6β,25tetraol-25-monoacetate (24S)-ergostane-1β,3β,5α,6β,25-pentaol-25-monoacetate	Sitotoksik sedang terhadap sel lini kanker HepG2, KB, LU-1, and MCF7 dengan nilai IC <sub>50</sub> 20.7 - 28.9 μg/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 <sub>50</sub> masing-masing 41,3 dan 52,9 μM	(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).

	Miyakosynes A – F	Sitotoksik terhadap sel HeLa dengan nilai IC <sub>50</sub> masing-masing 0,10, 0,13, 0,04, 0,15, dan 0,30 µg/mL	(Hitora, <i>et al.</i> , 2011).
	Durynes B–F	Sitotoksitas kuat terhadap sel HeLa dengan nilai IC <sub>50</sub> antara 0,08 dan 0,50 µM	(Hitora, <i>et al.</i> , 2011).
	7α-hydroxyaragusterol I		(Pailee, <i>et al.</i> , 2017).
	14-hydroxyaragusterol I		
	26,27-cyclo-24,27-dimethylcholest-5-ene-3β,7α,12β,20β-tetraol.	Sitotoksitas kuat terhadap sel lini kanker manusia, termasuk MOLT-3 (leukemia limfoblastik akut), HepG2 (hepatokarsinoma), A549 (kanker paru-paru manusia), HuCCA-1 ( <i>human cholangio-carcinoma</i> ), HeLa (karsinoma serviks), dan MDA-MB-231 (kanker payudara yang tidak tergantung hormon) serta garis sel normal, MRC-5 (fibroblast paru embrionik manusia normal)	
7.	<i>Petrosia sp.</i>	7α-hydroxyaragusterol ketal I	
		26,27-cyclo-24,27-dimethylcholestan-3,3-dimethoxy-12β,18,20β-triol	
		26,27-cyclo-24,27-dimethylcholestan-3,3-dimethoxy-12β,16α-diol	
		7α,12β,20β-trihydroxycholesta-22E-en-3-one	
		3-dimethyl ketal	
		Aragusterol I	
		Aragusterol B	
		Xestokerol B	
		Petrosterol	
		7-oxopetrosterol	
		Xestokerol A	
		Aragusterolketals A	
	Aragusterol A	Sitotoksik kuat	(Pailee, <i>et</i>

	dengan nilai IC <sub>50</sub> 7,10 dan 6,11 µM terhadap sel lini HepG-2 dan HeLa. Sitotoksitas sedang dengan nilai IC <sub>50</sub> 12,84, 37,93, 37,58, dan 18,01 µM terhadap empat sel lini kanker MOLT-3, A549, HuCCA-1, dan MDA-MB-231	<i>al.</i> , 2017).
Dideoxypetrosynol A-D	Sitotoksik sedang terhadap sel lini tumor A549, SK-OV-3, SK-MEL-2, XF498, and HCT15	(Kim, <i>et al.</i> , 1998).
Neopetroformyne A-D	Sitotoksik terhadap sel leukemia murine P388 dengan nilai IC <sub>50</sub> masing-masing 0,089 µg/mL, 0,2 µg/mL, 0,45 mg/mL, and 0,45 mg/mL.	(Ueoka, <i>et al.</i> , 2009).
3,7-dimethyl-2-(methylamino)-3H-purin-6(7H)-one 3β,7β,9α-trihydroxycholest-5-en N-((3S,E)-1,3-dihidroksitetacos-4-en-2-yl)stearamide	Sitotoksik terhadap sel lini kanker HepG2 dan MCF-7 dengan nilai IC <sub>50</sub> 20-500 µM.	(Abdel-Lateff, <i>et al.</i> , 2014).
Petrosianin A-B 15,16-Dihidropetrosianine Petrosinol	Sitotoksik signifikan terhadap sel lini kanker CCRF-CEM, MOLT-4, K-562,	(Juan, <i>et al.</i> , 2014).

### 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 Sponges *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.  
Leidan*, 76 (16) : 193-209.
- De Voogd, N.J. 2005. Indonesia  
Sponges : Biodiversity and  
Maricultured Potential.  
*Geboren te Dodrecht*,  
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.
- Frota, 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 Sponges *Petrosia similis*,

- Biol. Pharm. Bull.*, 26 (10) : 1498-1501.
- 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.
- KA, E.-D., *et al.* 2017. Biological Activities of Some Marine Sponge Extracts from Aqaba Gulf, Red Sea, Egypt. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2) : 652- 659.
- 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.
- Morrow, C., & Cárdenas, P. 2015. Proposal for a Revised Classification of the Demospongiae (Porifera). *Frontiers in Zoology*, 12(7) : 1-27.
- 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, *Disertation*.
- 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.