

SKRINING SPONS POTENSIAL SEBAGAI BIODEGRADATOR HIDROKARBON BERDASARKAN DATA MORFOLOGI

Ismail Marzuki¹⁾, Erniati²⁾

¹⁾Laboratorium Dasar, Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Fajar

²⁾Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Fajar

ABSTRACT

Sea morphological sponge searches that potentially degrade contaminated wastes Poly Aromatic Hydrocarbons (PAH) are important to aim to identify earlier physical features of marine sponge types that potentially reduce the toxicity of PAH. Previous research has shown that a special type of marine sponge marker that may be symbiotic with microorganisms capable of producing enzymes for degradation of PAH, whose body structure contains mucus or its body is protected by a black layer such as mud embodied as mucus. Sponge identification method is done by noting the special sign (color, texture, shape, size and depth of sampling). Then sequentially the sponge morphology identification followed the guidebook. The results of the analysis of four types of sponges, found that the sponge *Petrosia (Strongylophora) corticata* (Sp 1) in the body there is mucus and *Niphates sp* (Sp 2) along the surface found a black layer of textured mucus. The structure indicates that the two potential sponges form a symbiont with certain types of bacteria that can destabilize the PAH benzene ring, so that the PAH toxicity level decreases. *Hyrtios erectus* (Sp3) and *Clathria (Thalysias) reinwardti* (Sp 4) sponges, both of which do not potentially contain bacterial symbionts that can reduce the toxicity of PAH.

Keywords: Sponges, symbionts, morphology, degradation, PAH

1. PENDAHULUAN

Berbagai jenis spons dapat ditemukan di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. Spons adalah hewan unik metazoa multiseluler, golongan filum Porifera, memiliki perbedaan struktur dengan metazoan lainnya. Sebagian besar tubuh spons berpori, berupa ruang yang berfungsi sebagai saluran sirkulasi air terus menerus, (Marzuki, *et al.*, 2015a; Ismet, *et al.*, 2011). Cara makan spons dengan mengisap dan menyaring air melalui seluruh permukaan tubuh secara aktif, (Romimohtarto, 1999). Umumnya, spons terdiri atas beberapa jenis sel membentuk struktur tubuh dan biomassa. Lapisan luar dinding tubuh spons berupa sel pipih, disebut pinacocytes. Struktur tubuh spon tersusun atas Choanosome, skeleton, spicule, megasclere dan mungkin Oxea. Marine sponges (Porifera) are the oldest metazoan group and characterized as sessile active filter feeders, (Hausmann, *et al.*, 2006). Phylum Porifera terbagi menjadi tiga kelas 'i. e. Calcarea (spons beralkohol dengan spikula kalsium karbonat tiga), Demospongiae (kerangka spikula silika) Demospongiae mengandung sebagian besar spons yang hidup saat ini dan mewakili 85-90% fauna spons global, (Thakur, *et al.*, 2004). Sel dapat membuka dan menutup dengan adanya kontraksi sekaligus memberi peluang terperangkapnya bakteri dalam tubuh spons yang mencari perlindungan untuk terbebas dari arus gelombang laut, sekaligus bakteri yang terperangkap digunakan spon untuk memproduksi zat (enzim) yang dapat mengurai zat toksik yang terdapat di perairan tempat hidup spons, sekaligus memberi perlindungan spons akibat ancaman kontaminan yang mencemari lingkungan, (Marzuki, *et al.* 2014; Marzuki, *et al.*, 2015a; Steindler, *et al.*, 2005).

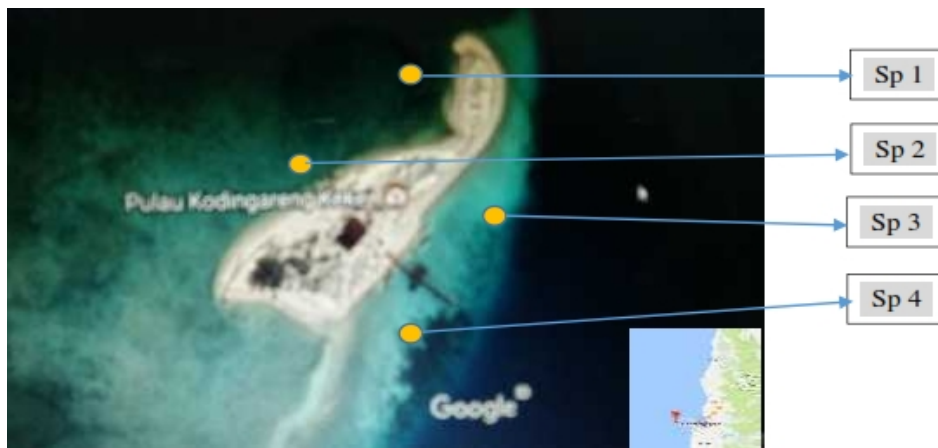
Bagian dalam pinacoderm terdapat mesohyl, yang terdiri dari matriks protein bergelatin yang mengandung skeleton dan sel-sel amoeboid. Lapisan ini berfungsi seperti jaringan ikat pada metazoa lainnya. Skeleton spons demospongia terbentuk dari spikula bersilika dan serat protein spongin. Spikula spons memiliki jenis yang beragam, sehingga dijadikan dasar untuk identifikasi morfologi spons. Spikula berada di dalam mesohyl, namun sering juga ditemukan pada lapisan pinacoderm. Sel-sel amoeboid dapat ditemukan pada mesohyl, dan tersusun dari beberapa jenis sel. Archaeocyt adalah sel berukuran besar dengan nukleus yang besar pula. Sel ini merupakan sel fagositosis dan berperan dalam digesti makanan, serta bersifat totipotent. Sel lainnya adalah collencytes, sclerocytes, dan spongocytes, serta choanocytes, terdapat pada bagian dalam mesohyl, sejajar dengan spongocoel. Sel ini berperan dalam pergerakan air dalam tubuh spons dan untuk menyediakan makanan, (Marzuki, *et al.*, 2014; Ismet, *et al.*, 2011). Beberapa hasil penelitian

¹ Koresponding : Ismail Marzuki, Telp 081241011873, ismailmz@unifa.ac.id

tentang biodegradasi komponen hidrokarbon dan poli aromatik hidrokarbon yang menggunakan mikrosimbion spons laut sebagai material pendegradasi yang telah dipublikasikan, menunjukkan bahwa umumnya mikrosimbion yang dapat mendegradasi hidrokarbon dan PAH adalah isolat dari spons yang memiliki struktur tubuh dengan sel-sel seperti choanosome, skeleton, spicule, megasclere, (Marzuki, *et al.*, 2015b; 2015c; Marzuki, *et al.*, 2017).

2. METODE PENELITIAN

Titik sampling spons pada Pulau Kodingareng Keke, Kepulauan Spermonde dapat dilihat pada Gambar 1, di bawah:



Gambar 1. Peta Lokasi Titik Sampling Spons (Pulau Kodingareng Keke), Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan

Data pengamatan lokasi pengambilan sampel spons segar, terdiri atas koordinat, kedalaman, salinitas, pH dan temperature, disajikan pada Tabel 1. Lokasi sampling adalah sekitar Pulau Kodingareng Keke, wilayah Kecamatan Ujung Tanah Kota Makassa, Sulawesi Selatan. Lokasi tersebut merupakan gugusan Kepulauan Spermonde. Jumlah sampel spons sebanyak 4 jenis dengan kode sampel Sp 1; Sp 2; Sp 3 dan Sp 4 (Gambar 1). Sampel diperoleh menggunakan diving Scuba, lalu direndam dalam formaldehid 4% sebelum dianalisis lebih lanjut.

Scuba, kamera di air, GPS, Balance (pembedahan), pisau bedah, forsep, botol (toples), kantong plastik, kotak es, mikroskop set, piala porselen, alu dan lumpang, kaca kimia, kaca pengukur, labu, pipet volume, pipet, Erlenmeyer, keseimbangan analitik, piring panas, corong, pengisap karet, listrik panas, kertas Whatman, oven, freezer, botol BOD, termometer air, kertas universal, salinometer, reaksi hemat, solder cup, centripugacy 1000 rpm dan 4 rpm, berhenti arloji, vortex, aliran air laminary, ose ekor, gelas prevarat, autoklaf, filter 0,2 μ m, blender, haemocitometer.

Contoh Spons, CH₃OH pa, Air laut steril, Sereal Penyangga Phospat (PBS), Media Air Laut yang Dilengkapi (SWC), media MA, media NA, gliserol 25%, isolat bakteri (mikrosimbion), PAH, NaCl 0,9% , formalin 4%, Aquabides, aquades, reagen MTT, DMSO

Analisis morfologi sel dengan metode MTT menggunakan mikroskop terbalik, uji, (A) Sel Kultur Sebelum dilakukan inkubasi 24 jam, setelah penambahan reagen MTT selama 4 jam, (B) menggunakan sel kontrol, (C) ekstrak konsentrasi 960 μ g/ mL, (D) konsentrasi ekstrak sebanyak 7,5 μ g /mL, (E) kontrol DMSO. Analisis morfologi spons untuk mengetahui jenis dan struktur tubuh spons.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran lingkungan lokasi sampling spons pada Pulau Kodingareng Keke, Kecamatan Ujung Tanah, Kota Makassar, bagian dari Gugusan Kepulauan Spermonde. Data pengamatan disajikan dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1. Keadaan Lingkungan Lokasi Sampling Spons pada Pulau Kodingareng, Gugusan Kepulauan Spermonde

No	Pengamatan	Kode Sampel			
		Sp 1	Sp 2	Sp 3	Sp 4
1	Koordinat	S= 05 ⁰ 06' 06.76" E= 119 ⁰ 17' 10.66"	S= 05 ⁰ 06' 06.54" E= 119 ⁰ 17' 10.62"	S= 05 ⁰ 06' 06.81" E= 119 ⁰ 17' 10.72"	S= 05 ⁰ 06' 06.73" E= 119 ⁰ 17' 10.62"

2	Kedalaman	3,2 m	2,6 m	3,7 m	4,1 m
3	Salinitas	29,3 ‰	29,6 ‰	29,5 ‰	29,3 ‰
4	pH	7	7	7	7
4	Temperatur	29 ⁰ C	30 ⁰ C	28 ⁰ C	28 ⁰ C

Hasil identifikasi morfologi spons kode sampel Sp 1; Sp 2; Sp 3, dan Sp4, berdasarkan bentuk pertumbuhan, warna fisik, jenis choanosome kerangka spicule yang dikombinasikan dengan keadaan lingkungan pertumbuhan spons dapat disimpulkan bahwa keempat sampel spons yang diperoleh pada Pulau Kadingareng Keke, merupakan spons kelas Demospongiae, ordo, family dan spesies ditunjukkan dalam Tabel 2, berikut:

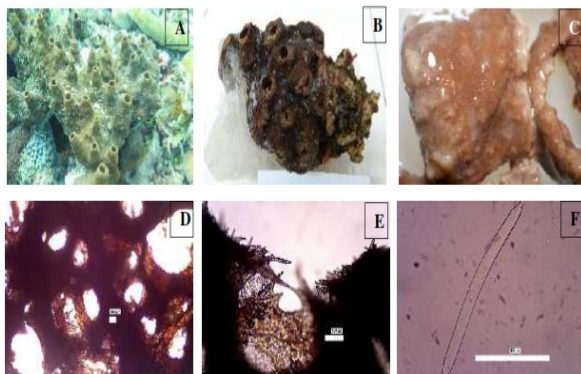
Tabel 2. Hasil Identifikasi Spesies Spons dengan Metode Analisis Morfologi

Kode Sampel	Spesies	Famili	Ordo	Kelas
Sp 1	<i>Petrosia (Strongylophora) corticata</i>	Petrosiidae	Haclosclerida	Demospongiae
Sp 2	<i>Niphates</i> sp.	Niphatidae	Haclosclerida	Demospongiae
Sp 3	<i>Hyrtios erectus</i>	Thorectidae	Dictyoceratida	Demospongiae
Sp 4	<i>Clathria (Thalysias) reinwardti</i>	Microcionidae	Poecilosclerida	Demospongiae

Sumber: Data Primer telah diolah

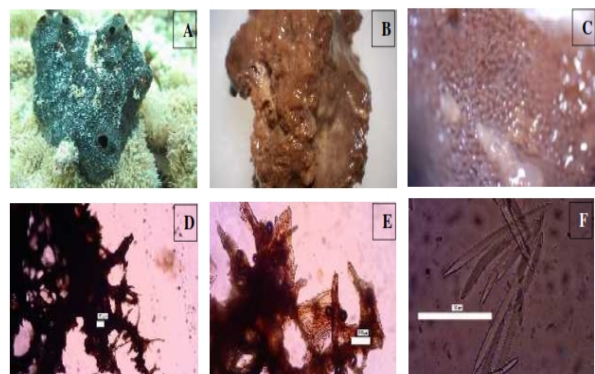
Karakteristik keempat sampel jenis spons khususnya bentuk pertumbuhan, konsistensi, bentuk permukaan, keberadaan choanosome, kerangka tubuh dan tipe spicule, berturut-turut ditunjukkan pada Gambar 2, 3, 4 dan 5, berikut:

Species *Petrosia (Strongylophora) corticata*, Famili Petrosiidae



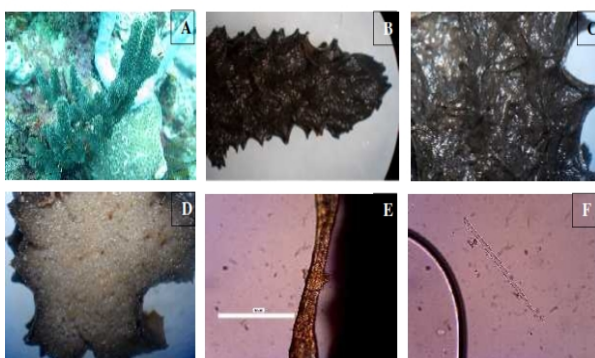
Gambar 2. (A) Bentuk pertumbuhan bergerombol. Kulit berbentuk cerobong memiliki oscular tinggi. bercahaya berwarna coklat muda, (B) Konsistensi: tegas, menunjukkan kekuatan, (C) Permukaan spons yang tidak rata dan berlendir, proyeksi halus, (D) Choanosome dengan kerangka spicule multispicular, (E) Kerangka kurang serat dengan spicule padat dan (F) Spicule: tipe Megasclere: berupa Oksida

Species *Niphates* sp., Famili Niphatidae

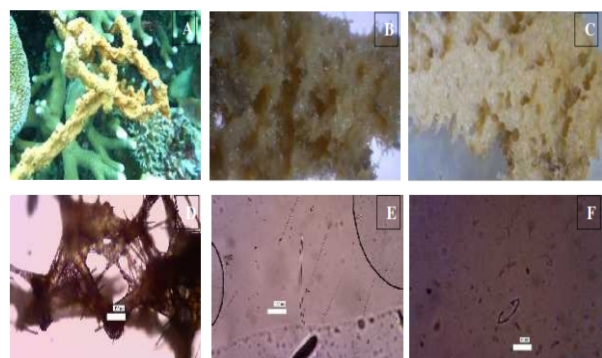


ambar 3. (A) Bentuk pertumbuhan: Sponge melingkar glightly, dengan oscula ukuran besar, (B) Konsistensi: permukaan licin, ditutupi oleh lumpur seperti endir. Tubuh yang tidak elastis dan rapuh, (C) Konsistensi: permukaan licin, ditutupi lumpur seperti umpur. Spel tubuh yang tidak elastis dan rontok, (D) Kerangkanya: berupa spicule dengan spidol echinating, (E) Kerangkanya membentuk Pilar trapesium dengan erat tinggi, dan (F) Spicule: megasclera oxea kecil.

Species *Hyrtios erectus*, Famili Thorectidae



Species *Clathria (Thalysias) reinwardti*, Famili Microcionidae



Gambar 4. (A) Bentuk Pertumbuhan: spon bercabang Digit. Konsentrat berwarna hitam, (B) Karakteristik yang tidak teridentifikasi, tegas berdaging, (C) Permukaan berbentuk piramida, (D) Choanosome membentuk bagian potongan tubuh. Berserat tubuh spon, (E) Kerangka menempel berup serabut, (F) Spicule: megaplera Substylostyle.

Gambar 5. (A) Bentuk Pertumbuhan: spon bercabang-cabang, (B) Konsistensi lembut dan kompresibel, (C) Proyeksi: badan spon yang rapuh saat dikeringkan, (D) Choanosome: Anastoming mengulang seperti kerangka choanosome, (E) Megasclere berbentuk klasik dan (F) Microsclere Chelae microsclere

Umumnya spon kelas Demospongiae dapat ditemukan pada dasar laut di kedalaman 3-6 m pada temperatur tidak ekstrim ($26^{\circ}\text{C} - 31^{\circ}\text{C}$), dengan pH range 6-7. Hasil analisis morfologi disimpulkan bahwa keempat sampel merupakan spon kelas Demospongiae, (Tabel 2), bersesuaian dengan kondisi lingkungan sampling (Tabel 1). Umumnya spon kelas Demospongiae memiliki bentuk tubuh sangat bervariasi yaitu ada yang menyerupai kipas, batang, terompet dan lainnya, hewan ini sebagian membentuk koloni yang sering tampak tidak teratur sehingga tampak sebagai tumbuhan. Warnanya bermacam-macam dan dalam tubuhnya mengandung ganggang yang memiliki warna dan mereka mengadakan simbiosis, (Ismet, *et al.*, 2011; Hooper, 2003). Sponge dapat berbentuk sederhana seperti tabung dengan dinding tipis, atau massif bentuknya dan agak tidak teratur. Banyak sponge juga terdiri atas segumpal jaringan yang tak tentu bentuknya, menempel dan membuat kerak pada batu, cangkang, tonggak, atau tumbuh-tumbuhan, (Marzuki, *et al.*, 2014; Pawar, *et al.*, 2017). Morfologi luar sponge dipengaruhi oleh faktor fisik, kimiawi, dan biologis serta lingkungan sebagai tempat perkembangbiakan. Spesimen spon yang berada di lingkungan terbuka dan berombak cenderung memiliki pertumbuhan pendek dan dapat merambat, sebaliknya spon jenis spesies sama, jika berada pada lingkungan terlindung atau pada perairan lebih dalam serta berarus tenang, biasanya memiliki pertumbuhan cenderung tegak dan tinggi, (Uli, *et al.*, 2017; Marzuki, *et al.*, 2014).

Spon *Petrosia (Strongylophora) corticata* (K.Sampel: Sp 1), dengan ciri bentuk pertumbuhan berupa kulit berbentuk cerobong dengan *oscular* tinggi, tampak cerah dengan warna coklat muda, berkonsistensi tegas dan kuat, bentuk permukaan tidak rata, berlendir tipis dan halus, dengan kerangka berupa *spicule* multi, kerangka dengan serat sedikit, padat dan memiliki *spicule* tipe megasclere, (Gambar 2), (Morrow, *et al.*, 2015; Hooper and Van, 2002; Hooper, J.N.A. 2000). Spon spesies *Niphates* sp, (K.Sampel Sp 2) memiliki bentuk pertumbuhan melingkar dengan *Oscula* ukuran besar, konsistensi permukaan tubuh licin ditutupi lumpur menyerupai lendir. Tubuh spon tersebut tidak elastis dan rapuh, memiliki kerangka *spicule echinating* berupa pilar membentuk trapesium berserat, dan memiliki *oxea* ukuran kecil, (Gambar 3), (Morrow, *et al.*, 2015; Hooper and Van, 2002). Kedua jenis spon di atas merupakan spon ordo *Hacosclerida* kelas *Demospongiae*.

Spon *Petrosia (Strongylophora) corticata* yang memiliki lendir dan *Niphates* sp tubuh licin ditutupi lumpur menyerupai lendir merupakan kekhasan kedua jenis spon tersebut yang mengindikasikan bahwa spon ini dapat menggunakan karbon sebagai sumber energy. Kedua jenis spon tersebut juga berpotensi bersimbion dengan mikroorganisme, (Marzuki, *et al.*, 2014). Mikroorganisme ini mampu memproduksi zat berkarakter enzim yang dapat digunakan untuk melindungi tubuh spon agar terhindar dari paparan zat toksik hidrokarbon jenis aromatik, Marzuki, *et al.*, 2015b; 2015c; 2016b).

Sampel spon berikutnya adalah spesies *Hyrtios erectus*, (K.Sampel Sp3) family *Thoerectidae*, ordo *Dictyoceratida*, juga merupakan spon kelas *Demospongiae* dengan bentuk pertumbuhan bercabang dua, jika berkumpul terlihat berwarna hitam, namun karakteristik khusus tidak teridentifikasi, sedangkan permukaan membentuk piramida, dengan kerangka menempel berupa serabut, *spicule* berupa *substylostyle*, (Gambar 4), (Marzuki, *et al.*, 2016; Hooper and Van, 2002). Gambar 5, (K.Sampel Sp. 4) merupakan spon spesies *Clathria (Thalysias) reinwardti*, family *Microcionidae* dengan ciri-ciri bentuk pertumbuhan bercabang-cabang, konsistensi lembut dan kompresibel, sedangkan badan spon jenis ini rapuh apabila kering dan anatomi choanosome berupa *Microsclere Chelae*, (Marzuki, *et al.*, 2016a; Morrow, *et al.*, 2015; Hooper and Van, 2002).

Data morfologi jenis spon yang diperoleh pada Kepulauan Kodingareng Keke, Gugusan Kepulauan Spermonde, dari empat jenis sampel yang dianalisis, dua diantaranya (K.Sampel Sp 1 dan Sp 2) dan mendegradasi komponen hidrokarbon. Komponen spon yang berpotensi sebagai biodegradator hidrokarbon adalah sel biomassa spon dan mikroorganisme yang bersimbion dengan tubuh spon secara komensalisme, (Pawar, *et al.*, 2017; Marzuki, *et al.*, 2016a; Ismet, *et al.*, 2011). Penciri kedua jenis spon tersebut berpotensi mengedradasi hidrokarbon dapat dilihat pada permukaan tubuh yang berlendir atau diselimuti lumpur. Untuk

memastikan bahwa spons *Petrosia (Strongylophora) corticata* dan *Niphates* sp mampu mendegradasi hidrokarbon, dapat dilakukan dengan mengekstrak biomassa spons dan mengisolasi mikrosimbion spons tersebut, lalu diaktifkan, kemudian diujikan pada area yang tercemar hidrokarbon yang telah diketahui konsentrasinya pada skala laboratorium, (Marzuki, *et al.*, 2017; 2016b).

Metode yang dilakukan untuk mendegradasi hidrokarbon menggunakan biomassa spons atau isolat bakteri dari spons dilakukan dengan kontak antara isolat yang telah diaktifkan dalam sebuah reaktor degradasi yang sederhana. Kinerja mikrosimbion dalam mereduksi hidrokarbon dapat dilihat setelah beberapa hari masa kontak dengan melihat parameter pertumbuhan sel bakteri, kerapatan optik media degradasi, kelimpahan komponen hidrokarbon dan konsentrasi hidrokarbon yang tidak terdegradasi, (Pawar, *et al.*, 2017; Marzuki, *et al.*, 2015b; 2015c). Umumnya spons cenderung memiliki morfologi yang berbeda, jika hidup pada dua lingkungan yang berbeda, berakibat sifat, jenis mikroorganisme dan jumlah simbiosis yang dapat dilakukan berbeda. Faktor, seperti nutrient, arus laut, tingkat cemaran pada laut tempat perkembangbiakan, jenis cemaran dan intensitas ancaman terhadap kehidupan spons diduga sebagai penyebab perbedaan tersebut. Karakteristik utama yang mencirikan kedua jenis spons tersebut mampu mendegradasi hidrokarbon dilihat pada struktur tubuh adalah kandungan lendir atau lumpur yang ada dalam tubuh, maupun yang menyelimuti tubuh spons. Lendir ini mengandung bakteri yang bertugas memproduksi sejumlah zat berperilaku seperti enzim diproduksi oleh mikrosimbion sebagai respon atas ancaman yang dialami oleh spons, sehingga spons yang hidup pada area tercemar hidrokarbon dapat bertahan hidup, (Pawar, *et al.*, 2017; Marzuki, *et al.*, 2016a).

4. KESIMPULAN

- (1) Dua macam specimen spons spesies sama, yang diperoleh dari dua tempat yang berbeda, kecenderungan memiliki morfologi yang berbeda, demikian pula sifat, jenis mikroorganisme dan jumlah simbiosis yang terjadi.
- (2) Analisis morfologi empat jenis spons yang diperoleh dari Pulau Kodingareng Keke, Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan, menunjukkan bahwa hanya ada dua jenis spons yang berpotensi dapat mendegradasi komponen hidrokarbon. Kedua jenis spons tersebut adalah *Petrosia (Strongylophora) corticata* dan *Niphates* sp.
- (3) Karakteristik utama yang mencirikan kedua jenis spons mampu mendegradasi hidrokarbon dilihat pada struktur tubuh, yakni: memiliki lendir atau lumpur yang ada dalam tubuh maupun yang menyelimuti tubuh spons. Lendir ini mengandung bakteri yang bertugas memproduksi sejumlah zat berkarakter enzim sebagai respon atas ancaman yang dialami oleh spons, sehingga spons yang hidup pada area tercemar hidrokarbon dapat bertahan hidup.

5. REFERENSI

- Hausmann, Rudolf., Marco P. Vitello, Frank Leitermann and Christoph Syldatk, 2006. Advances in the production of sponge biomass *Aplysina aerophoba*-A model sponge for ex situ sponge biomass production. *Journal of Biotech.*, vol. 124, hal. 117-127
- Hooper, J.N.A. 2000. *Spongicide: guide to sponge collection and identification*. Queensland: Queensland Museum.
- Hooper, J.N.A., and W.M. Van Soest (Ed.). 2002. *Systema Porifera: a guide to the classification of sponges*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Ismet, S.M., Soedharma, D., Effendi, H., 2011. Morfologi dan Biomassa Sel Spons *Aaptosaptos* dan *Petrosia* sp., *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*: vol. 3, nomor 2, hal. 153-161
- Marzuki, Ismail., Hadija, E. Ismail., La Nafie, Nursiah., Dali, Seniwati., 2017. Study Biodegradation of Aromatics Pyrene Using Bacterial Isolates from the Sea and micro symbionts Sponges, *International Journal of Applied Chemistry (IJAC)*, vol. 13, nomor 3, hal. 707-720 <https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=AjWcdX8AAAAJ>
- Marzuki, Ismail., Noor, Alfian., La Nafie, Nursiah., Djide, M. Natsir, 2016a. Morphological and Phenotype Analysis of Microsymbiont and Biomassa Marine Sponge From Beach, Balikpapan, East Kalimantan, *International Journal Marina Chimica Acta*, vol. 17, nomor 1, hal. 8-15. <https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=AjWcdX8AAAAJ>
- Marzuki, Ismail., 2016b. *Sponges Micro symbiont callyspongia sp as Biomaterials Degrading Hydrocarbons*”, Proceedings of the National Seminar on Chemistry, Lombok-Mataram, Indonesia. ISBN 978-979-8911-97-2, Nomor 1, hal 480-450, <https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=AjWcdX8AAAAJ>
- Marzuki, Ismail., Noor, Alfian., La Nafie, Nursiah., Djide, M. Natsir, 2015a. Molecular characterization of gene 16S rRNA micro symbionts in sponge at Melawai Beach, East Kalimantan, *International Journal Marina Chimica Acta*, vol. 16, nomor 1, hal. 38-46; <https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=AjWcdX8AAAAJ>

- Marzuki, Ismail., Noor, Alfian., La Nafie, Nursiah., Djide, M. Natsir, 2015b. Sponge Role In, Alleviating Oil Pollution Through Sludge Reduction, A Preliminary Approach, *International Journal of Applied Chemistry (IJAC)*, vol. 11, nomor 4, hal. 427-441, <https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=AjWcdX8AAAAJ>
- Marzuki, Ismail., Noor, Alfian., La Nafie, Nursiah., Djide, M. Natsir, 2015c. The Potential Biodegradation Hydrocarbons of Petroleum Sludge Waste by Cell Biomass Sponge *Callyspongia sp.*, *International Journal Marina Chimica Acta*, vol. 16, nomor 2, hal. 11-20, <https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=AjWcdX8AAAAJ>
- Marzuki, Ismail., Noor, Alfian., La Nafie, Nursiah., Djide, M. Natsir, 2014. *Isolation and Identification on Degradator Bacterial of Petroleum waste which Symbionts with Sponge Callyspongia sp from Melawai Beach*. Proceeding: International Conference on the sciences (ICOS), Makassar, South Sulawesi, Indonesia, ISBN: 9786027219809, nomor 1, hal. 493-503; <https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=AjWcdX8AAAAJ>
- Menggelea, P. F., Posangi, J., Wowor, P. M., Bara, R., 2015. Uji Efek Antibakteri Jamur Endosimbion Spons Laut *Callyspongia sp* Terhadap Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*, *Jurnal e-Biomedik (eBm)*: vol. 3, nomor 1, hal. 376-380
- Morrow, Christine and Cardenas, Paco. 2015. *Proposal for a revised classification of the Demospongiae (Porifera)*. Frontier in Zoology, vol. 12, nomor 7 (update)
- Romimohtarto, K & Juwana, S., 2001. *Biologi Laut, Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI. Jakarta. pp. 115–128
- Pawar, R. P., Mohammad, R. A. S. Al-Tawakal., 2017. Marine sponges as Bioindicator species of Environmental Stress at Uran (Navi Mumbai), west coast of India. *American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, vsol. 11, nomor 3, hal. 29-37, <http://www.aensiweb.com/AEJSA/>
- Steindler, L. D. Huchon, A. Avni, dan M. Ilan. 2005. 16S rRNA phlogeny of sponges-associated cyanobacteria. *Appl Environ Microbiol*, vol. 71, nomor 7, hal. 4127-4131
- Thakur, Narsinh L. and Werner E.G. Muller, 2004. Biotechnological potential of marine sponges. *Curr. Sci.*, vol. 86, nomor 11, hal. 1506-1512
- Uli, Hanafi., Noor, Alfian., Mandey, W. Frederik., Sapar, Ajuk., 2017. Isolation, Identification and Bioactivitytest of Non Polar Compound on n-Hexane Extract of *Haliclona (Reniera) Fascigeral* From Samalona Island-Spermonde Archipelago, *International Journal Marina Chimica Acta*: vol. 17, nomor 2, hal. 32-41.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Kemenristekdikti, c.q Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah membiayai penelitian ini dalam skema Penelitian Produk Terapan (PPT) tahun 2017, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.