

**BERBEDA TAPI SAMA: PLASTISITAS MORFOLOGI SPONGE *XESTOSPONGIA TESTUDINARIA* DARI PERAIRAN KABUPATEN SITARO DAN SANGIHE?**

***DIFFERENT BUT SIMILAR: MORPHOLOGICAL PLASTICITY OF THE SPONGE XESTOSPONGIA TESTUDINARIA FROM SITARO AND SANGIHE ISLANDS?***

**Walter Balansa dan Frets Jonas Rieuwpassa**

Jurusan Perikanan dan Kebaharian, Politeknik Negeri Nusa Utara

Email: [walterbalansa@polnustar.ac.id](mailto:walterbalansa@polnustar.ac.id)

**Abstrak:** Plastisitas morfologi sponge telah lama menjadi tantangan berat dalam identifikasi jenis sponge dan mempunyai implikasi penting di bidang konservasi spesies, penemuan bahan bioaktif maupun biomaterial berpotensi medis dari invertebrata laut ini. Peran ekologis, kandungan senyawa bioaktif maupun variasi genetik dari *X. testudinaria*, sponge ikonik di terumbu karang Sulawesi Utara dan Indo-Pasifik ini, telah seringkali dilaporkan. Tetapi penelitian tentang plastisitas *X. testudinaria* masih sangat terbatas. Untuk menentukan plastisitas *X. testudinaria* dari Kabupaten Sitaro dan Sangihe, kami membandingkan karakteristik morfologi (contoh, warna, bentuk pertumbuhan, permukaan tubuh, ukuran dan bentuk spikula). Sejauh ini, tiga morfotipe sponge jenis *Xestospongia testudinaria* telah ditemukan di Kepulauan Sitaro dan Sangihe; (1) morfotipe digitate di Pulau Mahumu, (2) morfotipe lamellate di perairan Enepahembang dan Bebalang dan (3) morfotipe licin di Ulu Siau. Berbeda dengan studi plastisitas *X. testudinaria* sebelumnya, penelitian kami tidak menunjukkan adanya dominasi dari salah satu morfotipe ini di wilayah di sekitar pelabuhan laut dan daerah dengan masukan sedimentasi tinggi. Kami juga membahas implikasi dari penelitian ini untuk mendapatkan gambaran lebih baik mengenai distribusi berbagai morfotipe *X. testudinaria* di perairan Nusa Utara.

**Kata kunci:** *Xestospongia testudinaria*, distribusi, plastisitas morfologi, morfotipe

**Abstract:** *Morphological plasticity in sponge has become a serious challenge in sponge identification and has an important implication in species conservation. Ecological roles, bioactive compounds, and genetic variation of X. testudinaria, the iconic sponge from the coral reef in North Sulawesi and even Indo-Pacific, have been frequently reported. However, research on the plasticity of X. testudinaria remains limited. To determine the plasticity of this species from Sitaro and Sangihe Islands, we compared the morphological characteristics (e.g. color, growth form, surface, size and the style of spicule). So far, three morphotypes of X. testudinaria have been found in Sitaro and Sangihe Island regencies; digitate, lamellate and smooth surfaces. Different from earlier study on plasticity in X. testudinaria, our research did not show domination of any morphotype in areas near seaport and high sedimentation. We also discussed the implication of this research to get a better understanding of the distribution of X. testudinaria with different morphotypes in Nusa Utara waters..*

**Keyword:** *Xestospongia testudinaria*, distribution, morphological plasticity, morphotypes

## PENDAHULUAN

Walaupun sponges tergolong hewan sederhana bahkan dianggap primitif, kesederhanaan morfologi dan plastisitas fenotip dari invertebrata laut ini justru menyebabkan berbagai kesulitan dalam identifikasi spesies sponge (Knowlton, 2000). Selain dampak secara ekologis berupa terabaikannya sponge dalam

berbagai program monitoring maupun konservasi terumbu karang (Bell & Smith, 2004), kesulitan identifikasi spesies juga berimplikasi terhadap penemuan bahan-bahan bioaktif maupun biomaterial dari sponge (Legentil *et al.*, 2010). Identifikasi taksonomi berdasarkan karakteristik kerangka (contoh, morfologi spikula dan letak serat protein) dan

morfologi eksternal (contoh warna, tekstur, bentuk pertumbuhan dan permukaan tubuh) merupakan salah satu teknik efektif dan murah dalam menentukan spesies sponge. Meskipun teknik ini hanya dianggap akurat hingga tingkat genus dan tidak untuk tingkat spesies, identifikasi berbasis morfologi masih menjadi teknik utama dalam identifikasi sponge hingga sekarang (Hooper, 2002). Bahkan pada sejumlah laporan tentang deskripsi plastisitas sponge yang menggunakan *DNA sequencing* pun, data hasil analisa secara morfologi tetap menjadi bagian krusial penentuan plastisitas sponge seperti pada studi plastisitas sponge genus *Callyspongia* dari perairan Karibia (Legentil *et al.*, 2010) dan *Xestospongia testudinaria* dari perairan Lembah Sulawesi Utara (Swierts *et al.*, 2013).

Genus *Xestospongia* (*Demospongiae: Haplosclerida*) termasuk sponge kosmopolitan yang ditemukan di Indo-Pasifik, Afrika dan Amerika (GBIF, 2021). Variasi karakteristik struktur terutama bentuk tubuh, warna dan permukaan tubuh dalam genus ini menghadirkan masalah dan tantangan dalam identifikasi spesies. Di berbagai terumbu karang di Sulawesi Utara, *X. testudinaria* termasuk salah satu spesies paling melimpah (de Voogd & van Soest, 2002). Bentuk-bentuk dan ukuran yang sering dilaporkan termasuk ukuran besar, warna coklat dengan permukaan lamellate. Tetapi bentuk morfologi lain juga telah ditemukan dengan variasi pada bentuk permukaan (licin, digitate maupun kombinasi dari dua morfotipe licin dan digitate) dan bentuk pertumbuhan (Swierts *et al.*, 2013). Dalam survei yang kami lakukan beberapa tahun terakhir di Kabupaten Sangihe maupun Sitaro, kami telah menemukan tiga morfotipe *X. Testudinaria*; permukaan tubuh dengan struktur digitate, lamellate dan licin.

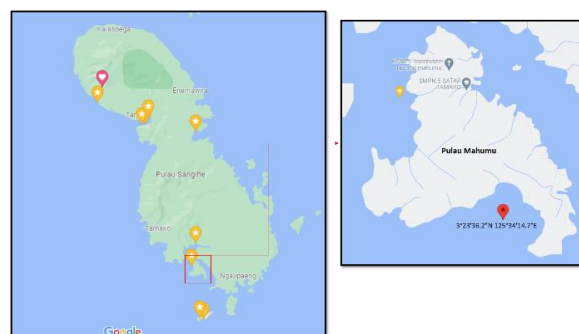
Tulisan ini menjelaskan hasil analisa berbasis morfologi (bentuk pertumbuhan, warna, permukaan sekaligus bentuk dan ukuran spikula) sebagai dasar identifikasi spesimen terutama spesimen yang kami ambil pada bulan Juni 2021 dalam sebuah survei di Pulau Mahumu Kabupaten Sangihe yang diberi kode

MS\_1. Selain itu, karakteristik morfologi yang teramati pada spesimen dari Mahumu dibandingkan dengan karakteristik serupa pada spesimen perairan Ulu Siau, Enepahembang (Balansa *et al.*, 2020; Ryanti *et al.*, 2020) dan Bebalang (Balansa *et al.*, 2021) maupun dengan berbagai laporan hasil penelitian *X. testudinaria* terutama di perairan Sulawesi Utara. Selain itu, distribusi sponge itu diplot secara global sesuai data yang dilaporkan pada situs *Global Biodiversitas Information Facility* (GBIF, 2021) dan distribusi lokalnya dilengkapi dengan data sponge *X. testudinaria* yang telah dilaporkan dari perairan Nusa Utara.

## METODE PENELITIAN

### Pengambilan Sampel

Dari sebanyak 15 spesimen sponge yang berhasil diambil dengan bantuan SCUBA diving di bagian selatan dan utara dari Pulau Mahumu, MS\_1 menarik perhatian karena meskipun memperlihatkan berbagai kesamaan tapi juga perbedaan struktur morfologi dengan *Xestospongia testudinaria* dari beberapa wilayah perairan di Kabupaten Sitaro maupun Sangihe sebelumnya. Jadi, MS\_1 dan 5 spesimen *X. testudinaria* dari perairan Kabupaten Sangihe dan Sitaro menjadi fokus tulisan ini. Pengambilan sampel ini dilakukan di perairan Mahumu Sawang (MS) Kepulauan Sangihe pada kedalaman 10 m (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi sampling di bagian selatan Pulau Mahumu (📍 : Lokasi pengambilan sampel)

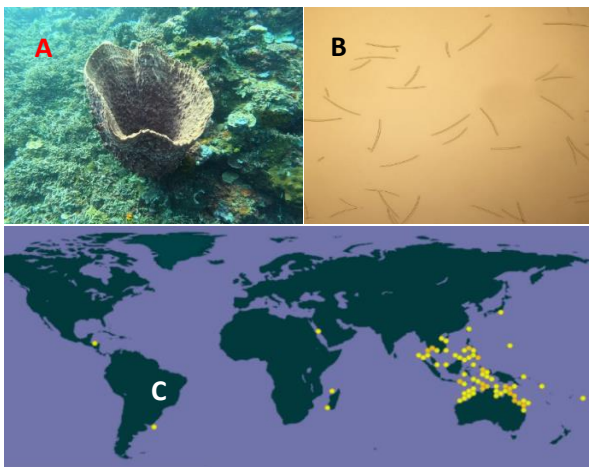
### Pemurnian dan Pengukuran spikula

Karakteristik morfologi dari tiap spesimen (bentuk pertumbuhan, permukaan, tekstur dan warna) dideskripsikan di lapangan dan gambar *in situ* dari semua sponge diambil menggunakan (GoPro 9.0) sebelum pengambilan sampel, yang ditempatkan secara terpisah dalam kantong plastik dan dibawa ke laboratorium dan disimpan pada temperatur ~18°C hingga digunakan untuk analisa. Spikula dari tiap spesimen dimurnikan dengan menggunakan metode *acid digestion* (Hooper, 2002). Singkatnya, potongan kecil dari sponge dipanaskan dalam oven pada suhu 108°C selama 1 jam untuk menghilangkan air. Kemudian, 1.0 mL pemutih komersial (Bayclin) ditambahkan pada sampel dalam sebuah cawan petri, dibiarkan pada temperatur ruangan selama 3 jam, dicuci dengan air sebanyak tiga kali dan dibilas dengan alkohol 70% sebelum pengamatan dengan mikroskop. Kemudian spikula diukur seperti pada metode yang telah dilaporkan sebelumnya (Ryanti *et al.*, 2020).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sistematika Sponge MS\_1

Class : Demospongiae Sollas, 1885  
 Ordo : Haploscreida Topsent, 1928  
 Subordo : Petrosina Boury Esnault & Van Beveren, 1982  
 Family : Petrosida van Soest, 1980  
 Genus : *Xestospongia*  
*Xestospongia testudinaria* (MS\_1)



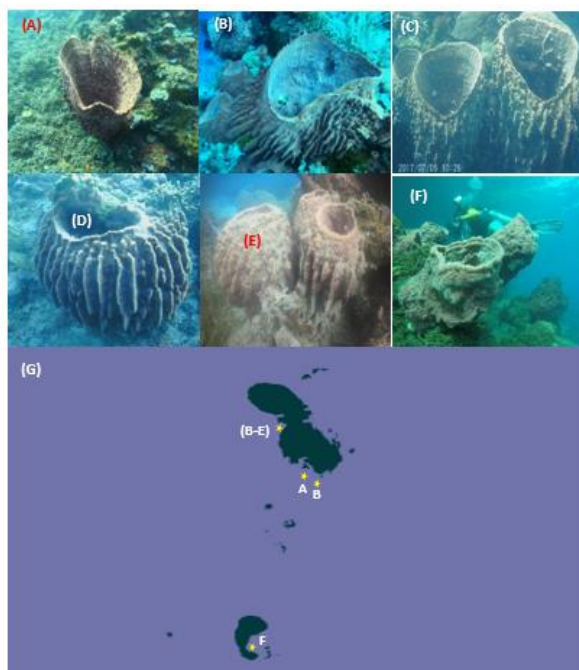
Gambar 2. *Xestospongia testudinaria* (MS-1) morfotipe A (A), spikula oxea (B) dan distribusi *X. testudinaria* secara global (GBIF, 2021) (C).

MS\_1 yang diambil dari terumbu karang di desa Sawang di Pulau Mahumu memiliki bentuk menyerupai vas bunga, berwarna coklat, bertekstur keras (tidak bisa ditekan) dan oskulum atau tempat keluar air berukuran sangat besar (63 cm). Seperti halnya sponge anggota dari genus *Xestospongia*, MS\_1 juga menghasilkan spikula tipe oxea (Gambar 1B). Selanjutnya, perbandingan antara karakteristik morfologi dari MS\_1 dan berbagai anggota dari genus *Xestospongia* menunjukkan kesamaan sangat erat termasuk tipe dan ukuran spikula. Meskipun demikian, perbedaan teramati terutama pada ukuran oskula (63 cm) yang sangat besar daripada bagian pangkal tubuh (21 cm) pada MS\_1. Ukuran ini sangat mencolok dibandingkan dengan ukuran oskula dan bagian pangkal relatif sama seperti pada *X. testudinaria* dari perairan Enepahembang (Balansa *et al.*, 2020 ; Ryanti *et al.*, 2020), Bebalang (Balansa *et al.*, 2021) bahkan pada empat morfotipe *Xestospongia testudinaria* dari perairan Selat Lembeh dan Bitung (Swierts *et al.*, 2021).

Selanjutnya, penelusuran informasi secara online pada situs *Global Biodiversity Information Facility* menunjukkan bahwa *Xestospongia* tergolong sponge kosmopolitan yang distribusi globalnya meliputi hampir seluruh wilayah Indonesia, keseluruhan wilayah Indopasifik, Amerika tengah dan selatan hingga Afrika terutama wilayah Madagaskar (GBIF, 2021). Adapun di perairan Sulawesi Utara, *X. testudinaria* dilaporkan terdistribusi di Pulau Lembeh, Bitung, Teluk Manado dan wilayah Likupang (GBIF, 2021) di Kabupaten Sangihe, *X. testudinaria* telah dilaporkan dari Enepahembang, Siau dan Pulau Bebalang (Balansa *et al.*, 2020, Ryanti *et al.*, 2020; Balansa *et al.*, 2021).

Hasil penelitian plastisitas *X. testudinaria* sebelumnya dari perairan di Sulawesi Utara membuktikan ada empat morfotipe jenis sponge ini di wilayah Selat Lembeh dan Bitung (Sweierts *et al.*, 2013); morfotipe dengan permukaan tubuh digitate (1),

lamellate (2), licin (3) dan kombinasi dari licin dan digitate (4). Sejalan dengan laporan itu, kami menemukan tiga morfotipe yaitu morfotipe digitate (1) dari perairan bagian selatan Pulau Mahumu yang merupakan perairan terbuka, lamellate (2) dari perairan Enepahembang yang terletak di sekitar Pelabuhan Tahuna dan Pelabuhan Pertamina dan morfotipe licin (3) dari Pelabuhan Laut Ulu Siau (Gambar 3). Tetapi berbeda dengan laporan sebelumnya, sementara ukuran oskula rekatuf terhadap pangkal tubuh sponge relatif sama pada laporan-laporan tersebut, pada *X. testudinaria* dari Pulau Mahumu (MS\_1) berukuran tinggi 63.3 cm dan diameter oskula 51.2 cm sementara bagian pangkal berukuran jauh lebih kecil (23 cm) sehingga berbentuk seperti vas bunga (Gambar 3A). Bentuk ini berbeda dengan bentuk 5 spesimen lainnya dengan ukuran diameter spikula relatif sama atau lebih kecil dibandingkan dengan ukuran pangkal tubuh (Tabel 1).



Gambar 3. *Xestospongia testudinaria* morfotipe digitate MS\_1 (A), BBL\_10 (B), morfotipe licin Ulu\_9 (F), morfotipe lamellate dari Bebalang (D) dan Enepahembang (C-E), distribusi lokal *X. testudinaria* di Kabupaten Sitiro dan Sangihe (F).

Selain itu, MS\_1 memiliki dinding tubuh lebih tipis daripada *X. testudinaria* spesimen lainnya

(Gambar 3A-F). Tetapi seperti spesimen lainnya, MS\_1 juga memiliki spikula oxea. Jadi, bentuk MS\_1 ditetapkan sebagai *Xestospongia testudinaria* dengan morfotipe bentuk tubuh dan permukaan yang berbeda dengan *X. testudinaria* perairan Kabupaten Sangihe dan Sitiro.

**Tabel 1.** Ukuran diameter, lebar pangkal batang, tipe dan ukuran spikula dari *X. testudinaria* dari perairan Sitiro dan Sangihe.

Kode	Diameter Oskula dan tinggi	Lebar pangkal batang sponge	Type dan ukuran spikula
MS_1 (A)	63/51.2 cm	22 cm	Megaskleres oxea 82.3-120. $\mu\text{m}$
BBL_10 (B)	62/83 cm	81 cm	Megaskleres oxea (87.36-102.56) $\mu\text{m}$
EP_5a (C)	52/65 cm	53 cm	Megaskleres oxea (134.73-143.210) $\mu\text{m}$
EP_5b (D)	65/72cm	67 cm	Megaskleres oxea (124.37-131.56) $\mu\text{m}$ Balansa <i>et al.</i> , (2020)
EP_5c (E)	34/53 cm	43 cm	Megaskleres oxea (89.7-131.40) $\mu\text{m}$
Ulu_9 (F)	76 cm	81 cm	Megaskleres oxea (120.8-135.0) $\mu\text{m}$

Selain itu, pada penelitian sebelumnya tentang plastisitas *X. testudinaria* di Selat Lembeh, Swierts *et al.*, (2013) melaporkan empat morfotipe *X. testudinaria* di perairan itu dengan morfotipe digitate mendominasi kawasan dekat setlemen penduduk tinggi dan di perairan sekitar Pelabuhan Bitung. Kelompok peneliti ini berpendapat bahwa dominasi tipe digitate terhadap morfotipe lain di perairan Selat Lembeh dan Bitung berhubungan dengan struktur morfologi dari *X. testudinaria*. Menurut mereka, morfologi digitate memiliki rasio perbandingan luar permukaan dan tubuh lebih besar daripada morfotipe lain. Itulah sebabnya, morfotipe ini banyak ditemukan di kawasan dengan

tingkat aktivitas manusia tinggi serta lalu lintas kapal yang berdampak terhadap tingginya tingkat kekeruhan dan nutrisi perairan (Swierts *et al.*, 2013). Hasil penelitian itu berbeda dengan hasil penelitian sebaran morfotipe *X. testudinaria* di perairan Kabupaten Sangihe dan Sitaro. Pertama, kami menemukan bahwa morfotipe lamellate bukan digitate mendominasi perairan Enepahembang (Gambar 3B-C) yang merupakan daerah lalu lintas kapal karena sangat berdekatan dengan Pelabuhan Laut maupun Pertamina Tahuna selain merupakan wilayah dengan masukan sedimen tinggi dari rawa di sekitar Pelabuhan Laut Tahuna. Selain itu, satu-satunya morfotipe yang ditemukan di pelabuhan laut Ulu, yang juga merupakan wilayah lalu lintas kapal, justru morfotipe licin. Morfotipe digitate justru kami temukan di perairan bagian Selatan Mahumu yang relatif tidak dipengaruhi oleh lalu lintas kapal maupun masukan sedimen seperti halnya perairan Enepahembang atau Ulu Siau. Jadi, kami tidak menemukan indikasi dominasi dari morfotipe tertentu di wilayah sekitar pelabuhan atau dengan setlemen penduduk tinggi atau tingkat masukan sedimen tinggi. Meskipun demikian, hasil penelitian kami berpadanan dengan temuan dari Borges & Bergquist (1988) yang telah melaporkan kemampuan *X. testudinaria* dengan permukaan lamellate dalam mengatasi masukan tumpukan sedimen yang tinggi. Itulah sebabnya, untuk memahami distribusi dari morfotipe *X. testudinaria* dengan lebih baik, kita perlu memperhitungkan sejumlah faktor lain seperti aksi gelombang, pergerakan arus, penetrasi cahaya dan kecepatan maupun komposisi sedimen (Swierts *et al.*, 2013).

Selanjutnya, sementara variasi pada hasil penelitian plastisitas *X. testudinaria* dari perairan Bitung dan Selat Lembeh memperlihatkan perbedaan morfotipe pada permukaan tubuh, pada penelitian ini, selain pada permukaan tubuh, perbedaan itu juga terdapat pada bentuk tubuh dengan proporsi bagian atas berukuran dua kali lebih besar daripada ukuran bagian bawah tubuh sponge. Awalnya variasi secara morfologi

tidak dikenal lazim dalam identifikasi sponge secara tradisional, tetapi, semakin banyak studi yang berfokus pada kelompok-kelompok sponge dengan taksonomi problematik memperlihatkan variasi genetik berhubungan dengan perubahan signifikan secara morfologi (Legentil *et al.*, 2010). Contoh tipikal adalah plastisitas pada sponge genus *Callyspongia* dari perairan Karibia yang memperlihatkan tiga morfotipe warna dan bentuk berbeda yakni *Callyspongia vaginalis* abu-abu dengan spikula oxea, *C. vaginalis* merah dengan spikula oxea dan *C. vaginalis* orange dengan spikula oxea (Legentil *et al.*, 2010). Bukti-bukti lain juga berasal dari hasil-hasil penelitian pada sponge simpatri yang meskipun warna dan bentuk tubuhnya berbeda, sponge-sponge ini hanya memperlihatkan sedikit sekali variasi secara genetik (Boury-Esnault *et al.*, 1992). Jadi, makin banyak hasil penelitian yang mendukung bahwa meskipun dua atau lebih sponge memiliki warna dan bentuk tubuh sedikit berbeda, bisa saja sponge-sponge itu adalah spesies yang sama seperti pada 4 morfometri dari 4 spesimen *X. testudinaria* dari perairan Selat Lembeh dan Bitung (Swierts *et al.*, 2016) maupun 3 morfotipe dari 6 spesimen *X. testudinaria* dari perairan Kabupaten Sitaro dan Sangihe dalam studi ini.

Seperti dijelaskan pada pendahuluan dari tulisan ini, plastisitas sponge memiliki peran penting secara ekologi. Hal ini sangat relevan dengan *X. testudinaria* yang memiliki ukuran yang sangat besar (bisa mencapai tinggi dan lebar 2 m) dan kemampuannya dalam menyaring air laut dari sponge genus *Xestospongia* (sekitar 50.000 kali volume tubuh) (Animal Diversity Web, 2021). Dengan ukuran tinggi dan lebar hampir mencapai 1 m, maka peran ekologis dari *Xestospongia testudinaria* perairan Sitaro maupun Sangihe tentu sangat krusial terhadap kelangsungan hidup organisme laut di perairan terumbu karang kedua wilayah perairan tersebut meskipun masih perlu dilakukan kajian ekologis untuk mendukung klaim ini.

Selain itu, pengetahuan tentang plastisitas *X. testudinaria* sangat relevan di bidang penemuan dan pengembangan obat maupun biomaterial. Sebagai contoh, *X. testudinaria* telah dilaporkan mampu menghasilkan senyawa penghambat *protein tyrosine phosphatase 1B (PTP1B)* yang merupakan target kunci untuk pengobatan diabetes type II dan obesitas (He *et al.*, 2016). Jadi, pengetahuan tentang plastisitas juga bisa secara tidak langsung membantu identifikasi molekul-molekul bioaktif dengan potensi medis menjanjikan meskipun harus didukung dengan analisa-analisa berbasis kromatografi dan spektroskopi. Selanjutnya, *X. testudinaria* juga mampu menghasilkan spikula oxea dalam jumlah cukup besar yakni sebesar 79.42% (Balansa *et al.*, 2021, data belum dipublikasikan). Menariknya, beberapa jenis spikula termasuk oxea telah dipatenkan sebagai *skin dermabrasion* (Villani, 2010) dan diaplikasikan untuk *tissue engineering* maupun substitusi tulang (Granito, 2016). Secara kolektif, laporan-laporan penelitian di atas membuktikan pentingnya pengetahuan tentang biodiversitas, distribusi dan plastisitas *X. testudinaria*.

Meskipun karakteristik morfologi seperti tekstur, bentuk bertumbuhan, ukuran, spikula dan perbandingan dengan literatur secara konsisten mendukung plastisitas MS\_1 dan lima spesimen lainnya sebagai *X. testudinaria*, studi masih berbasis pada morfologi sponge. Untuk mendapatkan pengetahuan lebih baik, studi selanjutnya perlu difokuskan pada 16S mtDNA *X. testudinaria* dari perairan Kabupaten Sitaro dan Kabupaten Sangihe

### Kesimpulan

Karakterisasi secara morfologi dan perbandingan dengan literatur ilmiah membuktikan 3 morfotipe *Xestospongia testudinaria* dari perairan Kabupaten Sitaro maupun Kabupaten Sangihe. Plastisitas *X. testudinaria* ini memiliki implikasi penting secara ekologis maupun untuk bidang penemuan bahan aktif maupun biomaterial dari *X.*

*testudinaria*. Jadi, penelitian di masa depan perlu diarahkan secara kimia pada potensi bahan aktif dan biomaterial, secara fisika pada aksi gelombang, penetrasi cahaya maupun masukan sedimentasi dan secara biologi pada 16S mtDNA dari *X. testudinaria* untuk mendapatkan pengetahuan lebih baik dan utuh tentang *X. testudinaria* dari perairan Nusa Utara.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada P3M Politeknik Negeri Nusa Utara untuk dana penelitian internal tahun 2021. Ucapan terima kasih juga penulis tujukan untuk Herjumes Aatjin & Al Lahunduitan untuk pengambilan sampel.

### Daftar Pustaka

- Animal Diversity Web. Tersedia secara online di [https://animaldiversity.org/accounts/Xestospongia\\_muta/](https://animaldiversity.org/accounts/Xestospongia_muta/) (diakses pada bulan Desember 2021).
- Balansa W.; Tamasoa, A.-M.; Reiuwpassa, F.-J. Sponge Umum Di Terumbu-Terumbu Karang Perairan .Tahuna Kepulauan Sangihe. Politeknik Negeri Nusa Utara. Vol.6 (1) : 1-8.
- Bell, J. J & Smith, D. Ecology of sponge assemblages (Porifera) in the Wakatobi region, Southeast Sulawesi, Indonesia: richness and abundance. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2004, 84: 581–591. <https://doi.org/10.1017/S0025315404009580h>.
- Boury-Esnault, N., A.M. Solé-Cava and J.P. Thorpe. – 1992. Genetic and cytological divergence between colour morphs of the Mediterranean sponge *Oscarella lobularis* Schmidt (Porifera, Demospongiae, Oscarellidae). *J. Nat. Hist.*, 26: 271-284.
- Granito, R. N.; Gustodio, M. R.; Renno, A. C. M. Natural Marine Sponges for Bone Tissue Engineering: The State of the art and Future Perspective. *J. Biomed. Mat. Res. Appl. Biomat.*, 2016, 10 p.

- He, W. F., Xue, D. Q., Yao, L. G., Li J., Liu, H. L., Guo, Y. W. A new bioactive steroidal ketone from the South China Sea sponge *Xestospongia testudinaria*. J. Asian Nat Prod, 2016, 195-199. doi: 10.1080/10286020.2015.1056521
- Hooper, N. A. Sponguide: Guide to Sponge Collection and Identification. [https://www.researchgate.net/publication/242495363\\_Sponguide\\_Guide\\_to\\_Sponge\\_Collection\\_and\\_Identification](https://www.researchgate.net/publication/242495363_Sponguide_Guide_to_Sponge_Collection_and_Identification) (accessed April, 2020).
- Ijong, F. G., Balansa, W., Rieuwpassa, F. J. R.; Ansar, N. M. S., Sarapil, C. I., Wuaten, J. F., Gansalangi, F., Patras, M. D., Tinungki, Y. L., Silangen, S., Tuwohingide, D., Papuas, A. 2020. Pulau Bebalang Kabupaten Kepulauan Sangihe. Politkenik Negeri Nusa Utara, 118 halaman.
- Kelly-Borges M, Bergquist PR (1988) Sponges from Motupore Island, Papua New Guinea. IndoMalay Zool 5: 121-159.
- Knowlton, N. 2000. Molecular genetic analyses of species boundaries in the sea. Hydrobiologia, 420: 73-90.
- Legentil, S. L., Erwin, P. M., Henkel, T. P., Loh, T. L., Pawlik, J. R. Phenotypic plasticity in the Caribbean sponge *Callyspongia vaginalis* (Porifera: Haplosclerida). Scientia Marine, 2010, 74, 445-453.
- Riyanti., Balansa, W., Liu, Y., Sharma, A., Mihajlovic, S., Hartwig, C., Leis, B., Rieuwpassa, F. J., Ijong, F. G., Wägele, H., König, G. M., Schäberle, T. L. 2020 Selection of sponge-associated bacteria with high potential for the production of antibacterial compounds. Sci Rep 10, 19614 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76256-2>.
- Swierts T., Peijnenburg, K. T. C. A., de Leeuw, C., Cleary, D. F. R., Hörnlein C. 2013. Lock, Stock and Two Different Barrels: Comparing the Genetic Composition of Morphotypes of the Indo-Pacific Sponge *Xestospongia testudinaria*. PLoS ONE 8(9): e74396. doi:10.1371/journal.pone.0074396.
- Villani, M. Use Of Spongilla Spicules As a Dermabrasion Device Or Resurfacing Modality. Patent Application Publication.2010:1-5.