

Kelimpahan dan Keanekaragaman Siput Laut Opisthobranch di Bangsring Underwater dan Pulau Tabuhan, Banyuwangi

Abdur Rosyid^{1*}, Majariana Krisanti², Gatot Yulianto³ 

¹Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Sekolah Pascasarjana, IPB Univeristy, Bogor, Indonesia

^{2,3}Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:

Received February 02, 2022

Revised February 20, 2022

Accepted April 14, 2022

Available online April 25, 2022

Kata Kunci:

Bangsring, Keanekaragaman, Kelimpahan, Siput Laut, Pulau Tabuhan

Keywords:

Abundance, Bangsring, Diversity, Sea Slug, Tabuhan Island



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2022 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.

ABSTRAK

Siput laut memiliki manfaat ekologi, ekonomi, dan menjadi objek penting dalam penelitian di berbagai disiplin ilmu. Sebagai bagian dari gastropod yang berasosiasi dengan organisme sesil, siput laut menjadi indikator yang baik untuk kesehatan habitat di perairan. Belum ada penelitian mengenai siput laut di Bangsring Underwater dan Pulau Tabuhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kelimpahan dan keanekaragaman spesies siput laut (Opisthobranchia) di lokasi tersebut. Pengambilan data dilakukan di 9 lokasi penyelaman. Data siput laut diambil menggunakan belt transect dan fotografi bawah air di kedalaman 0 sampai 10 m (dikategorikan sebagai dangkal) dan >10 sampai 18 m (dikategorikan sebagai dalam). Identifikasi dilakukan melalui foto bawah air dengan melihat morfologi, warna, bentuk rhinophores, notum (punggung), kaki, dan insang. Waktu pengambilan data dimulai pada bulan November sampai dengan Desember 2020. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan 85 spesies dalam 19 famili dan 3 ordo (Nudibranchia, Sacoglossa, dan Cephalaspidea). Famili paling beragam adalah Chromodorididae (29% dari total spesies) dan Phyllidiidae (19%) dari ordo Nudibranchia. Frekwensi temuan spesies terbanyak adalah spesies *P. pustulosa* dan *P. briareum*. Keanekaragaman tertinggi terdapat di Rumah Apung dangkal dengan nilai $H' = 4,2$ sedangkan keanekaragaman terendah terdapat di Tabuhan Selatan dengan nilai $H' = 1,0$. Kelimpahan tertinggi terdapat di Zona Inti dangkal dengan nilai 23 ind/200 m², sedangkan kelimpahan terendah terdapat di Tabuhan Selatan, Tabuhan Timur, dan Tabuhan Barat dengan nilai yang sama yaitu 1 ind/200 m².

ABSTRACT

Sea slugs have a role on giving us ecological and economic benefits, and are important objects of research in various disciplines. As part of the gastropod associated with sessile organisms, sea slugs are a good indicator of the health of marine habitats. There has been no previous research on sea slugs in Bangsring Underwater and Tabuhan Island. This study aims to identify and analyze the abundance and species diversity of sea slugs (Opisthobranchia) in the location. Data collection was carried out at 9 dive sites and were collected using belt transect and underwater photography at depths of 0 to 10 m (categorized as shallow) and >10 to 18 m (categorized as deep). Identification is done through underwater photos by looking at the morphology, color, shape of the rhinophores, notum (back), feet, and gills. Data collection started from November to December 2020. We recorded 85 species in 19 families and 3 orders (Nudibranchia, Sacoglossa, and Cephalaspidea). The most diverse families were Chromodorididae (29% of the total species) and Phyllidiidae (19%) of the order Nudibranchia. The most common species found were *P. pustulosa* and *P. briareum*. The highest diversity was found in the shallow Rumah Apung ($H' = 4.2$) while the lowest diversity was found in Tabuhan Selatan with a value of $H' = 1.0$. The highest abundance was found in the shallow Zona Inti with a value of 23 ind/200 m², while the lowest abundance was found in Tabuhan Selatan, Tabuhan Timu, dan Tabuhan Barat with the same value of 1 ind/200 m².

1. PENDAHULUAN

Opisthobranchia merupakan kelompok siput laut dari Gastropoda, sub kelas Heterobranchia yang terdiri dari Nudibranchia (nudibranch), Sacoglossa (sap-sucking slug), Pleurobrancoidea (side gilled slug), Anaspidea (sea hare), Cephalaspidea (head shielded slug), Pteropoda (pteropods), Runcinida (runcinids), dan Umbraculoidea (umbrella shell slug) (Behrens, 2005; Gosliner et al., 2018; Valdes, 2010) Opisthobranch termasuk dalam filum Moluska yang memiliki keanekaragaman yang tinggi secara morfologi dan ekologinya (Wägele et al., 2014). Lebih dari 5000 spesies anggota kelompok Opisthobranchia telah teridentifikasi dan sekitar 3000 spesies di antaranya adalah Nudibranchia (Wägele & Klussmann-

*Corresponding author.

E-mail addresses: rosyidabdurrosyid@apps.ipb.ac.id (Abdur Rosyid)

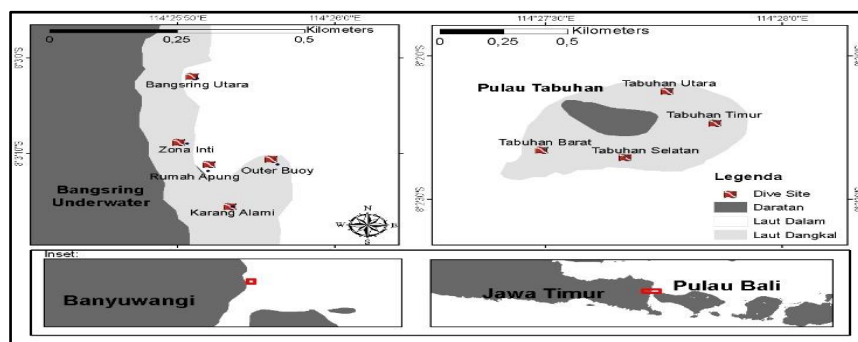
Kolb, 2005). Indo-pasifik merupakan salah satu daerah tropis yang memiliki keanekaragaman siput laut yang tinggi dengan lebih dari 3000 spesies siput laut teridentifikasi (Gosliner *et al.*, 2018).

Keberadaan siput laut di suatu perairan dapat memberikan petunjuk mengenai biodiversitas yang ada disekitarnya. Banyak dari jenis siput laut memakan organisme yang spesifik seperti Porifera, Cnidaria, Ascidiacea, Bryozoa dan juga algae (Kaligis *et al.*, 2018). Semakin beragam kemunculan spesies siput laut dapat menandakan semakin tinggi biodiversitas taksa lainnya di area tertentu. Lokasi perairan yang berbeda dapat memiliki keanekaragaman dan kelimpahan siput laut yang berbeda pula karena setiap lokasi memiliki kondisi perairan dan substrat yang berbeda dan setiap spesies siput laut memiliki preferensi habitatnya (Adiwijaya *et al.*, 2021; Hubner, 2011). Oleh karena itu informasi keberadaan siput laut di suatu perairan atau habitat menjadi sangat penting. Selain manfaatnya secara ekologis, siput laut juga memiliki manfaat lainnya. Dalam berbagai ilmu pengetahuan seperti neurobiologi, ekotoksikologi, dan farmasi, siput laut menjadi model organisme yang sangat penting untuk diteliti (Fisch *et al.*, 2017; Wägele *et al.*, 2014). Siput laut juga dimanfaatkan sebagai objek wisata favorit oleh penyelam dan menjadi objek foto bawah air karena warnanya yang indah untuk dilihat (Andrimida & Hermawan, 2020; Arifin *et al.*, 2019; Jensen, 2013). Informasi mengenai status siput laut di Bangsring Underwater dan Pulau Tabuhan, Jawa Timur belum diketahui. Penelitian mengenai status siput laut di Indonesia bagian barat memang masih sedikit khususnya di Jawa Timur hanya terdapat di bagian selatan seperti di Selat Sempu dan bagian utara seperti di Selat Madura yaitu Paiton dan Pasir Putih Situbondo (Andrimida, 2021; Andrimida & Hermawan, 2020; Aunurohim *et al.*, 2010; Muzaki & Dian, 2011). Penelitian serupa lebih banyak dilakukan di Indonesia bagian tengah dan timur seperti di Tulamben (Arifin *et al.*, 2019), Bunaken (Kaligis *et al.*, 2018), Selat Lembeh (Ompi *et al.*, 2019), dan Sangihe (Undap *et al.*, 2019). Oleh karena itu status siput laut di Bangsring Underwater dan Pulau Tabuhan yang terletak di Jawa Timur Bagian Timur tepatnya di Perairan Selat Bali perlu diketahui.

Perairan Bangsring dan Pulau Tabuhan pernah mengalami kerusakan akibat aktivitas penangkapan ikan hias menggunakan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan. Penangkapan ikan hias dengan menggunakan tangkapan yang tidak ramah lingkungan dan penangkapan yang berlebihan serta tidak terkendali sangat mengancam kelestarian ekosistem. Selain itu, ikan hias yang ditangkap tidak baik dapat menurunkan nilai ekonomisnya. Beban terhadap ekosistem cukup parah hingga terjadi penurunan luasan tutupan karang hidup dan jumlah ikan hias. Upaya konservasi telah dilakukan dan kawasan Bangsring Underwater dan Pulau Tabuhan menjadi salah satu kawasan wisata bahari di Jawa Timur. Aktivitas wisata selam semakin meningkat dengan semakin tingginya jumlah pengunjung dan permintaan wisata selam. Informasi keberadaan siput laut dapat meningkatkan daya tarik kawasan dan minat wisatawan untuk berkunjung dan juga dapat menjadi objek wisata alternatif yang tidak berbasis terumbu karang, sebagai upaya mendukung konservasi terumbu karang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis keanekaragaman dan kelimpahan siput laut opisthobranch di perairan Bangsring Underwater dan Pulau Tabuhan.

2. METODE

Pengambilan data diambil dari 9 spot penyelaman di Bangsring Underwater dan Pulau Tabuhan dengan pembagian 5 spot di perairan Bangsring dan 4 spot di Pulau Tabuhan. Lokasi pengamatan di perairan Bangsring adalah Rumah Apung (RA), Outer Buoy (OB), Zona Inti (ZI), Bangsring Utara (BU), dan Karang Alami (KA). Pemilihan lokasi pengamatan di Pulau Tabuhan dibagi empat berdasarkan sisi pulau sesuai arah mata angin yaitu Tabuhan utara (TU), Tabuhan Selatan (TS), Tabuhan Timur (TT), dan Tabuhan Barat (TB). Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan data siput laut

Data siput laut diperoleh menggunakan metode belt transect dengan ukuran 50 m x 4 m yang dilakukan oleh minimal 2 penyelam tiap transek. Setiap penyelam mencakup 2 meter lebar transek, dan bergerak secara zig-zag sejauh panjang transek. Setiap lokasi pengamatan dibagi menjadi dua kedalaman yaitu dalam (>10 m) dan dangkal (0 sampai 10 m) dengan maksimum kedalaman yaitu 18 meter dan dilakukan ulangan sebanyak tiga kali. Pembagian kedalaman dilakukan berdasarkan hasil observasi yaitu terdapat perbedaan komposisi substrat. Data diambil melalui fotografi bawah air menggunakan kamera Sony A6000 + Underwater housing sebanyak 2 unit. Identifikasi siput laut dilakukan dengan melihat foto bawah air dari setiap individu siput laut yang ditemukan di dalam transek. Setiap individu diidentifikasi berdasarkan warna, bentuk rhinophore, insang, dan kaki dengan mengacu pada buku identifikasi oleh Gosliner *et al.*, (2018). Kelimpahan diukur dari jumlah individu (ind) dibandingkan dengan luasan transek. Kelimpahan biota diukur dengan menggunakan rumus 1 untuk kelimpahan (Krebs, 1989).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Total spesies yang ditemukan diseluruh lokasi pengamatan adalah 85 spesies dari 40 genus dan 19 famili. Daftar spesies ditampilkan pada Tabel 1. Siput laut terbanyak yang ditemukan berasal dari Famili Chromodorididae (29%) dan Phyllidiidae (19%). Chromodorididae merupakan salah satu famili yang paling beragam (Gosliner, 1993), lebih dari 360 spesies teridentifikasi (Gosliner *et al.*, 2018) dan sangat umum ditemukan di perairan tropis. Penelitian serupa juga menemukan hasil serupa yaitu dominasi spesies dari famili Chromodorididae dan Phyllidiidae (Chavanich *et al.*, 2013; Sreeraj *et al.*, 2013; Su *et al.*, 2009). Kemungkinan untuk menemukan siput laut yang memiliki warna terang seperti Phyllidiidae dan Chromodorididae sangat tinggi dan Phyllidiidae sangat aktif pada siang hari (Chang *et al.*, 2013).

Tabel 1. Daftar siput yang ditemukan selama pengamatan

Spesies	Frekwensi Temuan
Ordo Cephalaspidea	30
Famili Aglajidae (Pilsbry 1895)	5
<i>Chelidonura amoena</i> (Bergh 1905)	4
<i>Philinopsis phylsby</i> (Eliot 1900)	1
Famili Colpodaspididae (Oskars, Bouchet, & Malaquias 2015)	5
<i>Colpodaspis thompsoni</i> (Brown 1979)	5
Famili Gastropteridae (Swainson 1840)	2
<i>Sagaminopteron psychedelicum</i> (Carlson & Hoff 1974)	2
Famili Haminoeidae (Pilsbry 1895)	8
<i>Haminoea cymbalum</i> (Quoy & Gaimard 1832)	8
Ordo Nudibranchia	310
Famili Arminidae (Iredale & O'Donoghue 1923)	4
<i>Dermatobranchus fasciatus</i> (Gosliner & Fahey 2011)	1
<i>Dermatobranchus rodmani</i> (Gosliner & Fahey 2011)	2
<i>Dermatobranchus</i> sp. 7 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	1
Famili Chromodorididae (Bergh 1891)	59
<i>Ceratosoma</i> sp. 1 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	2
<i>Chromodoris annae</i> (Bergh 1877)	3
<i>Glossodoris hikuerensis</i> (Pruvot-Fol 1954)	1
<i>Glossodoris pallida</i> (Ruppell & Leuckart 1831)	1
<i>Glossodoris</i> sp. 1 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	3
<i>Glossodoris</i> sp. 8 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	2
<i>Goniobranchus albonares</i> (Rudman 1990)	5
<i>Goniobranchus alius</i> (Rudman 1987)	1
<i>Goniobranchus geometricus</i> (Risbec 1928)	11
<i>Goniobranchus fidelis</i> (Kelaart 1858)	2
<i>Goniobranchus kuniei</i> (Pruvot-Fol 1930)	2
<i>Goniobranchus leopardus</i> (Rudman 1987)	3
<i>Goniobranchus reticulatus</i> (Quoy & Gaimard 1832)	1
<i>Hypselodoris apolgema</i> (Yonow 2001)	1
<i>Hypselodoris bullockii</i> (Collingwood 1881)	1

Spesies	Frekwensi Temuan
<i>Hypselodoris cerisae</i> (Gosliner & R. Johnson in Epstein <i>et al.</i> 2018)	2
<i>Hypselodoris decorata</i> (Risbec 1928)	3
<i>Hypselodoris maculosa</i> (Pease 1871)	4
<i>Hypselodoris whitei</i> (A. Adams & Reeve 1850)	1
<i>Mexichromis aurora</i> (R. Johnson & Gosliner 1998)	1
<i>Mexichromis pusilla</i> (Bergh 1874)	1
<i>Mexichromis trilineata</i> (A. Adams & Reeve 1850)	2
<i>Miamira sinuata</i> (van Hasselt 1824)	1
<i>Thorunna daniellae</i> (Kay & Young 1969)	3
<i>Thorunna</i> sp. 5 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	1
Famili Discodorididae (Bergh 1891)	4
<i>Halgerda batangas</i> (Carlson & Hoff 2000)	3
<i>Jorunna funebris</i> (Kelaart 1859)	1
Famili Facelinidae (Bergh 1889)	58
<i>Caloria Indica</i> (Bergh 1896)	1
<i>Cratena lineata</i> (Eliot 1905)	3
<i>Cratena simba</i> (Edmunds 1970)	1
<i>Facelinid</i> sp. 3 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	2
<i>Favorinus tsuruganus</i> (Baba & Abe 1964)	2
<i>Phyllodesmium briareum</i> (Bergh 1896)	31
<i>Phyllodesmium undulatum</i> (Moore & Gosliner 2014)	1
<i>Pteraeolidia semperi</i> (Bergh 1870)	17
Famili Fionidae (Odhner 1934)	8
<i>Eubranchus ocellatus</i> (Adler & Hancock 1864)	1
<i>Eubranchus</i> sp. 10 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	1
<i>Tenelia sibogae</i> (Bergh 1905)	5
<i>Tenellia</i> sp. 69 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	1
Famili Flabellinidae (Bergh 1889)	19
<i>Flabellina exoptata</i> (Gosliner & Willan 1991)	16
<i>Flabellina lotos</i> (Korshunova <i>et al.</i> 2017)	3
Famili Goniodorididae (H. Adams & A. Adams 1854)	5
<i>Goniodoridella</i> sp. 10 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	1
<i>Goniodoridella</i> sp. 2 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	2
<i>Trapania vitta</i> (Gosliner & Fahey 2008)	2
Famili Gymnodorididae (Odhner 1941)	1
<i>Gymnodoris</i> sp. 34 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	1
Famili Nembrothinae (Burn 1967)	10
<i>Nembrotha kubaryana</i> (Bergh 1877)	2
<i>Nembrotha cristata</i> (Bergh, 1877)	2
<i>Tambja morosa</i> (Bergh 1877)	6
Famili Phyllidiidae (Rafinesque 1814)	130
<i>Phyllidia alyta</i> (Yonow 1996)	1
<i>Phyllidia coelestis</i> (Bergh 1905)	9
<i>Phyllidia elegans</i> (Bergh 1869)	5
<i>Phyllidia exquisita</i> (Brunckhorst 1993)	2
<i>Phyllidia multifaria</i> (Yonow, 1986)	5
<i>Phyllidia ocellata</i> (Cuvier 1804)	11
<i>Phyllidia picta</i> (Pruvot-Fol 1957)	4
<i>Phyllidia</i> sp. 6 (Gosliner <i>et al.</i> 2018)	2
<i>Phyllidia varicosa</i> (Lamarck 1801)	20
<i>Phyllidiella annulata</i> (J. E. Gray 1853)	1
<i>Phyllidiella lizae</i> (Brunckhorst 1993)	3
<i>Phyllidiella meandrina</i> (Pruvot-Fol 1957)	1
<i>Phyllidiella pustulosa</i> (Cuvier 1804)	60
<i>Phyllidiopsis annae</i> (Brunckhorst 1993)	1
<i>Phyllidiopsis fissurata</i> (Brunckhorst 1993)	3
<i>Phyllidiopsis shireenae</i> (Brunckhorst 1990)	2
Famili Samliidae (Korshunova <i>et al.</i> 2017)	7

Spesies	Frekwensi Temuan
<i>Samla bicolor</i> (Kelaart 1858)	4
<i>Samla riwo</i> (Gosliner & Willan 1991)	3
Famili Triophinae (Odhner 1941)	1
<i>Thecacera pacifica</i> (Bergh 1884)	1
Famili Unidentiidae (Millen & Hermosillo 2012)	4
<i>Unidentia sandramillena</i> (Korshunova et al. 2017)	4
Ordo Sacoglossa	37
Famili Limapontiidae (J. E. Gray 1847)	2
<i>Stiliger</i> sp. 1 (Gosliner et al. 2018)	2
Famili Plakobbranchidae (J. E. Gray, 1847)	35
<i>Elysia marginata</i> (Pease, 1871)	3
<i>Plakobbranchus ocellatus</i> (van Hasselt, 1824)	1
<i>Thuridilla albopustulosa</i> (Gosliner, 1995)	7
<i>Thuridilla carlsoni</i> (Gosliner, 1995)	2
<i>Thuridilla flavomaculata</i> (Gosliner, 1995)	2
<i>Thuridilla gracilis</i> (Risbec, 1928)	16
<i>Thuridilla livida</i> (Baba, 1955)	3
<i>Thuridilla vatae</i> (Risbec, 1928)	1

Phyllidiella pustulosa dari famili Phyllidiidae merupakan spesies dengan frekwensi temuan tertinggi sebanyak 60 kali diikuti oleh spesies *Phylloidesmium briareum* dari famili Facelinidae sebanyak 31 kali. Kedua spesies tersebut juga merupakan spesies yang mendominasi di lokasi pengamatan dengan nilai kelimpahan tertinggi. Kelimpahan siput laut tertinggi ada di Zona Inti dangkal sebanyak 23 ind/200 m² yang didominasi oleh spesies *P. briareum* diikuti oleh Rumah Apung dalam, Zona Inti dalam, dan Outer Buoy dalam dengan jumlah yang sama yaitu 19 ind/200 m². Kelimpahan oleh spesies *P. briareum* disebabkan karena lokasi tersebut memiliki habitat yang lebih alami dan cocok untuk nursery ground. Ditemukan spesies karang lunak Briareum spp. dengan sebaran yang luas di Zona Inti. Siput laut *P. briareum* merupakan jenis yang berasosiasi dengan karang lunak, jenis *Briareum* spp. (Bogdanov et al., 2014; Gosliner et al., 2018). Melimpahnya *P. briareum* dapat disebabkan oleh banyaknya karang lunak yang dapat ditemukan di Zona Inti dangkal.

Melimpahnya spesies *P. pustulosa* di suatu perairan merupakan temuan yang umum. Penemuan *P. pustulosa* yang melimpah juga terjadi di Kepulauan Bangka, Sulawesi Utara. Kelimpahan spesies tersebut sangat tinggi dan sebarannya sangat luas (Papu et al., 2020). Jenis *P. pustulosa* merupakan spesies yang memakan sponge (Bogdanov et al., 2020). Keberadaan spesies *Phyllidiella pustulosa* memiliki korelasi positif terhadap keberadaan Porifera (Sari & Aunurohim, 2013). Secara visual, di perairan Bangsring dengan kedalaman lebih dari 10 meter terdapat lebih sedikit tutupan karang daripada perairan dangkal (<10 m) dan terjadi penurunan kecerahan yang berdampak pada penetrasi cahaya. Karang dan sponge merupakan biota bentik kompetitor, oleh karena itu perairan yang lebih dalam dimana penetrasi cahaya semakin melemah dapat menguntungkan biota bentik kompetitor selain karang seperti sponge, sebaliknya perairan yang lebih dangkal memiliki ketersediaan cahaya yang cukup untuk pertumbuhan karang seperti *Briareum* spp. Namun demikian hal tersebut memerlukan penelitian lebih lanjut mengenai struktur komunitas bentik di Perairan Bangsring untuk mengetahui persebaran sponge yang menjadi biota asosiasi siput laut jenis *P. pustulosa*.

Tabel 2. Jumlah Jenis, Indeks Keanekaragaman, Kelimpahan Dan Substrat Dasar Perairan

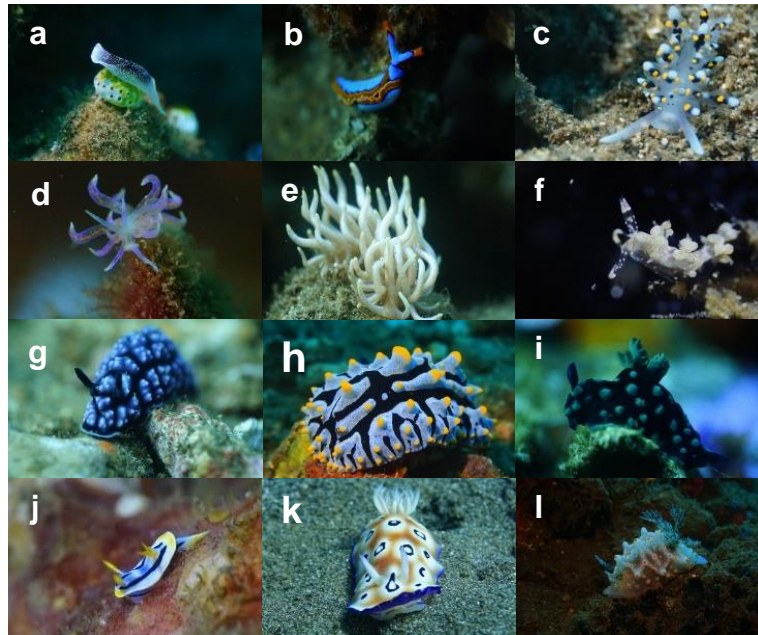
Lokasi Penyelaman	Kategori	H'	A (ind/200 m ²)	Substrat Dasar Perairan
Rumah Apung	Dalam	4,0	19	Pasir Belumpur
	Dangkal	4,2	12	Pasir Berlumpur
Zona Inti	Dalam	3,7	19	Pasir Berlumpur dan Rubble
	Dangkal	2,9	23	Pasir Berlumpur dan Rubble
Karang Alami	Dangkal	2,3	2	Pasir dan Rubble
Outer Buoy	Dalam	3,7	19	Pasir Berlumpur
	Dangkal	3,0	9	Pasir Berlumpur
Bangsring Utara	Dalam	3,1	5	Pasir Berlumpur
	Dangkal	2,8	3	Pasir Berlumpur

Lokasi Penyelaman	Kategori	H'	A (ind/200 m ²)	Substrat Dasar Perairan
Tabuhan Utara	Dalam	2,7	3	Pasir dan <i>Rubble</i>
	Dangkal	3,2	4	Pasir dan <i>Rubble</i>
Tabuhan Selatan	Dangkal	1,0	1	Pasir dan <i>Rubble</i>
Tabuhan Timur	Dangkal	1,6	1	Pasir dan <i>Rubble</i>
Tabuhan Barat	Dangkal	1,6	1	Pasir dan <i>Rubble</i>

Pembahasan

Total jumlah spesies siput laut yang ditemukan dalam survei ini lebih tinggi dari Tulamben sebanyak 31 spesies (Marchel *et al.*, 2021) Sangehe sebanyak 23 jenis (Undap *et al.*, 2019), Selat Lembeh sebanyak 27 jenis (Ompi *et al.*, 2019), Karimun Jawa sebanyak 5 jenis (Kusuma *et al.*, 2013) dan lebih rendah dari pengamatan Bunaken dengan lebih dari 200 spesies (Burghardt *et al.*, 2006; Eisenbarth *et al.*, 2018; Kaligis *et al.*, 2018) di Ambon sebanyak 138 jenis (Yonow & Jensen, 2018) dan Kepulauan Bangka yang ditemukan oleh (Papu *et al.*, 2020) sebanyak 150 jenis dengan survey selama 1 tahun. Jumlah spesies siput laut yang ditemukan di luar perairan Indonesia yaitu di Pulau Koh Tao, Thailand berjumlah 115 spesies (Mehrotra *et al.*, 2021; Mehrotra & Scott, 2016), di Kepulauan Mergui Selatan, Myanmar sebanyak 43 spesies (Sanpanich & Duangdee, 2018) dan di pesisir Pakistan berjumlah 15 spesies (Gul, 2019). Jumlah Nudibranchia saja pada penelitian ini lebih tinggi dari Teluk Humbolt, Kota Jayapura sebanyak 14 jenis (Paulangan *et al.*, 2021) Malalayang sebanyak 11 jenis Nudibranchia Desa Teep Minahasa Selatan sebanyak 10 jenis (Pungus *et al.*, 2017), perairan Desa Waleo, Laut Maluku sebanyak 4 spesies dan Desa Kalasey, Laut Sulawesi sebanyak 4 spesies (Purba *et al.*, 2013), dan Pesisir Kerala, India sebanyak 15 spesies (Sneha Chandran *et al.*, 2017). Beberapa lokasi seperti Selat Lembeh, Tulamben, Bunaken, Ambon, Papua, dan Koh Tao Thailand merupakan destinasi wisata selam yang populer karena siput lautnya. Bangsring Underwater dan Pulau Tabuhan memiliki potensi wisata dilihat dari kelimpahan dan keanekaragaman spesies siput lautnya. Beberapa jenis spesies yang ditemukan dalam penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2.

Nilai keanekaragaman tertinggi terdapat di Rumah Apung dangkal ($H'=4,2$). Nilai keanekaragaman yang diperoleh dari penelitian ini ditampilkan pada Tabel 2. Rumah Apung dangkal hanya memiliki nilai kelimpahan sebesar 12 ind/200 m², namun kelimpahan tiap spesies tidak menunjukkan adanya dominasi oleh spesies tertentu. Rendahnya kekayaan siput dapat dipengaruhi oleh lingkungan perairan. Lokasi Karang Alami memiliki topografi flat dan lebih terpengaruh oleh arus Selat Bali dengan indeks $H'=2,3$ dan kelimpahan 2 ind/200 m². Keadaan lingkungan dan habitat mempengaruhi biota gastropod (Jörger *et al.*, 2014) dan siput laut memiliki resiko terbawa oleh gelombang dan arus yang akan memindahkannya jauh dari tempat semula (Wyeth & Willows, 2006). Begitu pula dengan Pulau Tabuhan berlokasi tepat di perairan Selat Bali dengan kondisi perairan yang dinamis. Nilai Kelimpahan dan keanekaragaman di Pulau Tabuhan yang lebih rendah dari Perairan Bangsring dapat juga disebabkan oleh substrat dasar perairan yang didominasi oleh rubble (patahan karang) sehingga sulit untuk menemukan siput laut. Jenis substrat pasir dan lumpur lebih memberikan kemudahan dalam menemukan siput laut. Sedimentasi tidak memiliki pengaruh terhadap kelimpahan siput laut nudibranch. Jumlah spesies dan kelimpahan yang ditemukan saat ini dapat lebih sedikit dari yang seharusnya (underestimation) (Sabdonno *et al.*, 2021). Aktivitas penyelaman yang ada di kawasan juga dapat mempengaruhi keberadaan biota. Tingginya aktivitas penyelaman berpeluang merusak habitat atau ekosistem secara sengaja atau tidak sengaja (Muhidin *et al.*, 2017). Keberadaan substrat menjadi penting untuk siput laut sebagai tempat berlindung, tempat hidup, dan tempat mencari makan (Kaligis *et al.*, 2018; Ompi *et al.*, 2019) seperti alga, dead coral with algae, spons, karang, dan tunikata (Marpaung *et al.*, 2019). Siput laut juga menjadi sulit ditemukan karena sifat cryptic dari siput laut (Giglio *et al.*, 2015), spesies yang hanya aktif malam hari dapat lebih sulit ditemukan (Clark, 1975). Penelitian mengenai biodiversitas terutama siput laut membutuhkan survey yang dilakukan pada setiap musim dan setiap waktu siang dan malam (Larkin *et al.*, 2018).



Gambar 1. Spesies siput laut yang ditemukan di Bangsring Underwater dan Pulau Tabuhan. Ordo Cephalaspidea: (a) *Celidonura amoena*. Ordo Sacoglossa: (b) *Thuridilla albopustulosa*, (c) *Stiliger* sp. 1. Ordo Nudibranchia: (d) *Phyllodesmium undulatum*, (e) *Phyllodesmium briareum*, (f) *Cratena simba*, (g) *Phyllidiella pustulosa*, (h) *Phyllidia varicosa*, (i) *Nembrotha cristata*, (j) *Chromodoris annae*, (k) *Goniobranchus leopardus*, (l) *Halgerda batangas*..

4. SIMPULAN

Nilai kelimpahan, keanekaragaman, dan kemunculan spesies yang diperoleh relatif tinggi, namun hanya terbatas pada kelompok siput laut dari ordo Nudibranchia, Sacoglossa, dan Cephalaspidea. Informasi yang diperoleh juga hanya terbatas pada pengamatan di siang hari. Meskipun pendataan spesies masih akan terus berlangsung untuk pendataan jumlah spesies dan sebarannya, pengamatan pada malam hari sama pentingnya dengan siang hari dimana banyak spesies yang aktif malam hari. Informasi siput laut dan sebarannya dalam penelitian ini dapat berguna untuk wisata selam yang sedang berkembang dimana siput laut menjadi objek wisata.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih untuk semua pengurus kawasan wisata Bangsring Underwater, Kelompok Nelayan Samudera Bakti, BUNDER Dive Center, Dive Wonderful Indonesia, BPPM Universitas Brawijaya, dan Sekolah Selam Indonesia yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penelitian di lapangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adiwijaya, C., Bengen, D. G., & Zamani, N. P. (2021). Coral reefs substrate composition influence on nudibranch diversity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 771(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/771/1/012009>.
- Andrimida, A. (2021). Inventarisasi Berilustrasi Siput Laut (Gastropoda: Heterobranchia) Di Selat Sempu, Indonesia. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 9(3), 190–202. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2021.009.03.03>.
- Andrimida, A., & Hermawan, R. (2020). Assessing cryptic marine fauna diversity as underwater macrophotography (UMP) objects in Sempu Strait, Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 153, 1–13. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015301001>.
- Arifin, Z., Yulianda, F., & Imran, Z. (2019). Analisis keanekaragaman biota laut sebagai daya tarik wisata. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(2), 335–346. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v11i2.23383>.
- Aunurohim, Saptarini, D., & Raraswati, I. (2010). Keanekaragaman Nudibranchia di Perairan Pasir Putih Situbondo. *Berkala Penelitian Hayati Edisi Khusus*, 4F, 1–7.

- Behrens, D. W. (2005). *Nudibranch Behavior* (P. Humann & N. DeLoach (eds.); 1st ed.). New World Publications, Inc.
- Bogdanov, A., Kehraus, S., Bleidissel, S., Preisfeld, G., Schillo, D., Piel, J., Brachmann, A. O., Wägele, H., & König, G. M. (2014). Defense in the Aeolidoidean Genus *Phyllodesmium* (Gastropoda). *Journal of Chemical Ecology*, 40(9), 1013–1024. <https://doi.org/10.1007/s10886-014-0496-z>.
- Bogdanov, A., Papu, A., Kehraus, S., Cruesemann, M., Wagele, H., & König, G. M. (2020). Metabolome of the phyllidiella pustulosa species Complex (Nudibranchia, Heterobranchia, Gastropoda) reveals rare dichloroimidic sesquiterpene derivatives from a phylogenetically distinct and undescribed clade. *Journal of Natural Products*, 83(9), 2785–2796. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.0c00783>.
- Burghardt, I., Carvalho, R., Eheberg, D., Gerung, G., Kaligis, F., Mamangkey, G., Schrödl, M., Schwabe, E., Vonnemann, V., & Wägele, H. (2006). Molluscan diversity at Bunaken National Park, Sulawesi. *Journal of the Zoological Society Wallacea*, 2(January), 29–43.
- Chang, Y.-W., Chen, T.-C., Willan, R. C., Mok, H.-K., & Yu, M.-H. (2013). Diel variation affects estimates of biodiversity and abundance of nudibranch (Gastropoda) faunas. *The Nautilus*, 127(1), 19–28.
- Chavanich, S., Viyakarn, V., Sanpanich, K., & Harris, L. G. (2013). Diversity and occurrence of nudibranchs in Thailand. *Marine Biodiversity*, 43(1), 31–36. <https://doi.org/10.1007/s12526-012-0141-4>.
- Clark, K. (1975). Nudibranch life cycles in the north-west Atlantic and their relationship to the ecology of fouling communities. *Helgol Wiss Meeresunters*, 27, 28–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF01611686>.
- Eisenbarth, J. H., Undap, N., Papu, A., Schillo, D., Dialao, J., Reumschüssel, S., Kaligis, F., Bara, R., Schäberle, T. F., König, G. M., Yonow, N., & Wägele, H. (2018). Marine Heterobranchia (Gastropoda, Mollusca) in Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia-A follow-up diversity study. *Diversity*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/d10040127>.
- Fisch, K. M., Hertzner, C., Hringer, N. B., Wuisan, Z. G., Schillo, D., Bara, R., Kaligis, F., Gele, H. W., König, G. M., & Schäberle, T. F. (2017). The potential of Indonesian heterobranchs found around bunaken island for the production of bioactive compounds. In *Marine Drugs* (Vol. 15, Issue 12). <https://doi.org/10.3390/md15120384>.
- Giglio, V. J., Luiz, O. J., & Schiavetti, A. (2015). Marine life preferences and perceptions among recreational divers in Brazilian coral reefs. *Tourism Management*, 51, 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2015.04.006>.
- Gosliner, T. (1993). Biodiversity of tropical opisthobranch gastropod fauna. In R. Richmond (Ed.), *Proceedings of the 7th International Coral Reef Symposium Vol. 2* (pp. 702–709). University of Guam Press.
- Gosliner, T., Valdes, A., & Behrens, D. W. (2018). *Nudibranch and Sea Slug Identification Indo-Pacific* (2nd ed.). New World Publications, Inc.
- Gul, S. (2019). New records of nudibranchs (Gastropoda: Heterobranchia) from the coast of Pakistan (Northern Arabian Sea). *The Festivus*, 51(2), 114–124. <https://doi.org/10.54173/f512114>.
- Hubner, G. (2011). Nudibranch neighborhood: the distribution of two nudibranch species (*Chromodoris lochi* and *Chromodoris* sp.) In Cook's Bay, Mo'orea, French Polynesia. *UC Berkeley, Student Research Papers*.
- Jensen, K. R. (2013). *Sea slugs – divers' favorites, taxonomists' problems*. 1(2), 100–110.
- Jörger, K., Brenzinger, B., Neusser, T., Martynov, A., Wilson, N., & Schrödl, M. (2014). Panpulmonate habitat transitions: tracing the evolution of Acochlidia (Heterobranchia, Gastropoda). *BioRxiv*, 010322. <https://doi.org/10.1101/010322>.
- Kaligis, F., Eisenbarth, J. H., Schillo, D., Dialao, J., Schäberle, T. F., Böhringer, N., Bara, R., Reumschüssel, S., König, G. M., & Wägele, H. (2018). Second survey of heterobranch sea slugs (Mollusca, Gastropoda, Heterobranchia) from Bunaken National Park, North Sulawesi, Indonesia - How much do we know after 12 years? *Marine Biodiversity Records*, 11(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s41200-018-0136-3>.
- Krebs, C. (1989). *Ecological Methodology*. Harper and Row Publisher.
- Kusuma, R. C., Ruswahyuni, -, & Subiyanto, -. (2013). Kelimpahan Nudibranchia Pada Karang Bercabang Dan Karang Batu Di Pantai Pancuran Belakang Pulau Karimunjawa Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 2(3), 273–281. <https://doi.org/10.14710/marj.v2i3.4224>.
- Larkin, M. F., Smith, S. D. A., Willan, R. C., & Davis, T. R. (2018). Diel and seasonal variation in heterobranch sea slug assemblages within an embayment in temperate eastern Australia. *Marine Biodiversity*, 48(3), 1541–1550. <https://doi.org/10.1007/s12526-017-0700-9>.
- Marchel, Zahida, F., & Yuda, I. P. (2021). Keanekaragaman dan Kelimpahan Nudibranchia di Perairan Tulamben, Bali (Species Diversity and Abundance of Nudibranchia in Tulamben Waters, Bali). *Jurnal Moluska Indonesia*, 5(1), 34–41.

- Marpaung, Y. S. P. H., Ompi, M., Manembu, I., Roeroe, K. A., Mamangkey, N. G. F., & Lumingas, L. (2019). Keragaman Substrat Bagi Nudibranch Di Selat Lembeh. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 7(2), 79. <https://doi.org/10.35800/jplt.7.2.2019.24144>.
- Mehrotra, R., Gutiérrez, M. A. C., Scott, C. M., Arnold, S., Monchanin, C., Viyakarn, V., & Chavanich, S. (2021). An updated inventory of sea slugs from koh tao, thailand, with notes on their ecology and a dramatic biodiversity increase for thai waters. *ZooKeys*, 1042, 73–188. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1042.64474>.
- Mehrotra, R., & Scott, C. M. (2016). Species inventory of sea slugs (Gastropoda: Heterobranchia) for Koh Tao, Thailand, with 25 first records for Thai waters. *Marine Biodiversity*, 46(4), 761–771. <https://doi.org/10.1007/s12526-015-0424-7>.
- Muhidin, ., Yulianda, F., & Zamani, N. P. (2017). Impact of Snorkeling and Diving To Coral Reef Ecosystem. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1), 315–326. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v9i1.17944>.
- Muzaki, F. K., & Dian, S. (2011). Keanekaragaman Ophisthobranchia di Ekosistem Terumbu Karang di Selat Madura. *Makalah Kongres Dan Seminar Mataki. Jakarta*.
- Ompi, M., Lumoindong, F., Undap, N., Papu, A., & Wägele, H. (2019). Monitoring marine heterobranchia in lembeh strait, north sulawesi (Indonesia), in a changing environment. *AAFL Bioflux*, 12(2), 664–677.
- Papu, A., Undap, N., Martinez, N. A., Segre, M. R., Datang, I. G., Kuada, R. R., Perin, M., Yonow, N., & Wägele, H. (2020). First study on marine heterobranchia (Gastropoda, Mollusca) in Bangka Archipelago, North Sulawesi, Indonesia. *Diversity*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/d12020052>.
- Paulangan, Y. P., Supoyo, A. S., & Kalor, J. D. (2021). Indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominasinudibranch di perairan Teluk Humbolt Kota Jayapura PapuaIndonesia. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 05(1).
- Pungus, F., Kaligis, G., & Ompi, M. (2017). Status Nudibranchia di perairan pantai Desa Teep Minahasa Selatan dan selat Lembeh Bitung. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 5(2), 39. <https://doi.org/10.35800/jplt.5.2.2017.15919>.
- Purba, A., Kusen, J. D., & Mamangkey, N. G. F. (2013). Community structure of nudibranchs (Gastropoda) at Coastal Waters of Waleo Village (Mollucas Sea) and Kalasey Village (Manado Bay, Sulawesi Sea). *Aquatic Science & Management*, 1(1), 21. <https://doi.org/10.35800/jasm.1.1.2013.1964>.
- Sabdon, A., Radjasa, O. K., Trianto, A., Sibero, M. T., Martynov, A., & Kristiana, R. (2021). an Ecological Assessment of Nudibranch Diversity Among Habitats Receiving Different Degrees of Sedimentation in Jepara Coastal Waters, Indonesia. *International Journal of Conservation Science*, 12(1), 291–302.
- Sanpanich, K., & Duangdee, T. (2018). A survey of marine mollusc diversity in the Southern Mergui Archipelago, Myanmar. *Phuket Marine Biological Center Research Bulletin*, 75(January), 45–60.
- Sari, L., & Anurohim, A. (2013). Korelasi Komunitas Nudibranchia dengan Komunitas Porifera di perairan Pasir Putih, Situbondo. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 2(2), 1–6. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v2i2.4168>.
- Sneha Chandran, B. K., Shrinivaasu, S., Ravinesh, R., Robert, P., Aneesha, A. B., & Biju Kumar, A. (2017). Opisthobranch (Mollusca: Gastropoda) fauna of Kerala, India: A citizen science initiative. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 59(1), 49–58. <https://doi.org/10.6024/jmbai.2017.59.1.1970-08>.
- Sreeraj, C., Chandrakasan, S., & Raghunathan, C. (2013). Species Diversity and Abundance of Opisthobranch Molluscs (Gastropoda: Opisthobranchia) in the Coral Reef Environments of Andaman and Nicobar Islands, India. *Ecology and Conservation of Tropical Marine Faunal Communities*, 81–106. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-38200-0_6.
- Su, Y., Huang, L. J., Chang, Y. W., & Mok, H. K. (2009). Temporal changes in nudibranch composition at a coastal site off Penghu (the Pescadores) in the Taiwan Strait. *Zoological Studies*, 48(4), 448–459.
- Undap, N., Papu, A., Schillo, D., Ijong, F. G., Kaligis, F., Lepar, M., Hertzner, C., Böhringer, N., König, G. M., Schäberle, T. F., & Wägele, H. (2019). First survey of heterobranch sea slugs (Mollusca, gastropoda) from the island sangihe, north sulawesi, indonesia. *Diversity*, 11(9), 1–32. <https://doi.org/10.3390/d11090170>.
- Valdes, A. (2010). *Chapter 8. Opisthobranchs. January*.
- Wägele, H., & Klussmann-Kolb, A. (2005). Opisthobranchia (Mollusca, Gastropoda) - More than just slimy slugs. Shell reduction and its implications on defence and foraging. *Frontiers in Zoology*, 2, 1–18. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-2-3>.
- Wägele, H., Klussmann-Kolb, A., Verbeek, E., & Schrödl, M. (2014). Flashback and foreshadowing - A review of the taxon Opisthobranchia. *Organisms Diversity and Evolution*, 14(1), 133–149. <https://doi.org/10.1007/s13127-013-0151-5>.

- Wyeth, R. C., & Willows, A. O. D. (2006). Field behavior of the nudibranch mollusc *Tritonia diomedea*. *Biological Bulletin*, 210(2), 81–96. <https://doi.org/10.2307/4134598>.
- Yonow, N., & Jensen, K. R. (2018). Results of the rumphius biohistorical expedition to Ambon (1990). Part 17. The cephalaspidea, anaspidea, pleurobranchida, and sacoglossa (mollusca: Gastropoda: Heterobranchia). *Archiv Fur Molluskenkunde*, 147(1), 1–48. <https://doi.org/10.1127/arch.moll/147/001-048>.