

Keanekaragaman dan Kelimpahan Nudibranch di Pantai Penimbangan Buleleng Bali

Jasmine Masyitha Amelia¹, I Nyoman Dodik Prasetya², Gede Iwan Setiabudi²

¹Program Studi Akuakultur, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja

²Program Studi Budidaya Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja
Jl. Udayana, Singaraja, Bali 81116 Indonesia

Corresponding author, e-mail: jasmine.masyitha@undiksha.ac.id

ABSTRAK: Pantai Penimbangan terletak Desa Baktiseraga, Kecamatan Buleleng merupakan kawasan pusat kota Kabupaten Buleleng, Bali yang memiliki hamparan pasir hitam. Kegiatan konservasi penyu di kawasan ini meningkatkan gairah masyarakat dalam menjaga kelestarian ekosistem terumbu karang. Salah satu biota yang berinteraksi di ekosistem terumbu karang adalah nudibranch. Keberadaan nudibranch di Pantai Penimbangan diharapkan mampu menjadi alternatif potensi wisata yang bisa dikembangkan, sehingga antusiasisme masyarakat untuk menjaga kelestarian ekosistem pesisir akan terus terjaga. Penelitian bertujuan untuk memperkuat data dasar ekologi tentang keanekaragaman dan kelimpahan nudibranch. Penelitian populasi nudibranch dinilai dengan *sensus visual* mengikuti *line intercept transect*. Penelitian nudibranch di Pantai Penimbangan menunjukkan bahwa terdapat 12 famili yaitu Chromodorididae, Phyllidiidae, Discodorididae, Aeolidiidae, Elysiidae, Aglajidae, Bornellidae, Facelinidae, Flabellinidae, Hexabanchidae, Limapontiidae, dan Pleurobranchidae, dengan 42 jenis. Kelompok Chromodorididae dan Phyllidiidae adalah kelompok yang umum dijumpai di Perairan Pantai Penimbangan. Kedua kelompok ini memanfaatkan patahan karang yang menjadi substrat perairan sebagai tempat berlindung. Komposisi substrat sangat menentukan kekayaan nudibranch, kategori substrat yang menentukan keberadaan nudibranch adalah *dead coral with alga*, *sponge*, dan *hard coral*. Tingginya persentase *dead coral with alga*, dan *sponge* berbanding lurus dengan keanekaragaman nudibranch, dan *hard coral* berbanding terbalik dengan keanekaragaman nudibranch. Kriteria indeks keanekaragaman tinggi dengan nilai 2,6199, Indeks keseragaman 0,7055 dan nilai dominansi 0,0342. Tingkat kelimpahan tertinggi pada jenis *Hypselodoris tryoni*.

Kata kunci: Konservasi; Potensi Wisata; Substrat

ABSTRACT: Penimbangan Beach is located in Baktiseraga Village, Buleleng District, which is the downtown area of Buleleng Regency, Bali which has a stretch of black sand. Turtle conservation activities in this area increase the enthusiasm of the community in preserving the coral reef ecosystem. One of the biota that interacts in the coral reef ecosystem is the nudibranch. The existence of nudibranchs at Penimbangan Beach is expected to be an alternative tourism potential that can be developed, so that public enthusiasm for preserving coastal ecosystems will continue to be maintained. This study aims to strengthen the basic ecological data on the diversity and abundance of nudibranchs. The study of the nudibranch population was assessed by visual census following the line intercept transect. Research on nudibranchs at Penimbangan Beach showed that there were 12 families namely Chromodorididae, Phyllidiidae, Discodorididae, Aeolidiidae, Elysiidae, Aglajidae, Bornellidae, Facelinidae, Flabellinidae, Hexabanchidae, Limapontiidae, and Pleurobranchidae, with 42 species. Chromodorididae and Phyllidiidae groups are common groups found in Penimbangan Beach. Both of these groups take advantage of coral fractures which become the substrate of the waters as a shelter. Substrate composition greatly determines the richness of nudibranchs, the substrate categories that determine the presence of nudibranchs are dead coral with algae, sponges, and hard corals. The high percentage of dead coral with algae, and sponges is directly proportional to nudibranch diversity, and hard coral is inversely proportional to nudibranch diversity. The criteria for the high diversity index are 2.6199, the uniformity index is 0.7055 and the dominance value is 0.0342. The highest abundance level was in *Hypselodoris tryoni*.

Keywords: Conservation; Tourism Potential; Substrate

PENDAHULUAN

Pantai Penimbangan terletak Desa Baktiseraga, Kecamatan Buleleng merupakan kawasan pusat kota Kabupaten Buleleng, Bali yang memiliki hamparan pasir hitam. Pantai Penimbangan bertransformasi dari kondisi yang tidak terawat menjadi destinasi wisata, khususnya wisata kuliner pada malam hari. Transformasi terjadi diawali dari kesadaran masyarakat untuk menjaga kelestarian penyu yang memanfaatkan Pantai Penimbangan sebagai tempat pendaratan untuk bertelur. Beberapa kali ditemukan penyu melakukan pendaratan meskipun suasana pantai pada waktu malam hari yang sedang ramai aktivitas wisata.

Kegiatan konservasi penyu meningkatkan gairah masyarakat dalam menjaga kelestarian ekosistem terumbu karang yang ada di Pantai Penimbangan. Keberadaan ekosistem terumbu karang yang memiliki ciri khas Pulau Bali bagian Utara menjadi bagian yang potensial untuk dikembangkan. Hal yang menarik dari ekosistem terumbu karang Pantai Penimbangan adalah adanya laporan ditemukannya beberapa jenis nudibranch. Terumbu karang adalah salah satu ekosistem yang paling beragam secara biologis di dunia, namun sedikit yang diketahui tentang proses menciptakan dan memelihara keragaman nudibranch, penelitian menunjukkan hasil berkontribusi pada meningkatnya dukungan untuk pentingnya diversifikasi ekologi di lingkungan laut dan memberikan bukti untuk spesies baru dalam genus *Tenellia* (Fritts-Pennimana *et al.*, 2019)

Terumbu karang adalah salah satu ekosistem yang paling beragam secara biologis di dunia, namun sedikit yang diketahui tentang proses menciptakan dan memelihara keragaman nudibranch, penelitian menunjukkan pentingnya diversifikasi ekologi di lingkungan laut dan memberikan bukti untuk spesies baru dalam genus *Tenellia* (Fritts-Pennimana *et al.*, 2019) Ekosistem terumbu karang menyediakan substrat berfungsi sebagai habitat dan sumber makanan bagi nudibranch. Kekayaan nudibranch sangat ditentukan oleh komposisi substrat (Adiwijaya *et al.*, 2021) Kelangsungan hidup nudibranch yang hidup di sedimentasi tinggi mungkin disebabkan oleh menyediakan lebih banyak ruang untuk makan (Sabdono, *et al.*, 2021) Nudibranch adalah inang yang relevan karena menunjukkan berbagai macam hubungan dengan Symbiodiniaceae yang mulai dari predasi hingga asosiasi mutualistik. (Monteiro *et al.*, 2019)

Nudibranch adalah gastropoda yang halus, berwarna, dan bertubuh lunak moluska. Mereka dicirikan dengan memiliki cangkang dan rongga mantel yang berkurang atau seluruhnya tidak ada, memiliki rinofor adalah karakter taksonomi yang penting, karena struktur eksternal digunakan ketika menggambarkan spesies (Lisova dan Vortsepneva, 2022) . Nudibranch memanfaatkan beragam pertahanan kimia, hal ini ditemukan pada *Chromodorididae nudibranchs*, di mana: 1) memiliki mantel yang lebih banyak atau berbeda senyawa daripada bagian dalam tubuh; 2) semua senyawa di mantel juga ada di bagian dalam tubuh; dan 3) mantel memiliki lebih sedikit senyawa daripada bagian dalam tubuh dan secara selektif menyimpan senyawa tunggal, seperti jenis *Chromodoris sp.* (Winters, *et al.*, 2018)

Nudibranch mewakili kelompok model yang menarik untuk mempelajari evolusi alat makan dan mode makan, yang dicirikan oleh kompleks bukal khusus dalam kombinasi dengan diet yang sangat beragam preferensi dan melipatgandakan pergeseran mangsa dalam sejarah evolusi. Remaja dan dewasa bersaing untuk mendapatkan sumber makanan, tetapi persaingan dihaluskan karena karakteristik pertumbuhan spesies mangsa dan siklus hidup (Mikhлина *et al.*, 2020) Sebagian besar nudibranch makan pada hewan sesil seperti spons, bryozoa, dan cnidaria, genus nudibranch *Gymnodoris stimpson*, 1855 mengembangkan gaya hidup yang lebih aktif dan predator, termasuk pemangsaan siput laut, kanibalisme, dan anehnya, sirip ikan parasitisme (Knutson dan Gosliner, 2022)

Nudibranch merupakan ordo terbesar dari Opisthobranchia yang diketahui memiliki sekitar kurang lebih 3.000 jenis. Nudibranch ditemukan di seluruh dunia, menempati a berbagai habitat, dari perairan tropis laut hingga Samudra Arktik dalam yang dingin (Dionisio, *et al.*, 2013) memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi dengan karakter morfologi yang kompleks dan menantang untuk diidentifikasi pada tingkat spesies (Dharmawan, *et al.*, 2021). Nudibranch merupakan penting komponen ekosistem laut bentik dan dapat umumnya ditemukan merumput di substrat,

dalam asosiasi dengan karang, memakan makroalga, atau merangkak batuan atau pada substrat lainnya (Behrens dan Valdes, 2004). Keanekaragaman dan struktur komunitas Nudibranch dapat menjadi indikator kesehatan suatu ekosistem. (Paulangan *et al.*, 2021) Identifikasi jenis adalah prosedur kunci untuk ekologi, filogeografi dan studi evolusi (Korshunova *et al.*, 2021)

Penelitian tingkat keanekaragaman, pemetaan berbagai jenis dan kelimpahan nudibranch menunjukkan: 1. Perairan Tulamben ditemukan 31 spesies dari 15 famili yaitu Chromodoridae, Dorididae, Elysiidae, Facelinidae, Flabellinidae, Goniodorididae, Halgerdidae, Hexabanchidae, Phyllidiidae Polyceridae, Unidentiidae, Hydatinidae, Costasiellidae, Elysiidae, dan Limapontiidae. Sedangkan dengan metode transek didapatkan 12 spesies yang terdiri dari 6 famili yaitu Chromodoridae, Facelinidae, Phyllidiidae Aglajidae, Costasiellidae dan Elysiidae (Marchel *et al.*, 2021); 2. Perairan Pesisir Jepara tergolong ke dalam 4 famili dari mana 6 spesies diidentifikasi. *J. funebris* Kelaart, 1859 paling dominan (Sabdon, *et al.*, 2021); 3. Perairan Desa Teep Minahasa Selatan ada 10 spesies yaitu *Chromodoris annae*, *Dorisprismatica atromarginata*, *Glossodoris cincta*, *Goniobranchus reticulatus*, *Nembrotha kubaryana*, *Phyllidia coelestis*, *P. hyllidia picta*, *P. varicosa*, *P. nigra*, *P. pustulosa* dan Perairan Selat Lembah ada 11 spesies yaitu *Chromodoris annae*, *Discodoris boholiensis*, *Goniobranchus hintuanensis*, *G. verrieri*, *Hypselodoris sp*, *H. infucata*, *H. tyroni*, *H. zephyra*, *Phyllidia picta*, *Phyllidiela pustulosa*, *Tambja gabriela*. (Pungus *et al.*, 2017)

Keberadaan nudibranch di Pantai Penimbangan diharapkan mampu menjadi alternatif potensi wisata yang bisa dikembangkan, sehingga antusiasisme masyarakat untuk menjaga kelestarian ekosistem pesisir akan terus terjaga. Hal ini menjadi dasar penelitian keanekaragaman dan kelimpahan nudibranch di Pantai Penimbangan yang bertujuan untuk memperkuat data dasar ekologi tentang keanekaragaman dan kelimpahan nudibranch, sehingga dapat digunakan dalam pengelolaan kawasan pesisir yang lestari. Secara ekologi, ekonomi dan sosial diharapkan mampu menjadi sendi terciptanya tatanan kehidupan yang berbasis kelestarian pesisir dan laut.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan pada Bulan September 2020 – Juli 2021 di Pantai Timur Pura Penimbangan, Buleleng, Bali. Penelitian dibantu oleh Kelompok Masyarakat Pengawas (POKMASWAS) Penimbangan Lestari.

Penelitian populasi nudibranch dinilai dengan *visual sensus* yang dilakukan sepanjang 100 meter transek. Transek disensus menggunakan alat SCUBA yang bersamaan dengan *line intercept transect* untuk mendata tutupan karang hidup. Metode ini adalah salah satu metode kuantitatif yang paling umum dan metode pengambilan sampel kualitatif yang digunakan dalam survei terumbu karang. mengacu pada English *et al.* (1994)

Nudibranch yang ditemukan di sepanjang transek garis didata dan didokumentasikan dengan kamera bawah air untuk diidentifikasi menggunakan buku identifikasi Nudibranch and Sea Snails Indo-Pacific Field Guide” (Debelius 2004) dan secara online melalui www.seaslugforum.net. Pengukuran parameter umum perairan dilaksanakan dengan pengambilan data suhu, salinitas, kecerahan, derajat keasaman (pH), dan substrat secara *purposive sampling*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian nudibranch di Pantai Penimbangan menunjukkan bahwa terdapat 12 famili nudibranch dengan 42 jenis. Famili Chromodorididae merupakan kelompok yang paling banyak dijumpai jenisnya, yaitu 19 jenis, yang kemudian dilanjutkan dengan: 1. Kelompok Phyllidiidae dengan 9 jenis; 2. Discodorididae dengan 3 jenis; 3. Aeolidiidae dan Elysiidae dengan 2 jenis dan 4. Kelompok Aglajidae, Bornellidae, Facelinidae, Flabellinidae, Hexabanchidae, Limapontiidae, dan Pleurobranchidae, seperti yang terdapat dalam Tabel 1. Jenis Nudibranch di Pantai Penimbangan Bagian 1.

Tabel 1. Jenis Nudibranch di Pantai Penimbangan Bagian 1

Famili	Jenis	Bulan									Total
		Sep 2020	Des 2020	Jan 2021	Feb 2021	Maret 2021	April 2021	Mei 2021	Juni 2021	Juli 2021	
Chromodorididae	<i>Ceratosoma trilobatum</i>		1			1			2		4
	<i>Chromodoris africana</i>				1			1			2
	<i>Chromodoris annae</i>				1		4	3			8
	<i>Chromodoris fidelis</i>		1	1							2
	<i>Chromodoris kuniei</i>	3	6	1		2		1	1	1	15
	<i>Chromodoris magnifica</i>		2	2	1	1	1		1		8
	<i>Chromodoris quadricolor</i>			1							1
	<i>Chromodoris reticulata</i>					2		1	2		5
	<i>Glossodoris atromarginata</i>			1				1	1		3
	<i>Glossodoris hikuensis</i>							1		2	3
	<i>Goniobranchus coi</i>	2	3					1	1		7
	<i>Goniobranchus geometricus</i>			1	5	2					8
	<i>Goniobranchus hintuanensis</i>					1					1
	<i>Goniobranchus leopardus</i>						6		2	1	9
	<i>Hypselodoris apolegma</i>									1	1
	<i>Hypselodoris krakatoa</i>		1	1	2						4
	<i>Hypselodoris purpureomaculosa</i>	1									1
	<i>Hypselodoris tryoni</i>	4	6	8	6	6			6		36
	<i>Hypselodoris variobranchia</i>		1			3	4	10		2	20
	Phyllidiidae	<i>Phyllidia coelestis</i>		1		1	3		2	1	
<i>Phyllidia elegans</i>			1	1							2
<i>Phyllidia ocellata</i>			2					3			5
<i>Phyllidiella granulata</i>										1	1
<i>Phyllidiella pustulosa</i>		1				1		1		1	4
<i>Phyllidiella rudmani</i>								1			1
<i>Phyllidiopsis fissurata</i>		1			1			1			3
<i>Phyllidiopsis krempfi</i>			1					2			3
<i>Reticulidia fungia</i>										1	1
Total			12	26	17	18	28	10	31	14	10

Tabel 2. Jenis Nudibranch di Pantai Penimbangan Bagian 2

Family	Species	Bulan										Total
		Sep 2020	Des 2020	Jan 2021	Feb 2021	Maret 2021	April 2021	Mei 2021	Juni 2021	Juli 2021		
Aeolidiidae	<i>Baeolidia nodosa</i>								1			1
	<i>Berghia coerulescens</i>								1			1
Aglajidae	<i>Chelidonura pallida</i>				1							1
Bornellidae	<i>Bornella sp</i>								2		1	3
Discodorididae	<i>Halgerda carlsoni</i>	1	2		1	4			2			10
	<i>Jorunna funebris</i>							2	1	1	2	6
	<i>Asteronotus cespitosus</i>							1				1
Elysiidae	<i>Thuridilla bayeri</i>									1	1	2
	<i>Thuridilla gracilis</i>					2			1		1	4
Facelinidae	<i>Caloria indica</i>		1	1	3	1						6
Flabellinidae	<i>Flabellina exoptata</i>								1		1	2
Hexabanchidae	<i>Hexabanchus sanguineus</i>								1			1
Limapontiidae	<i>Ercolania sp</i>					1	1					2
Pleurobranchidae	<i>Pleurobranchus forskalii</i>								2			2
TOTAL		1	3	1	5	8	7	9	2	6		42

Kelompok Chromodorididae dan Phyllidiidae adalah kelompok yang umum dijumpai di Perairan Pantai Penimbangan. Kedua kelompok ini memanfaatkan patahan karang yang menjadi substrat perairan sebagai tempat berlindung. Komposisi substrat sangat menentukan kekayaan nudibranch, kategori substrat yang menentukan keberadaan nudibranch adalah dead coral with algae (DCA), sponge, dan hard coral. Tingginya persentase DCA dan spons berbanding lurus dengan keanekaragaman nudibranch, dan hard coral berbanding terbalik dengan keanekaragaman nudibranch (Sabdon, *et al.*, 2021). Keberadaan nudibranch ditentukan oleh ketersediaan makanan dan tempat menempel (Adiwijaya *et al.*, 2021)

Ekstrak mantel dan bagian dalam tubuh *Goniobranchus aureopurpureus* dan *Goniobranchus sp.* 1 memberikan 11 diterpenoid baru (1-11), yang semuanya memiliki a perancah tetrasiklik spongian-16-satu dengan oksidasi ekstensif pada C-6, C-7, C-11, C-12, C-13, dan/atau C-20. Struktur dan konfigurasi relatif diselidiki oleh eksperimen NMR, sementara sinar-X kristalografi memberikan konfigurasi absolut 1, termasuk konfigurasi 20S untuk 2-substituen metilbutanoat yang terletak di C-7. Pembedahan jaringan hewan mengungkapkan bahwa mantel dan jaringan bagian dalam tubuh yang berbeda dalam komposisi metabolitnya dengan diterpen 1-11 yang ada di mantel jaringan dari dua spesies nudibranch (Forster *et al.*, 2021)

Kelompok Phyllidiidae sering mudah terlihat di laut lingkungan karena warnanya yang mencolok dan keberadaannya yang jelas di terumbu. Kelompok ini menarik sehubungan dengan senyawa kimia pertahanannya yang dapat menyebabkan penemuan obat baru. Meskipun kelimpahan banyak tetapi dalam masalah taksonomi, sering ditemukan kesulitan dalam identifikasi jenis, karena jenis berwarna sangat mirip dan kurangnya karakter morfologi. Analisis kimia menunjukkan bahwa jenis ini menggunakan jenis sponge tertentu sebagai makanan; namun, banyak jenis menunjukkan susunan yang luas senyawa dan karena itu lebih dicirikan oleh komposisi atau profilnya daripada senyawa yang berbeda atau unik. (Papu, *et al.*, 2021)

Kelompok nudibranch yang ditemukan dalam jumlah yang relatif lebih sedikit dari kelompok pertama, terdiri dari jenis *Baeolidia nodosa*, *Berghia coerulescens*, *Chelidonura pallida*, *Bornella sp.*, *Halgerda carlsoni*, *Jorunna funebris*, *Asteronotus cespitosus*, *Thuridilla bayeri*, *Thuridill. T. gracilis*, *Caloria indica*, *Flabellina exoptata*, *Hexabranchus sanguineus*, *Ercolania sp.*, dan *Pleurobranchus forskalii*, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2. Jenis Nudibranch di Pantai Penimbangan Bagian 2

Studi hubungan pola makan antara sponge laut *Xestospongia sp.* dan predator nudibranchnya *Jorunna funebris* berdasarkan penemuan isoquinolinequinones telah lama dipelajari. Penelitian menunjukkan bahwa nudibranch mungkin mengambil bahan kimia dari spons dan kemudian memodifikasi dan mengubahnya menjadi senjata kimia untuk bertahan melawan predator (Wu *et al.*, 2021). Potensi bakteri yang bersimbiosis dengan nudibranch sebagai anti *Vibrio spp.* ditunjukkan dalam isolasi simbiosis bakteri pada 144 nudibranch yang terisolasi. Dari isolat tersebut hanya satu isolat (SM-N-3(2)/7) yang teridentifikasi memiliki kemampuan melawan *V.harveyi* dan *V. parahaemolyticus*. Isolatnya adalah bakteri batang gram negatif, berdasarkan identifikasi molekuler menggunakan 16S rRNA itu terkait erat dengan *Pseudoalteromonas piscicida* strain NBRC (99%) (Sarjito, *et al.*, 2020). Penelitian lain menunjukkan bahwa ekstrak kasar dari supernatan kultur *Pseudoalteromonas rubra* dan *V. salarius*, simbiosis dari nudibranch, memiliki aktivitas anti-MRSA, yang pasti disebabkan oleh senyawa yang diproduksi dan disekresikan oleh bakteri. Ekstrak dari *Pseudoalteromonas rubra* menunjukkan efek sitotoksik pada sel Vero (Kristiana, *et al.*, 2020). Bakteri laut merupakan sumber penting untuk penemuan produk alami yang unik dengan bioaktivitas baru, penelitian menemukan bahwa bakteri yang berasosiasi dengan nudibranch memiliki potensi untuk menghasilkan senyawa bioaktif, metagenomik masa depan dan studi metabolomik dari sistem yang belum dipelajari ini dapat mengungkapkan biosintetik baru kluster gen dan produk alami untuk membantu meningkatkan praklinis produk alami pipa (Abdelrahman, *et al.*, 2021). Hal ini membuktikan masih banyak kajian riset yang dapat dilakukan dengan keberadaan nudibranch di Pantai Penimbangan.

Kriteria indeks keanekaragaman Shannon-Weiner nudibranch di Pantai Penimbangan menunjukkan keanekaragaman tinggi dengan nilai 2,6199 dari 41 jenis. Hal ini menunjukkan komunitas perairan disusun oleh banyak jenis nudibranch. Perbandingan tentang indeks

keanekaragaman di kondisi yang hampir mirip adalah indeks keanekaragaman di Perairan Tulamben sebesar 2,27 dari 31 jenis dan tingkat kemelimpahan tertinggi didapatkan pada spesies *Pteraeolidia ianthina* dengan kelimpahan relatif sebesar 0,19% (Marchel, *et al.*, 2021).

Indeks keseragaman menunjukkan nilai 0,7055 dengan kategori komunitas labil dengan nilai dominansi 0,0342 menunjukkan dominansi rendah, dimana tidak ada salah satu jenis nudibranch yang mendominasi perairan Pantai Penimbangan.

Kondisi umum perairan Pantai Penimbangan menunjukkan kondisi perairan yang masih dalam tingkat baku mutu yang normal. Parameter suhu yang diukur menunjukkan angka di kisaran 23–25°C, merupakan suhu yang masih diambang batas normal perairan. Suhu yang paling optimal bagi pertumbuhan nudibranch adalah jika rata-rata suhu tahunannya 23-25°C dan mendekati kondisi tropis (Nybakken, 1992). Penelitian pada *Dendronotus frondosus* (Ascanius 1774) menunjukkan telur berkembang lebih lambat pada suhu 5°C daripada 11°C dan tidak berkembang melewati tahap tubuh kutub kedua pada suhu 15°C (Watt dan Aikon, 2013). Penelitian di Atlantik barat mengungkapkan bahwa sebagian besar nudibranch memiliki sensitivitas termal yang tinggi dan beberapa spesies menghilang dengan meningkatnya suhu musim panas (Clark, 1975). Suhu tampaknya menjadi ancaman terbesar bagi kelangsungan hidup nudibranch.

*Chromodoris africana**Chromodoris annae**Chromodoris kuniei**Chromodoris magnifica**Goniobranchus geometricus**Flabellina exoptata**Hypselodoris tryoni**Phyllidia coelestis**Phyllidia ocellata**Phyllidiella pustulosa**Phyllidiopsis fissurata**Reticulidia fungia*

Gambar 2. Beberapa Jenis Nudibranch di Pantai Penimbangan

Salinitas Pantai Penimbangan tercatat 32 ppt, merupakan kisaran normal Perairan Bali Utara. Keberadaan sungai yang berada di sisi Barat Pantai Timur Pura Penimbangan menjadi konsentrasi yang harus diperhatikan. Hal ini terjadi karena pada musim penghujan sungai akan membawa air tawar, sedimen, sampah, dan material lain ke perairan. Masuknya material ke dalam perairan dapat menurunkan kualitas perairan, yang berdampak kepada biota di dalamnya baik secara langsung maupun tidak langsung.

Derajat keasaman (pH) perairan berkaitan dengan pertumbuhan dan fekunditas beberapa jenis invertebrata laut (NOAH, 2020). Derajat keasaman Pantai Penimbangan menunjukkan nilai 8,2 dengan kategori normal. Pengasaman laut menjadi isu dalam dekade terakhir ini, penurunan pH yang disebabkan oleh penyerapan karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer. Reaksi yang terjadi ketika CO₂ diserap laut maka asam karbonat akan terbentuk dan ion hidrogen dilepaskan, sehingga pH air menurun menjadi lebih asam.

Keberadaan nudibranch dapat ditemukan dari kedalaman 3 – 25 meter di Pantai Penimbangan. Substrat perairan didominasi pasir hitam, berlumpur, *dead coral with algae, rubble*, dan gugusan terumbu karang yang berkelompok. Substrat yang dominan ditempati oleh nudibranch adalah *dead coral with alga*, walaupun terdapat substrat lain yaitu alga, *sponge*, tunikata dan *hard coral*. Hal ini dapat memiliki keterkaitan dengan kebiasaan makan dari masing-masing jenis nudibranch (Marpaung, *et al.*, 2019)

KESIMPULAN

Penelitian nudibranch di Pantai Penimbangan menunjukkan bahwa terdapat 12 famili yaitu Chromodorididae, Phyllidiidae, Discodorididae, Aeolidiidae, Elysiidae, Aglajidae, Bornellidae, Facelinidae, Flabellinidae, Hexabranhidae, Limapontiidae, dan Pleurobranchidae, dengan 42 jenis. Kelompok Chromodorididae dan Phyllidiidae adalah kelompok yang umum dijumpai di Perairan Pantai Penimbangan. Kedua kelompok ini memanfaatkan patahan karang yang menjadi substrat perairan sebagai tempat berlindung. Komposisi substrat sangat menentukan kekayaan nudibranch, kategori substrat yang menentukan keberadaan nudibranch adalah dead coal with alga (DCA), sponge, dan hard coral. Indeks keanekaragaman nudibranch di Pantai Penimbangan menunjukkan keanekaragaman tinggi dengan nilai 2,6199, Indeks keseragaman 0,7055 dengan kategori komunitas labil dan nilai dominansi 0,0342. Tingkat kemelimpahan tertinggi pada jenis *Hypselodoris tryoni*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami yang setulusnya kepada Bapak Gede Wiadnyana beserta semua Anggota POKMASWAS Penimbangan Lestari atas bantuan dokumentasi dan terlebih sudah menjaga Pantai Penimbangan dengan sangat baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelrahman, S.M., Patin, N.V., Hanora, A., Aboseidah, A., Desoky, S., Desoky, S.G., Stewart, F. J. & Lopanik, N.B. 2021. The natural product biosynthetic potential of Red Sea nudibranch microbiomes. *PeerJ*, 9:e.10525. DOI: 10.7717/peerj.10525
- Adiwijaya, C., Bengen, D.G., & Zamani, N.P. 2021. Coral reefs substrate composition influence on nudibranch diversity. *2nd ISTAKCOS 2020. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 771:p.012009. DOI:10.1088/1755-1315/771/1/012009
- Behrens, D.W., & Valdes, A. 2004. New species of Dendrodoris (Mollusca: Nudibranchia: Dendrodorididae) from the Pacific coast of North America. *Proceedings of the California Academy of Sciences*, 4(55):408-413.
- Clark, K.B. 1975. Nudibranch life cycles in the Northwest Atlantic and their relationship to the ecology of fouling communities. University of Connecticut Marine Research Laboratory. Noank Connecticut.

- Debelius, H. 2004. Nudibranch and Sea Snails IndoPacific Field Guide. IKAN - Unterwasserarchiv: Frankfurt.
- Dharmawan, I.G., Bengen, D.G., Setyobudiandi, I., Subhan, B., Verawati, I., Sani, L.M. & Madduppa, H. 2021. Illuminating species diversity of nudibranch in Indonesian coral reef ecosystem using molecular identification. *4th International Conference Marine Sciences (ICMS 2021)*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 944: p.012033. DOI: 10.1088/1755-1315/944/1/012033
- Dionisio, G., Rosa, R., Leal, M.C., Cruz, S., Brandao, C., Calado, G., Serodio, J. & Calado, R. 2013. Beauties and beasts: a portrait of sea slugs aquaculture. *Aquaculture*, 408:1-14. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2013.04.033
- Forster, L.C., Clegg, J.K., Cheney, K.L. & Garson, M.J. 2021. Expanding the Repertoire of Spongian-16-One Derivatives in Australian Nudibranchs of the Genus *Goniobranchus* and Evaluation of Their Anatomical Distribution. *Marine Drugs*, 19(12):p.680. DOI: 10.3390/md19120680
- Fritts-Pennimana, A.L., Goslinera, T.M., Mahardika, G.N. & Barberc, P.H. 2019. Cryptic ecological and geographic diversification in coral-associated nudibranchs. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 144: p.106698. DOI: 10.1016/j.ympev.2019.106698
- Knutson, V.L. & Gosliner, T.M. 2022. The first phylogenetic and species delimitation study of the nudibranch genus *Gymnodoris* reveals high species diversity (Gastropoda: Nudibranchia). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 171: p.107470. DOI: 10.1016/j.ympev.2022.107470
- Korshunova, T.A., Driessen, F.M., Picton, B.E. & Martynov, A.V. 2021. The multilevel organismal diversity approach deciphers difficult to distinguish nudibranch species complex. *Scientific Reports*, (11):18323. DOI: 10.1038/s41598-021-94863-5
- Kristiana, R., Bedoux, G., Pals, G., Mudianta, I.W., Taupin, L., Marty, C., Asagabaldan, M.A., yuningrum, D., Trianto, A., Bourgougnon, N., Radjasa, O.K., Sambodo, A. & Hanafi, M. 2020. Bioactivity of compounds secreted by symbiot bacteria of nudibranchs from Indonesia. *PeerJ*, 8:e8093. DOI: 10.7717/peerj.8093
- Lisova, E.D. & Vortsepneva, E.V. 2022. New data on nudibranchs rhinophore morphology and their spicule complex in *Onchidoris muricata* (Doridina, Gastropoda). *Zoologischer Anzeiger*, 296: 58-70. DOI: 10.1016/j.jcz.2021.11.003
- Marchel, Zahida, F. & Yuda, I.G. 2021. Keanekaragaman dan Kelimpahan Nudibranchia di Perairan Tulamben, Bali. *Jurnal Moluska Indonesia*, 5(1):34 - 41.
- Marpaung, Y.S., Ompi, M., Manembu, I., Roeroe, K.A., Mamangkey, N.G. & Lumingas, L. 2019. Keragaman subsrat bagi nudibranch di Selat Lembeh. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 7(2):79-89. DOI: 10.35800/jplt.7.2.2019.24144
- Mikhliina, A., Ekimova, I. & Vortsepneva, E. 2020. Functional morphology and post-larval development of the buccal complex in *Eubbranchus rupium* (Nudibranchia: Aeolidida: Fionidae). *Zoology*, 143: p.125850. DOI: 10.1016/j.zool.2020.125850
- Monteiro, E.A., Guth, A.Z., Banha, T.N., Sumida, P.Y. & Mies, M. 2019. Evidence against mutualism in an aeolid nudibranch associated with symbiodiniaceae dinoflagellates. *Spinger Nature*, 79:183–189. DOI: 10.1007/s13199-019-00632-4
- NOAH. 2020. *Ocean acidification*. National Oceanic and Atmospheric Administration
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Papu, A., Bogdanov, A., Bara, R., Kehraus, S., König, G.M., Yonow, N. & Wägele, H. 2021. Phyllidiidae (Nudibranchia, Heterobranchia, Gastropoda): an integrative taxonomic approach including chemical analyses. *Organisms Diversity & Evolution*, p.1-45. DOI: 10.1007/s13127-021-00535-7
- Paulangan, Y.P., Supoyo, A.S. & Kalor, J.D. 2021. Indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominasi nudibranch di perairan Teluk Humbolt Kota Jayapura Papua Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 5(1): 59 - 64.
- Paz-Sedano, S., Candás, M., Gosliner, T.M., & Pola, M. 2021. Undressing *Lophodoris danielsseni* (Friele & Hansen, 1878) (Nudibranchia: Goniodorididae). *Organisms Diversity & Evolution*, 21:107–117. DOI: 10.1007/s13127-020-00470-z

- Pungus, F., Kaligis, G.J. & Ompi, M. 2017. Status Nudibranchia di perairan desa teep minahasa selatan dan selat lembah bitung. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(2):39 - 46.
- Sabdon, A., Radjasa, O.K., Trianto, A., Sibero, M.T., Martynov, A. & Kristiana, R. 2021. An ecological assesment of nudibranch diversity among habitat receiving different degrees of sedimentation in Jepara coastal water, Indonesia. *International Journal of Conservation Science*, 12(1):291 - 302.
- Sarjito, Prayitno, S. B., Farisa, M.Y., Nast, R.T., Kristiana, R., Sabdaningsih, A. & Sabdon, A. 2020. Exploration of bacteria associated with Nudibranchs to control *Vibrio* spp. *The 5th International Conference on Tropical and Coastal Region Eco Development. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (530): 012031. DOI: 10.1088/1755-1315/530/1/012031
- Watt, J.L. & Aiken, R. 2003. Effect of temperature on development time in egg masses of the intertidal nudibranch, *Dendronotus frondosus* (Ascanius 1774) (Opisthobranchia, Dendronotacea). *Northeastern Naturalist*. 10(1):17-24. DOI: 10.2307/3858669.
- Winters, A.E., White, A.M., Dewi, A.S., Mudianta, I.W., Wilson, N.G., Forster, L.C., Garson, M.J. & Cheney, K.L. 2018. Distribution of Defensive Metabolites in Nudibranch Molluscs. *Journal of Chemical Ecology*, 44:384–396. DOI: 10.1007/s10886-018-0941-5
- Wu, Q., Li, S.W., de Voogd, N.J., Wang, H., Yao, L.G., Guo, Y.W. & Li, X.W. 2021. Marine alkaloids as the chemical marker for the prey–predator relationship of the sponge *Xestospongia* sp. and the nudibranch *Jorunna funebris* *Marine Life Science & Technology*, (3):375–381. DOI: 10.1007/s42995-021-00096-w