



Indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi nudibranch di perairan Teluk Humbolt Kota Jayapura Papua Indonesia

(*Diversity, Uniformity and Dominance Index of nudibranch in Humbolt Bay Water Jayapura City Papua Indonesia*)

Yunus Pajangan Paulangan^{1,2,*}, Agustinus Satrio Supoyo³, Jhon Dominggus Kalor^{1,2}

¹Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, Fakultas MIPA, Universtas Cenderawasih.

²Pusat Studi Sumberdaya Kelautan dan Perikanan (PS2KP), Universitas Cenderawasih.

³Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas MIPA, Universtas Cenderawasih.

ARTIKEL INFO

Article History

Received: 3 Februari 2021

Accepted: 4 Juni 2021

Kata Kunci:

indeks dominansi, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, Jayapura, nudibranch, Teluk Humbolt

Keywords:

diversity index, dominance index, uniformity index, Humbolt Bay, Jayapura, nudibranch

Korespondensi Author

Yunus Pajangan Paulangan, Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan, Fakultas MIPA, Universitas Cenderawasih
Email: ypaulangan@gmail.com

ABSTRAK

Nudibranch merupakan avertebrata laut dari filum moluska klas gastropoda subkelas Opisthobranchiata. Keanekaragaman dan struktur komunitas Nudibranch dapat menjadi indikator kesehatan suatu ekosistem. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kepadatan, Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi, serta kondisi parameter perairan yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan nudibranch di Teluk Humbolt Kota Jayapura. Metode penelitian yang digunakan metode Underwater Visual Census (UVC) pada kedalaman 5 m dan 10 m dengan lebar pengamatan 2,5 m ke kanan dan ke kiri sepanjang 100 m. Dari hasil penelitian didapatkan sebanyak 14 jenis nudibranchia dengan jumlah total 122 individu. Indeks Keanekaragaman nudibranch dapat dikategorikan sedang, yakni berkisar antara 1,23-1,46, Indeks Keseragaman relatif tinggi yang tergolong dalam dua kategori, yakni kategori labil dan stabil, yakni berkisar antara 0,66-0,88 (mendekati 1), serta Indeks Dominansi rendah, yakni berkisar antara 0,27-0,40. Berdasarkan Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi tersebut mengindikasikan bahwa kondisi ekologi nudibranch mengalami tekanan akibat degradasi lingkungan habitat dan pencemaran yang terjadi. Kami menyarankan perlu penelitian lebih lanjut mengenai kualitas perairan dan dampaknya terhadap kelimpahan dan struktur komunitas nudibranch.

ABSTRACT

Nudibranchs are marine invertebrates from the mollusc phylum of the gastropod class subclass Opisthobranchiata. The diversity and structure of the Nudibranch community can be an indicator of the health of an ecosystem. This research was conducted to determine the Diversity Index, Uniformity Index, and Dominance Index, as well as the condition of the water parameters that support the growth and development of nudibranchs in Humbolt Bay, Jayapura City. The research method used is the Underwater Visual Census (UVC) method at a depth of 5 m and 10 m with a width of observation of 2.5 m to the right and to the left along 100 m. The results showed that there were 14 species of nudibranchias with a total of 122 individuals. The Diversity Index of nudibranch can be categorized as moderate, which ranges from 1.23-1.46, the Uniformity Index is relatively high which is classified as unstable and stable, which ranges from 0.66-0.88 (close to 1), and the Dominance Index is low, which ranges from 0.27-0.40. Based on the Diversity Index, Uniformity Index and Dominance Index, it indicates that the ecological conditions of the nudibranch are under pressure due to environmental degradation of the habitat and pollution that occurs. We suggest further research into water quality and its impact on nudibranch community structure and abundance.

PENDAHULUAN

Nudibranch merupakan avertebrata laut dari filum moluska kelas gastropoda subkelas Opisthobranchiata (Grande *et al.* 2004; Dayrat 2006). Umumnya, nudibranch memiliki cangkang dan menggunakan perut sebagai alat geraknya (Arbi 2012), dan memiliki warna mencolok dan bervariasi (Karuso and Scheuer, 2002; Wagele and Klussmann- Kolb 2005; Arbi 2012). Kata ‘nudibranchia’ berasal dari ‘nudus’ berarti “telanjang”, dan ‘branchia’ yang berarti “insang”, yang jika digabungkan berarti “insang telanjang”. Istilah ini mengarah pada organ respirasi eksternal yang terdapat di nudibranchia (Behrens 2005). Sejauh ini lebih dari 3000 spesies telah teridentifikasi di dunia (Aiken 2003), dan yang teridentifikasi di kawasan perairan Indonesia sebanyak 59 spesies, dari 15 famili (Sari and Anurohohim 2013).

Nudibranch dapat ditemukan di seluruh dunia, menempati berbagai macam habitat, dari perairan tropis hingga laut Artik yang dingin (Dionisio *et al.* 2013). Nudibranch hidup pada perairan dangkal, terumbu karang, hingga dasar laut yang gelap dengan kedalaman lebih dari satu kilometer (Aiken 2003). Organisme ini dapat dijumpai di berbagai tipe habitat mulai dari substrat bersedimen lumpur lunak sampai substrat keras berbatu. Nudibranch mengisi komponen penting dalam ekosistem bentik laut, dan umumnya ditemukan sebagai *grazer* di substrat,

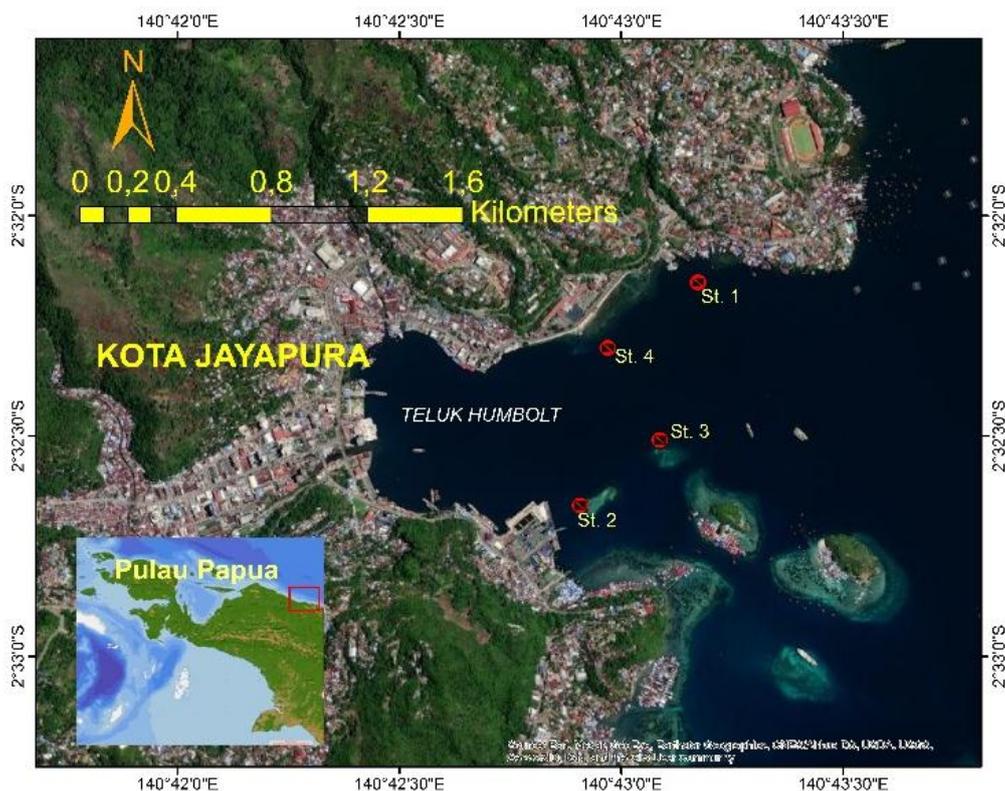
berasosiasi dengan karang, memakan mikroalga, merayap pada batu atau substrat lainnya (Cyrne *et al.* 2018).

Keberadaan nudibranchia juga sering menjadi acuan di bidang ilmu ekologi laut karena perannya sebagai biota indikator awal dalam menilai kesehatan suatu ekosistem (Pidwirny 2000; Wagele *et al.* 2013). Selain itu, kondisi lingkungan perairan sangat menentukan keanekaragaman nudibranch yang hidup di dalamnya (Setyobudiandi 1997). Sebagai organisme bentos yang hidup di perairan, nudibranch menarik untuk diteliti karena sangat peka terhadap perubahan kondisi lingkungan tempat hidupnya, sehingga akan berpengaruh terhadap keanekaragaman dan struktur komunitasnya.

METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada dua bulan, yakni bulan Desember 2020 sampai Januari 2021 di perairan Teluk Humboldt Kota Jayapura (Gambar 1). Pengamatan nudibranch dan pengambilan data parameter perairan dilakukan di empat stasiun, yakni Stasiun 1 (perairan Dok IV), Stasiun 2 (Pelabuhan Jayapura), Stasiun 3 (perairan Lampu Merah), dan Stasiun 4 (perairan Lampu Hijau Dok II).



Gambar 1. Lokasi penelitian nudibranch di Teluk Humboldt Kota Jayapura

Metode Penelitian

Pengambilan data nudibranch dilakukan dengan menggunakan metode *Census Visual Underwater* (UVC) yang mengacu pada English *et al.* (1997). Pengamatan dilakukan pada menjelang sore hari yang bertepatan dengan terjadinya surut. Pengamatan pada saat surut dilakukan dengan pertimbangan nudibranch mulai muncul pada saat surut (Cyrne *et al.* 2018) dan masih memungkinkan untuk melihat keberadaan nudibranch secara visual. Pengamatan dilakukan dengan pengamat berenang beriringan searah pada transek sepanjang 100 m dengan lebar 2,5 m ke kanan dan ke kiri pada kedalaman sekitar 5 m dan 10 m sebagai pengulangan. Waktu yang digunakan untuk pengamatan setiap transek sekitar 25 menit, sehingga dalam satu stasiun digunakan waktu kurang lebih 50 menit. Nudibranch yang dijumpai akan dicatat jumlahnya berdasarkan jenis, kemudian selanjutnya dilakukan dokumentasi dengan menggunakan kamera underwater. Identifikasi jenis nudibranch menggunakan buku panduan *Nudibranch and Sea Snails Indo-Pacific Field Guide* (Debelius 2004). Pengukuran parameter perairan dilakukan secara *in situ*, di stasiun pengamatan nudibranch. Pengambilan data perairan dilakukan secara *insitu* terhadap parameter yakni suhu, salinitas, keasaman (pH), *Dissolved Oxygen* (DO), kecerahan dan substrat dilakukan dengan pendekatan metode *purposive sampling*.

Analisis Data

Indeks Keanekaragaman (*Diversity Index*)

Indeks keanekaragaman atau keragaman (H') menyatakan keadaan populasi organisme secara matematis agar mempermudah dalam menganalisis informasi jumlah individu masing-masing bentuk pertumbuhan dalam suatu komunitas habitat dasar (Odum 1996). Indeks keanekaragaman dapat digunakan untuk mengetahui keanekaragaman jenis biota perairan yang mencirikan hubungan kelompok spesies dalam komunitas. Untuk menghitung indeks keanekaragaman (H') dihitung menurut Shannon-Winner dalam Krebs (1994) dengan rumus sebagai berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

Dimana: H' = Indeks Keanekaragaman Shannon-Weaver, $P_i = n_i/N$, dengan n_i = Jumlah individu ke- i , dan N = Jumlah total individu semua spesies, dan \ln = bilangan natural. Data yang diperoleh

akan dibandingkan dengan kriteria penilaian keanekaragaman jenis ditinjau dari struktur komunitas. Kriteria Indeks Keanekaragaman digunakan, yakni: jika $H' > 3,0$ (menunjukkan keanekaragaman sangat tinggi), $1,6 < H' < 3,0$ (menunjukkan keanekaragaman tinggi), $1,0 < H' < 1,5$ (menunjukkan keanekaragaman sedang), dan $H' < 1$ (menunjukkan keanekaragaman rendah).

Indeks Keseragaman (*Uniformity Index*)

Menggambarkan penyebaran individu antar spesies yang berbeda dan diperoleh dari hubungan antara keanekaragaman (H') dengan keanekaragaman maksimalnya (Bengen 2000). Semakin merata penyebaran individu antar spesies maka keseimbangan ekosistem akan makin meningkat. Rumus yang digunakan adalah (Magurran 1988): Indeks Keseragaman atau juga dikenal dengan Indeks Kemerataan yang menunjukkan pola sebaran biota, yaitu merata (seragam) atau tidak menggunakan rumus:

$$E = \frac{H'}{H'_{max}}$$

$$H'_{max} = \ln S$$

Dimana: E = Indeks Keseragaman, H' = Indeks Keanekaragaman, S = Jumlah spesies, dan \ln = bilangan natural. Nilai indeks keseragaman berkisar antara 0–1. Selanjutnya nilai indeks keseragaman berdasarkan Krebs (1994) dikategorikan sebagai berikut : $0 < E \leq 0,5$ (komunitas tertekan), $0,5 < E \leq 0,75$ (komunitas labil), dan $0,75 < E \leq 1$ (komunitas stabil). Semakin kecil indeks keseragaman, semakin kecil pula keseragaman populasi, hal ini menunjukkan penyebaran jumlah individu setiap jenis tidak sama sehingga ada kecenderungan satu jenis biota mendominasi. Semakin besar nilai keseragaman, menggambarkan jumlah biota pada masing-masing jenis sama atau tidak jauh beda.

Indeks Dominansi (*Dominance Index*)

Indeks dominansi berdasarkan jumlah individu jenis digunakan untuk melihat tingkat dominansi kelompok biota tertentu. Persamaan yang digunakan adalah indeks dominansi yang dikenal dengan Indeks Dominansi Simpson (Odum, 1996), yaitu :

$$C = \sum (P_i)^2$$

Dimana; C = Indeks Dominansi, $P_i = n_i/N$, n_i = Jumlah individu tiap spesies,

N = Jumlah individu seluruh spesies. Nilai Nilai indeks dominansi berkisar antara 1 – 0. Semakin tinggi nilai indeks tersebut, maka akan terlihat suatu biota mendominasi substrat dasar perairan. Jika nilai indeks dominansi (C) mendekati nol, maka hal ini menunjukkan pada perairan tersebut tidak ada biota yang mendominasi dan biasanya diikuti oleh nilai keseragaman (E) yang tinggi. Sebaliknya, jika nilai indeks dominansi (C) mendekati satu, maka hal ini menggambarkan pada perairan tersebut ada salah satu biota yang mendominasi dan biasanya diikuti oleh nilai keseragaman yang rendah. Kategori nilai indeks dominansi, yakni jika $0 < C \leq 0,5$ (dominansi rendah), $0,5 < C \leq 0,75$ (dominansi sedang), dan $0,75 < C \leq 1$ (dominansi tinggi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari hasil pengamatan di keempat stasiun

pengamatan, dijumpai sebanyak 14 jenis nudibranch dengan jenis yang terbanyak adalah *Phyllidiella pustulosa*, *Phyllidia varicosa*, *Phyllidiella lizae* dan *Phyllidiella lizae* (Tabel 1). Jenis *Phyllidiella pustulosa* dan *Phyllidia varicosa* hampir dijumpai di setiap kedalaman dari keempat Stasiun.

Berdasarkan hasil analisis, keanekaragaman di semua stasiun dapat dikategorikan sedang, indeks keseragaman rendah dan tidak ada jenis yang mendominasi (Tabel 2).

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu, salinitas, pH, DO, dan kecerahan masih dalam kategori normal suatu perairan laut yang mendukung kehidupan di laut (Tabel 3). Sedangkan substrat yang dominan merupakan pecahan karang atau *rubble*. Kondisi dengan substrat demikian menunjukkan bahwa habitat ekosistem terumbu karang di semua stasiun penelitian telah mengalami kerusakan.

Tabel 1. Jenis-jenis nudibranch yang dijumpai di Teluk Humbolt Kota Jayapura

Jenis-Jenis Nudibranch	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Stasiun 4		Σn
	5 m	10 m							
<i>Phyllidiopsis shireenae</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Phyllidiella lizae</i>	3	2	-	-	-	6	-	-	11
<i>Phyllidiella annulata</i>	2	9	-	-	-	-	-	-	11
<i>Goniobranchus geometricus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Phyllidia ocellata</i>	2	-	-	-	-	-	1	-	3
<i>Phyllidia varicosa</i>	1	-	6	9	2	2	-	-	20
<i>Phyllidia elegans</i>	1	-	-	-	1	1	1	2	6
<i>Hypselodoris tryoni</i>	-	-	6	-	-	-	-	-	6
<i>Coryphellina rubrolineata</i>	-	-	4	2	-	-	-	-	6
<i>Phyllidia picta</i>	-	-	-	2	-	-	3	3	8
<i>Phyllidiella pustulosa</i>	-	-	3	4	4	12	8	13	44
<i>Glossodoris hikuensis</i>	-	-	-	-	1	-	-	2	3
<i>Phyllidiella rudmani</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Phyllidiopsis fissurata</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Jumlah Total	22		36		29		35		122

Keterangan: Stasiun 1 (Dok 2 Navigasi), Stasiun 2 (Pelabuhan Jayapura), Stasiun 3 (Lampu Merah Dok 2), dan Stasiun 4 (Lampu Hijau Dok 2)

Tabel 2. Indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C)

Stasiun	H'	Kriteria	E	Kriteria	C	Kriteria
1	1,46	Sedang	0,75	Labil	0,32	Rendah
2	1,41	Sedang	0,88	Stabil	0,27	Rendah
3	1,23	Sedang	0,76	Stabil	0,37	Rendah
4	1,23	Sedang	0,66	Labil	0,40	Rendah

Keterangan: Stasiun 1 (Dok 2 Navigasi), Stasiun 2 (Pelabuhan Jayapura), Stasiun 3 (Lampu Merah Dok 2), dan Stasiun 4 (Lampu Hijau Dok 2)

Tabel 3. Nilai parameter lingkungan perairan di Teluk Humbolt Kota Jayapura

Stasiun	Suhu (°C)	Salinitas (‰)	pH	DO (ppt)	Kecerahan (m atau %)	Substrat
1	28	33	8,08	5,18	100	<i>Rubble</i>
2	27	33	8,11	5,95	100	<i>Soft coral</i>
3	26	31	7,97	6,70	100	<i>Rubble</i>
4	28	35	7,76	5,72	100	<i>Rubble</i>

Keterangan: Stasiun 1 (Dok 2 Navigasi), Stasiun 2 (Pelabuhan Jayapura), Stasiun 3 (Lampu Merah Dok 2), dan Stasiun 4 (Lampu Hijau Dok 2)

Pembahasan

Keanekaragaman adalah konsep sentral ekologi dan pengukurannya penting untuk setiap penelitian kesehatan ekosistem (Daly *et al.* 2018). Berdasarkan keanekaragaman jenis menurut Krebs (1994), kategori keanekaragaman jenis nudibranch di lokasi penelitian tergolong “sedang” (Tabel 1), dengan nilai keanekaragaman tertinggi berada di Stasiun 1 (Dok 2 Navigasi) sebesar 1,46 dan terendah di stasiun 3 (Lampu Merah Dok 2) sebesar 1,23. Kategori keanekaragaman jenis “sedang” tersebut diduga karena kondisi perairan Teluk Humbolt mulai mengalami penurunan kualitas dan tercemar akibat aktivitas manusia di perkotaan (Kota Jayapura) yang menghasilkan berbagai jenis limbah. Hal ini terlihat dari banyaknya sampah padat dan sedimen yang menutupi permukaan substrat. Selain itu, ekosistem terumbu karang juga telah mengalami kerusakan akibat penangkapan ikan yang menggunakan bahan peledak sejak lama sehingga merusak karang secara fisik terlihat dari substrat yang dominan patahan karang (*rubble*). Dugaan ini sejalan dengan Odum (1996), bahwa keanekaragaman jenis dipengaruhi oleh faktor eksternal (tekanan eksploitasi, degradasi lingkungan, pencemaran) atau faktor internal (pemangsa dan persaingan antar spesies). Selain itu, jenis substrat juga berpengaruh terhadap keanekaragaman nudibranch sebagai tempat menempel untuk berlindung, dan tempat mencari makan (Fisch *et al.* 2017).

Berdasarkan Indeks Keseragaman, komunitas di Stasiun 1 (Dok 2 Navigasi) dan Stasiun 4 (Lampu Hijau Dok 2) tergolong “labil”, sedangkan di Stasiun 2 (Pelabuhan Jayapura) dan Stasiun 3 (Lampu Merah Dok 2) tergolong “stabil” (Tabel 2). Stasiun 1 dan Stasiun 4 tergolong labil diduga karena faktor pencemaran yang mulai meningkat ke dalam perairan Teluk Humbolt yang menyebabkan terjadinya perubahan lingkungan, dimana jika dilihat dari letak kedua stasiun tersebut berada didekat muara sungai yang membawa limbah dari pemukiman pada Kota Jayapura. Kondisi ini juga terlihat pada parameter oksigen terlarut, dimana pada kedua stasiun dengan kandungan oksigen terlarut lebih rendah dari Stasiun 2 dan Stasiun 3, yakni pada Stasiun 1 sebesar 5,18 dan pada Stasiun 4 sebesar 5,72. Menurunnya kandungan oksigen terlarut dalam perairan, menurut Boyd (1988), salah satunya dipengaruhi oleh tingginya oksidasi bahan organik yang dipengaruhi oleh faktor suhu, pH, pasokan oksigen, jenis bahan organik dan rasio karbon dengan nitrogen. Tingginya bahan organik dalam

perairan khususnya di kedua stasiun tersebut diduga berasal dari input air sungai APO dan Sungai DOK 9. Selain itu, menurut Effendi (2003), proses respirasi hewan (biota) dan tumbuhan juga berkontribusi terhadap menurunnya oksigen dalam perairan. Pada Stasiun 2 dan 3, meskipun masih tergolong stabil, namun kisaran nilai indeks keseragamannya telah mendekati kondisi kategori labil. Dalam konteks pengelolaan berkelanjutan, hal ini menjadi peringatan dini (*early warning*) bahwa telah terjadi sesuatu pada habitat nudibranch di Teluk Humbolt yang perlu menjadi perhatian ke depan. Gambaran kondisi perairan dengan beberapa parameter (Tabel 3) menunjukkan bahwa kisaran dari masing-masing parameter tersebut masih dalam batas normal untuk menunjang kehidupan biota di laut. Hal ini menjadi salah satu kelemahan penelitian ini, sehingga ke depan perlu mengkaji hubungan antar parameter-parameter tersebut kaitannya dengan kelimpahan dan struktur komunitas dari nudibranch khususnya.

Berdasarkan nilai indeks dominansi (Tabel 2), kecenderungannya relatif rendah, yakni hanya berkisar antara 0,27-0,40 sehingga dikategorikan “rendah”. Menurut Odum (1996), nilai indeks dominansi mempunyai kecenderungan mendekati 0, artinya tidak ada jenis yang mendominasi suatu perairan yang berarti setiap individu pada stasiun pengamatan mempunyai kesempatan yang sama dan secara maksimal dalam memanfaatkan sumber daya yang ada didalam perairan tersebut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Odum (1996) bahwa nilai indeks dominansi yang rendah menyatakan konsentrasi dominansi yang rendah (tidak ada individu yang mendominasi), sebaliknya nilai indeks dominansi yang tinggi menyatakan konsentrasi yang tinggi (ada jenis yang dominan).

KESIMPULAN

Secara ekologi, struktur komunitas nudibranch di Teluk Humbolt berdasarkan nilai Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks Dominansi menunjukkan bahwa kondisi yang cenderung kurang baik, yang diduga akibat degradasi habitat dan pencemaran. Oleh karena itu, perlu penelitian lebih lanjut mengenai kualitas perairan dan dampaknya terhadap kelimpahan dan struktur komunitas nudibranch.

DAFTAR PUSTAKA

Aiken RB. 2003. Some aspects of the life history of an intertidal population of the Nudibranch *Dendronotus frondosus* (Ascanius, 1774)

- (Opisthobranchia: Dendronotoidea) in the bay of fundy. *Veliger*. 46(2): 169-175.
- Arbi UY. 2012. Aspek biologi dan sistematika nudibranch. *Fauna Indonesia*. 10(1): 22-29.
- Behrens DW. 2005. *Nudibranch behavior*. New Publications, Inc. Jacksonville, FL. 176 pp.
- Boyd CE. 1988. *Water Quality in Warmwater Fish Ponds*. Fourth Printing. Auburn University Agriculture Experiment Station. Alabama. USA. 359p.
- Cyrne R, Rosa IC, Faleiro F, Dionísio G, Baptista M, Couto A, Pola M, Rosa R. 2018. Nudibranchs out of water: long-term temporal variations in the abundance of two *Dendrodoris* species under emersion. *Helgol Mar Res* 72:14
- Daly AJ, Baetens JM, De Baets B. 2018. Ecological diversity: measuring the unmeasurable. *Mathematics*. 6: 119.
- Dayrat B. 2006. A Taxonomic revision of *paradoris* sea slugs (Mollusca: Gastropoda: Nudibranchia: Doridina). *Zoological Journal of the Linnaean Society*. 147(2): 125-238.
- Debelius H. 2004. *Nudibranch and Sea Snails Indo-Pacific Field Guide*. Frankfurt. IKAN-Unterwasserarchiv. 320p.
- Dionisio G, Rosa R, Leal MC, Cruz S, Brandao C, Calado G, Serodio J, Calado R. 2013. Beauties and beasts: a portrait of sea slugs aquaculture. *Aquaculture*. 408: 1–14.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. 258p.
- English S, Wilkinson C, Baker V. 1997. *Survey Manual For Tropical Marine Resources* (2nd Edition). Townsville. ASEAN –Australia Marine Science Project Living Coastal Resources. Australia. 390p.
- Fisch K, Hertzner C, Bohringer N, Wuisan ZG, Schillo D, Bara R, Kaligis F, Wagele H, Konirg GM, Schaberle T. 2017. The potential heterobranche found around Bunaken Island for the production of bioactive compounds. *Marine drugs*. 15: 1-45.
- Grande C, Templado J, Cervera JL, Zardoya R. 2004. Phylogenetic Relationships Among Opisthobranchia (Mollusca: Gastropoda) Based on Mitochondrial *cos 1*, *trnv*, and *rrnl* Genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 33: 378-388.
- Karuso P, Scheuer PJ. 2002. Natural products from three nudibranchias: *nembrotha kubaryana*, *hypselodoris infucata* and *chromodoris petechialis*. *Molecules*. 7: 1-6.
- Krebs CJ. 1994. *Ecology The Eksperimental Analysis of Distribution and Abudance*. Third edition. New York: Haeper and Row Publisher. 672p.
- Magurran AE. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey: Princeton University Press. 192p
- Odum EP. 1996. *Dasar-dasar ekologi: Terjemahan dari Fundamental of Ecology*. Alih Bahasa T Samingan, Edisi ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 697p.
- Pidwirny MJ. 2000. *Fundamentals of Physical Geography*. <http://www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/physgeoglos/i>.
- Sari LN, Aunurohim. 2013. Korelasi komunitas nudibranchia dengan komunitas porifera di perairan Pasir Putih, Situbondo. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(2): 2337-3520.
- Setyobudiandi I. 1997. *Makrozoobentos*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wagele 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(3): 1-18.
- Wagele H, Klussmann-Kolb A, Verbeek A, Schrodll M. 2013. Flashback and foreshadowing a review of the taxon Opisthobranchia. *Organisms, Diversity and Evolution*. 14:133–149.