

ANALISIS KEANEKAGAMAN JENIS MOLUSKA SEBAGAI BIOINDIKATOR STABILITAS EKOSISTEM PANTAI MUMUTULA KUPANG BARAT KABUPATEN KUPANG

Mbing Maria Imakulata

Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Nusa Cendana, Jln. Adisucipto, Penfui, Kupang, NTT,
email : imakulata.mbing@staf.undana.ac.id

Abstrak

Perairan pantai Mumutula berdekatan dengan pelabuhan Fery, Pelabuhan Ikan dan Pelabuhan Tenau serta sering dikunjungi oleh masyarakat, oleh karena itu penelitian terhadap stabilitas ekosistem perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman jenis moluska sebagai bioindikator stabilitas ekosistem. Jenis penelitian ini adalah survei dengan menggunakan metode transek. Pada masing-masing transek diletakkan plot pengamatan untuk mencuplik jenis dan jumlah moluska. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Indeks keanekaragaman jenis dihitung dengan menggunakan formula indeks shanon-winer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada ekosistem Mumutula ditemukan 29 jenis moluska dengan indeks keanekaragaman jenis dalam kategori tinggi. Indeks keanekaragaman jenis yang tinggi menunjukkan bahwa ekosistem perairan pantai Mumutula dalam keadaan stabil.

Kata Kunci : keanekaragaman jenis, moluska, ekosistem stabil, komposisi jenis

Abstract

Mumutula coastal waters are close to the Ferry Harbor, Fish Harbor, and Tenau Harbor and are often visited by the public. Therefore, research into ecosystem stability needs to be carried out. The aim of this research is to determine the diversity of mollusk species as a bioindicator of ecosystem stability. This type of research is a survey using the transect method. At each transect, an observation plot was placed to sample the variety and number of mollusks. The data obtained was analyzed quantitatively and descriptively. The species diversity index is calculated using the Shannon-Winner index formula. The research results showed that in the Mumutula ecosystem, 29 types of mollusks were found with a species diversity index in the high category. The high species diversity index indicates that the Mumutula coastal aquatic ecosystem is stable.

Keywords : species diversity, mollusks, stable ecosystems, species composition

PENDAHULUAN

Salah satu wilayah perairan pantai dalam kawasan Bolok yaitu pantai Mumutula. Pantai Mumutula ini berada dekat dengan pelabuhan Fery Bolok, pelabuhan ikan Tenau, dan pelabuhan laut Tenau. Disamping itu, pantai ini juga sering dikunjungi oleh masyarakat, baik untuk refreshing maupun sebagai tempat untuk mencari ikan dan

biota lainnya. Sebagai lokasi yang berdekatan dengan pelabuhan laut dan lokasi yang sering dikunjungi masyarakat, maka peluang terjadi kerusakan ekosistem pantai sangat mungkin terjadi. Tumpahan minyak di daerah pelabuhan dan aktivitas masyarakat pada daerah intertidal dan sekitarnya dapat menimbulkan gangguan terhadap

stabilitas ekosistem dan pada akhirnya sangat mungkin menimbulkan kerusakan ekosistem pantai. Rusaknya ekosistem pantai akan menimbulkan ketidakseimbangan ekosistem. Kondisi ini akan mempengaruhi kehidupan biota yang ada dalam ekosistem perairan pantai.

Ekosistem pantai yang stabil ditandai oleh biodiversitas yang tinggi. Keberadaan berbagai jenis organisme berperan penting dalam menjaga stabilitas ekosistem melalui interaksinya yang kompleks dalam jaring-jaring makanan. Organisme yang sering dijumpai banyak berasosiasi dengan habitat, khususnya di daerah intertidal adalah Gastropoda yang merupakan salah satu kelas dari filum Moluska. Kelompok gastropoda ini banyak di temukan di daerah padang lamun dan dapat terlihat jelas pada saat pasang surut. Utami (2022) Ekosistem yang stabil adalah ekosistem yang dapat bertahan meskipun terjadi gangguan. Ekosistem yang stabil memiliki ciri-ciri: keanekaragaman hayati yang tinggi, aliran nutrisi yang seimbang, aliran energi yang seimbang. Makin tinggi keanekaragaman hayati, maka makin banyak juga spesies yang memiliki peran fungsional sama dalam ekosistem tersebut. Terkait dengan hal tersebut, maka untuk mengevaluasi stabilitas ekosistem dapat digunakan indeks keanekaragaman jenis.

Moluska merupakan filum terbesar kedua setelah Arthropoda dengan jumlah spesies sekitar 50.000-110.000 spesies yang masih hidup sampai saat ini, sedangkan sebanyak 35.000 spesies sudah menjadi fosil (Imamah, 2016). Di Indonesia tercatat sekitar 3.400 jenis Moluska dan diperkirakan lebih dari 20 jenis bernilai ekonomis, dan beberapa jenis diantaranya telah dapat dibudidayakan. Sementara itu Darma (1992) menjelaskan bahwa moluska memiliki kelas terbesar, yakni Bivalvia dan Gastropoda. Kedua kelas tersebut memiliki bentuk tubuh dan ukuran cangkang yang beranekaragam. Modifikasi cangkang ini memiliki fungsi dalam membantu membedakan kedua kelas tersebut (Yuniarti, 2012). Gastropoda memiliki karakteristik cangkang tunggal berulir, sedangkan Bivalvia terdapat dua cangkang yang berpautan pada dorsal. Selanjutnya Sulistijo et al. (1980) mengemukakan bahwa di Indonesia tercatat sekitar 3.400 jenis moluska dan diperkirakan lebih dari 20 jenis bernilai ekonomis, beberapa jenis diantaranya telah dibudidayakan.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap lokasi wisata bahari, maka ekosistem pantai Mumutula Bolok menjadi salah satu lokasi yang terus meningkat jumlah

pengunjung. Meningkatnya jumlah pengunjung memberikan tekanan tersendiri terhadap stabilitas ekosistem. Perilaku pengunjung yang kurang peduli terhadap stabilitas ekosistem dikhawatirkan akan menurunkan kualitas lingkungan sehingga pada akhirnya akan mengganggu keseimbangan dan daya dukung lingkungan. Perilaku negatif pengunjung yang sering membuang makanan dan sisa sampah plastik dapat menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan. Disamping itu, posisi pantai Bolok yang bersinggungan langsung dengan pelabuhan ferry dan berdekatan dengan pelabuhan Ikan dan pelabuhan Tenau sangat rentan terhadap pencemaran terutama oleh tumpahan minyak dan bahan kimia lainnya.

Moluska memiliki karakteristik dimana hidupnya yang menetap di lingkungan tertentu (Bintal et al, 2012). Moluska relatif tidak mudah berpindah menyebabkan biota ini akan terus menerus menerima tekanan oleh polutan. Kehadiran bahan pencemar secara terus menerus dan tekanan antropogenik menyebabkan keanekaragaman jenis moluska akan mengalami perubahan. Habitus biota ini tidak berpindah jauh dari lokasi aslinya dapat digunakan sebagai indikator yang baik untuk mengevaluasi stabilitas ekosistem perairan pantai. Oleh karena itu penelitian untuk mengetahui stabilitas ekosistem berdasarkan nilai keanekaragaman jenis perlu terus dilakukan. Hasil penelitian digunakan sebagai bahan evaluasi kondisi lingkungan perairan pantai untuk menentukan tindakan antisipatif dalam rangka menjaga kelestarian ekosistem perairan pantai. Kondisi ekosistem yang stabil memungkinkan interaksi antara komponen dalam rantai makanan dan jaring-jaring makanan berlangsung normal sehingga aliran energi dan siklus materi pun berjalan normal. Moluska sebagai salah satu komponen ekosistem jika mengalami penurunan keanekaragaman jenis maka akan mempengaruhi keberadaan komponen ekosistem yang lain.

Penelitian dengan memanfaatkan makrobentos sebagai bioindikator telah dilakukan oleh Haase, et al., (2004) in Sudarso et al., (2003) menyatakan bahwa untuk mengetahui tingkat pencemaran lingkungan dapat digunakan komunitas makrobentos sebagai bioindikator. Penurunan keberadaan makrozoobentos sebagai indikator adanya perubahan ekosistem perairan. Yuliana & Ami (2021), mengemukakan bahwa kemampuan bertahan invertebrata terhadap perubahan lingkungan ekosistem dapat dianalisis berdasarkan tingkat keanekaragaman jenis

invertebrata. Selanjutnya Saputra et al. (2015) menyatakan bahwa evaluasi stabilitas lingkungan juga berdasarkan kemampuan adaptasi jenis invertebrata dalam lingkungannya.

Berdasarkan pertimbangan dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka penelitian ini sangat penting dilakukan untuk mengetahui tingkat keanekaragaman jenis moluska di perairan Mumutula Bolok. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang kondisi ekosistem perairan pantai sehingga dapat digunakan sebagai data dasar untuk penentuan kebijakan pengelolaan dan pelestarian ekosistem perairan di wilayah ini.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di perairan pantai Bolok pada bulan Maret-September 2023.

Alat dan Bahan. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi meteran, kerangka kuadran ukuran 2 x 2 m², patok kayu, stoples sampel, mistar, sekop, termometer, salinometer, alat tulis, dan kamera. Adapun bahan yang digunakan yaitu terdiri dari akuades, formalin 4%, alkohol 70 %, kertas label, dan tali rafia.

Teknik Pengambilan Data. Teknik pengambilan data dengan menggunakan metode transek dimana pada setiap transek diletakan plot pengamatan. Penentuan pengambilan contoh dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan. Pengambilan sampel jenis moluska dilakukan di daerah pasang surut pada setiap plot.

Prosedur Pengambilan Data. Perairan pantai dibagi 15 transek dan setiap transek terdiri dari 9 kuadran atau plot sehingga total plot sebanyak 108 dengan ukuran setiap plot adalah 2x2 m². Jarak antara plot 15 meter. Pengambilan sampel Moluska dilakukan disetiap kuadran. Jenis moluska yang terdapat pada permukaan substrat langsung diambil sedangkan untuk jenis-jenis yang terbenam dalam substrat di gali sampai pada kedalaman 20 cm. Setiap sampel masih diragukan nama jenisnya diberi label, dibersihkan lalu dimasukan kedalam stoples yang berisi formalin 4% untuk keperluan identifikasi. Sampel yang sudah diketahui nama jenis juga

diawetkan untuk dokumentasi. Identifikasi jenis mengacu pada Dharma (1988). Pengukuran parameter lingkungan dilakukan pada setiap transek pada 3 kuadran yaitu kuadran pada pasang tertinggi, kuadran bagian tengah dan kuadran pada surut terjauh yang masih ada genangan air.

5. Analisis Data. Data tentang jenis dan jumlah individu masing-masing jenis ditabulasi dan diorganisasi serta ditampilkan dalam tabel komposisi jenis dan bentuk grafik serta dideskripsikan. Data moluska yang diperoleh dianalisis keanekaragaman jenis. Indeks keanekaragaman yang umum digunakan adalah Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener. Rumus indeks Shannon-Wiener (H') menurut Krebs (1989) adalah:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dimana, $p_i = n_i/N$ adalah perbandingan antara jumlah jenis ke I dengan jumlah total individu (Ludwing & Reynolds, 1998).

Kriteria nilai indeks keanekaragaman jenis berdasarkan Shannon-Wiener (H') sebagai berikut:

- $H' > 3$ menunjukkan keanekaragaman tinggi
- $1 < H' < 3$ menunjukkan keanekaragaman sedang
- $H' < 1$ menunjukkan keanekaragaman rendah (Barbour et al., 1987)

Penentuan stabilitas ekosistem berdasarkan tingkat keanekaragaman jenis berdasarkan Krebs (1989) sebagai berikut:

$H' < 1.0$: Keanekaragaman rendah, produktivitas rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dalam ekosistem.

$1.0 < H' < 3.0$: Keanekaragaman sedang, tekanan ekologi sedang, kondisi cukup seimbang

$H' > 3.0$: Keanekaragaman tinggi dan ekosistem stabil.

HASIL DAN DISKUSI

Komposisi Jenis Moluska di Perairan Pantai Mumutula Bolok

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis moluska di perairan Pantai Mumutula 29 spesies. Jenis-jenis ini dikelompokkan ke dalam 6 ordo yaitu Mesogastropoda, Neogastropoda, Archeogas-

tropoda, Cephalaspidea, Hippuritoida dan Eulamellibranchia. Jumlah individu 655. Jenis moluska yang ditemukan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Jenis Pantai Mumutula)

No.	Ordo	Famili	Genus	Spesies
1	Mesogastropoda	Terebridae	Terebra	<i>Terebra dimidata</i>
2		Littorinidae	Nodilittorina	<i>N. pyramidalis</i>
3		Strombidae	Strombus	<i>Strombus plicatus</i>
4		Cypraeidae	Cypraea	<i>C. clandestina</i>
5				<i>C. kieneri</i>
6				<i>C. aselus</i>
7	Neogastropoda	Olividae	Oliva	<i>O. tricolor</i>
8				<i>O. olive</i>
9		Murcidae	Thais	<i>T. javanica</i>
10		Conidae	Conus	<i>C. stramineus</i>
11				<i>C. striatellus</i>
12		Kostellariidae	Vexillum	<i>V. poricarium</i>
13	Archaeogastropoda	Turbinidae	Turbo	<i>T. argyrostoma</i>
14		Angariidae	Angaria	<i>A. delphinus</i>
15		Trochidae	Tectus	<i>T. conus</i>
16		Neridae	Nerita	<i>T. insculpta</i>
17	Cephalaspidea	Bullidae	Bulla	<i>B. vernicosa</i>
18	Hippuritoida	Cardiidae	Trachycardium	<i>T. subrugosum</i>
19				<i>T. rugosum</i>

20			Corculum	<i>C. cardisa</i>	
21		Cartidae	Cardita	<i>C. variegata</i>	
22	Eulamellibranchia	Psammobiidae	Gari	<i>G. amethystus</i>	
23			Veneridae	Suneta	<i>S. truncata</i>
24				Periglypta	<i>P. puerperata</i>
25		Lioconcha		<i>L. hieroglyphia</i>	
26		Lucinidae	Codakia	<i>C. punctata</i>	
27		Donacidae	Donax	<i>D. compressus</i>	
28		Ostridae	Saccostrea	<i>S. cucullata</i>	
29		Macridae	Harvella	<i>H. plicataria</i>	

Tabel 1 memperlihatkan bahwa ordo Eulamellibranchia memiliki jumlah famili terbanyak, yakni 6 famili. Sementara itu famili dengan genus terbanyak adalah Veneridae dengan jumlah genus 3 dan genus dengan spesies terbanyak adalah Cypraea dengan jumlah spesies sebanyak 3.

Kelimpahan Jenis

Hasil perhitungan kelimpahan jenis Moluska di perairan pantai Mumutula Bolok dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kelimpahan moluska di Perairan Mumutula

No	Spesiess	kelimpahan	No	Spesiess	kelimpahan
1	<i>Terebra dimidata</i>	3.00	16	<i>N. plicata</i>	3.00
2	<i>Nodilittorina pyramidalis</i>	1.73	17	<i>Bulla vernicosa</i>	2.89
3	<i>Strombus plicatus</i>	4.00	18	<i>T. subrugosum</i>	3.44
4	<i>Cypraea aselus</i>	2.50	19	<i>T. rugosum</i>	3.90
5	<i>Cypraea clandestine</i>	1.88	20	<i>Corculum cardisa</i>	1.00
6	<i>Cypraea kieneri</i>	3.00	21	<i>Cardita variegata</i>	2.50
7	<i>Oliva olive</i>	1.40	22	<i>Sunetta truncate</i>	1.67
8	<i>Thais javanica</i>	3.14	23	<i>Periglypta puerperala</i>	1.38
9	<i>C. stramineus</i>	3.11	24	<i>Lioconcha hieroglyphica</i>	1.86
10	<i>C. striatulus</i>	3.45	25	<i>Codakia punctata</i>	1.88
11	<i>Vexillum plicarium</i>	2.91	26	<i>Donax compressus</i>	1.00
12	<i>Turbo argyrostoma</i>	3.14	27	<i>Saccostrea cucullata</i>	2.50
13	<i>Tectus conus</i>	3.33	28	<i>Harvella plicataria</i>	4.73
14	<i>Angaria delpinus</i>	1.86	29	<i>Gari amethystus</i>	2.88
15	<i>N. insculpta</i>	2.80			

Hasil analisis data menunjukkan bahwa pada Pantai Mumentula ditemukan spesies dengan kelimpahan tertinggi yaitu *Strombus plicatus* dengan kelimpahan 4.0 ind/kuadran dan spesies dengan kelimpahan terendah yaitu *Corculum cardisa* dengan kelimpahan 1.0 ind/kuadran.

Keanekaragaman Jenis.

Hasil perhitungan keanekaragaman jenis menunjukkan bahwa pada pantai Mumentula terdapat komunitas Moluska dengan keanekaragaman jenis sebesar 3.27. Berdasarkan nilai ini maka dikemukakan bahwa keanekaragaman jenis tergolong tinggi. Tokan dan Imakulata (2018) menyatakan bahwa jika $H' > 3.0$ maka keanekaragaman jenis dikategorikan tinggi. Hal ini juga didukung oleh Krebs (1989) yang mengatakan bahwa $H' > 3$ digolongkan tinggi. Tinggi rendahnya nilai keanekaragaman dapat

disebabkan oleh beberapa hal seperti jumlah jenis, kondisi substrat yang mendukung serta parameter fisika-kimia dalam keadaan optimum untuk pertumbuhan biota perairan. Kondisi habitat di Pantai Mumentula didominasi pasir putih dan bentangan karang serta padang lamun dengan legong-legong kecil, yang memungkinkan moluska dapat melindungi dirinya pada saat air surut. Disamping itu, beberapa spesies moluska memiliki kemampuan mencegah kehilangan air dengan cara menutup operculum. Moluska juga memanfaatkan padang lamun, tidak hanya untuk bertelur dan membesarkan anaknya tetapi juga sebagai tempat untuk bersembunyi dari mangsa serta untuk berlindung dari kekeringan pada saat air surut. Faktor-faktor ini yang memungkinkan individu dari spesies moluska berkembang dengan baik sehingga keanekaragaman jenis moluska di perairan Mumentula dalam kategori tinggi.

Keanekaragaman Jenis.

Hasil perhitungan keanekaragaman jenis menunjukkan bahwa pada pantai Mumentula terdapat komunitas Moluska dengan keanekaragaman jenis sebesar 3.27. Berdasarkan nilai ini maka dikemukakan bahwa keanekaragaman jenis tergolong tinggi. Tokan dan Imakulata (2018) menyatakan bahwa jika $H' > 3.0$ maka keanekaragaman jenis dikategorikan tinggi. Hal ini juga didukung oleh Krebs (1989) yang mengatakan bahwa $H' > 3$ digolongkan tinggi. Tinggi rendahnya nilai keanekaragaman dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti jumlah jenis, kondisi substrat yang mendukung serta parameter fisika-kimia dalam keadaan optimum untuk pertumbuhan biota perairan. Kondisi habitat di Pantai Mumentula didominasi pasir putih dan bentangan karang serta padang lamun dengan legong-legong kecil, yang memungkinkan moluska dapat melindungi dirinya pada saat air surut. Disamping itu, beberapa spesies moluska memiliki kemampuan mencegah kehilangan air dengan cara menutup operculum. Moluska juga memanfaatkan padang lamun, tidak hanya untuk bertelur dan membesarkan anaknya tetapi juga sebagai tempat untuk bersembunyi dari mangsa serta untuk berlindung dari kekeringan pada saat air surut. Faktor-faktor ini yang memungkinkan individu dari spesies moluska berkembang dengan baik sehingga keanekaragaman jenis moluska di perairan Mumentula dalam kategori tinggi.

Pengukuran Parameter Lingkungan

Hasil pengukuran parameter lingkungan di perairan Mumutula Bolok dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengukuran Parameter Lingkungan di Perairan Pantai Bolok

No.	Parameter	Mumutula
1	Suhu (°C)	26 – 28 °C
2	pH [H ⁺]	6.99 – 8.40
3	Salinitas (‰)	31 - 33
4	Arus (m.s ⁻¹)	7.38 - 7.64

Hasil pengukuran parameter lingkungan menunjukkan suhu rata-rata adalah 27 oC, pH rata-rata 7.69, salinitas rata-rata 32 ‰, dan kecepatan arus 7.51 m/s.

Faktor fisika dan kimia lingkungan sangat mempengaruhi kehidupan moluska. Faktor fisika meliputi pasang-surut, suhu, gerakan ombak, salinitas, dan substrat. Suhu membatasi beberapa fungsi biologis hewan, seperti migrasi, pemijahan, kecepatan renang, perkembangan embrio dan kecepatan metabolisme. Secara umum moluska dapat mentolerir suhu antara 29 °C- 38 °C. Pengaruh suhu ini dapat berakibat langsung maupun secara tidak langsung. Suhu optimal beberapa jenis moluska adalah 20°C. Apabila melampaui batas tersebut akan mengakibatkan berkurang aktivitas kehidupannya. Nilai pH menunjukkan derajat keasaman atau kebasaaan suatu perairan. Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme perairan umumnya berkisar antara 7 – 8.5. Kondisi perairan yang sangat basa maupun sangat asam akan membahayakan kelangsungan hidup organisme, karena menyebabkan gangguan pada metabolisme dan respirasi. pH yang mendukung kehidupan moluska berkisar antara 5.7 - 8.4. Hasil pengukuran pH masih berada pada kisaran optimum untuk mendukung pertumbuhan moluska, yakni pada kisaran pH 5.8 -8.3. Nilai pH perairan ≥ 9 menciptakan kondisi yang tidak menguntungkan bagi kebanyakan organisme makrobenthos (Dewiyanti. 2004). Hasil pengukuran salinitas menunjukkan bahwa salinitas masih dalam kisaran normal untuk pertumbuhan biota laut, termasuk moluska. Hewan laut memiliki osmoregulasi, namun demikian apabila salinitas sangat rendah maka hewan laut akan mati. Substrat yang berbeda-beda seperti pasir, pasir berlumpur, pasir berbatu, lumpur dan hamparan lamun serta karang menyebabkan perbedaan fauna dan struktur

komunitas dari daerah litoral. Substrat yang beranekaragaman menunjukkan tingginya jumlah spesies ditempat tersebut. Hal ini dapat dilihat di perairan Pantai Mumutula dimana Bivalvia umumnya hidup pada substrat berpasir, lumpur dan sebagian melekat pada benda lain seperti batu karang. Gastropoda merupakan salah satu moluska yang banyak ditemukan di perairan Mumutula bolok terutama pada berbagai substrat baik berbatu, berlumpur dan berpasir. Hal ini karena gastropoda memiliki kemampuan adaptasi dibanding kelas yang lain. Kecepatan arus sangat menentukan pengambilan makanan. Apabila arus terlalu deras, maka akan mengurangi kontak antara nurien dengan moluska dalam pengambilan makanan. Demikian pula arus yang sangat deras juga mempengaruhi kontak antara sperma dan sel telur bagi hewan laut yang melakukan reproduksi eksternal. Arus yang deras juga dapat merusak habitat hewan, bahkan dapat memindahkan biota laut ke tempat lain. Kualitas perairan Mumutula sangat mendukung kehidupan moluska sehingga keanekaragaman komunitas biota ini berada pada kategori tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Nugroho (2006), bahwa perairan dengan kualitas yang baik memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi pula.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan disimpulkan bahwa jenis moluska yang terdapat di daerah intertidal Mumutula Bolok sebanyak 29. Keanekaragaman jenis moluska di perairan pantai Mumutula berada pada kategori tinggi dan ekosistem perairan pantai Mumutula berada dalam kondisi stabil. Walaupun kondisi ekosistem perairan pantai Mumutula dalam keadaan stabil namun demikian penelitian tentang pencemaran oleh bahan kimia berbahaya perlu dilakukan sehingga dapat dilakukan tindakan antisipatif untuk mencegah terjadinya perubahan lingkungan ekosistem.

DAFTAR RUJUKAN

- Barnes, R.D. (1987). *Invertebrate Zoology*. 5th edition. Saunders College Publishing, Philadelphia, PA. 893 pp.
- Bengen, D.G. Menuju Pengelolaan Wilayah Pesisir Terpadu Berbasis DAS. Seminar HUT LIPI, Jakarta, 25-26 September, 2002.

- Brower., Zar J H, and Von Ende C.N. (1998) : Field and Laboratory Methodes for General Ecology. 4rd Ed. McGraw-Hill. United States of America
- Brower, J. E. dan Zar, J. H. (1989). Field and Laboratory Methods for General Ecology. W. M. Brown Company Publ. Dubuque Iowa.
- Brower JE, Zar JH. 1977. Field and Laboratory Method for General Ecology. 151-169. Wm. C Brown Publishing Dubuque. Iowa.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., & Mitchell, L.G. (2003). Biologi. Jilid 2. Edisi Kelima. Alih Bahasa: Wasmen. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Dharma, B. (1988). Siput dan Karang Indonesia I. Jakarta: PT. Sarana Graha.
- Dharma, B. (1992). Siput dan Kerang Indonesia (Indonesian Shell III). Jakarta: PT Sarana Graha.
- Dharmawan, Agus. (2005). Ekologi Hewan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Effendi, Hefni. (2003). Telah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Magurran, A.E. (2004). Measuring Biological Diversity. USA: Blackwell Publishing
- Nontji, A. (2007). Laut Nusantara. Jakarta: Djambatan.
- Nuridin. (2008). Pertumbuhan dan Hasil Jagung yang dipupuk N,P, dan K pada Tanah Vertisol isimu utara Kabupaten Gorontalo. Laboratorium Fakultas Pertanian.Universitas Negeri Gorontalo.Gorontalo.
- Nybakken J. W. & Bertness M. D. (2005). Marine biology : an ecological approach. San Fransisco: Pearson/Benjamin Cummings.
- Nybakken, J. W. (1992). Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis. Jakarta: PT. Gramedia.
- Odum & P. Eugene. (1994). Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Romimohtarto, K. & Juwana, S. (2007). Biologi Laut : Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut. Jakarta: Djambatan.
- Rusyana, Adun. (2011). Zoologi Invertebrata (Teori Dan Praktik). Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Samson, E., & Kasale, D. (2020). Keanekaragaman Dan Kelimpahan Bivalvia Di Perairan Pantai Waemulang Kabupaten Buru Selatan. Jurnal Biologi Tropis, 20(1), 78–86.
- Samson, E., & Kasale, D. (2020). Keanekaragaman Dan Kelimpahan Bivalvia Di Perairan Pantai Waemulang Kabupaten Buru Selatan. Jurnal Biologi Tropis, 20(1), 78–86.
- Satino. (2011). Materi Kuliah Limnologi. Yogyakarta : FMIPA UNY.
- Suharsono, (2008). Jenis-Jenis Karang di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Suin & Muhammad, N. (2006). Ekologi Hewan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Syafitri, Metusalach, & Fahrul. (2016). Studi Kualitas Ikan Segar Secara Organoleptik Yang Dipasarkan Di Kabupaten Jeneponto. Jurnal IPTEKS PSP, 3(6), 544-552.
- Utami, N. (2022). Ciri-ciri Ekosistem yang Stabil. Kompas.com