

Zooplankton in the Seagrass Beds of Nain Island

(Zooplankton di Padang Lamun Perairan Pulau Nain)

Nelda Tuliabu¹, Joice R.T.S.L Rimper^{2*}, Veibe Warouw², Erly Yosef Kaligis², Natalie Detty C Rumampuk², Edwin Leonardo Apolonio Ngangi²

¹Marine Science Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University, Manado 95115 North Sulawesi, Indonesia

²Teaching Staff of the Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Sam Ratulangi University Jl. Unsrat Bahu Campus, Manado 95115 North Sulawesi, Indonesia

*Corresponding author: joice.rimper@unsrat.ac.id

Manuscript received: 18 Sept 2023. Revision accepted: 28 Oct. 2023.

Abstract

This research was conducted in July 2022, the determination of sampling locations was carried out by purposive sampling, namely data collection with certain considerations to obtain samples that represent the research location area. Seawater samples were taken using a plankton net which was then used for the zooplankton identification process carried out in the Marine Biology Laboratory of the Faculty of Fisheries and Marine Science. Measurement of physical parameters of water chemistry consisting of temperature, salinity, and pH, was carried out in situ. The content of nitrate and phosphate was conducted at the WLN laboratory (Water Laboratory Nusantara-WLN). Zooplankton counts were expressed in ind/l. Qualitative determination of plankton was made up to the genus level. The results of zooplankton identification consisted of 5 genera namely Acartia, Cyclops, Euterpina, Nauplius, and Oithona. The calculation of zooplankton abundance is in the range of 3-5 ind/l. The highest abundance was found at station one which was 5 ind/l followed by station three which was 4 ind/l and then station two as much as 3 ind/l. The diversity index is in the range of 0.4740-0.7786, the uniformity index is in the range of 0.2945-0.7087, and the dominance index ranges from 0.5971-0.7744.

Keywords: Zooplankton, Seagrass Meadow, Nain Island, Abundance, Biological Index.

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2022, penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan dengan cara purposive sampling yaitu pengumpulan data dengan pertimbangan tertentu untuk memperoleh sampel yang mewakili wilayah lokasi penelitian. Sampel air laut diambil dengan menggunakan plankton net yang selanjutnya digunakan untuk proses identifikasi zooplankton yang dilakukan di Laboratorium Biologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Pengukuran parameter fisik kimia air yang terdiri dari suhu, salinitas, pH, dilakukan secara in situ. Kadar nitrat dan fosfat dilakukan di laboratorium WLN (Laboratorium Air Nusantara-WLN). Jumlah Zooplankton dinyatakan dalam ind/l. Penentuan plankton secara kualitatif dilakukan sampai tingkat genus. Hasil identifikasi zooplankton terdiri dari 5 genus yaitu Acartia, Cyclops, Euterpina, Nauplius, dan Oithona. Perhitungan kelimpahan zooplankton berada pada kisaran 3-5 ind/l. Kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun satu sebesar 5 ind/l, disusul stasiun tiga sebesar 4 ind/l dan kemudian stasiun dua sebanyak 3 ind/l. Indeks keanekaragaman berada pada rentang 0,4740-0,7786, indeks keseragaman berada pada rentang 0,2945-0,7087, sedangkan indeks dominasi berkisar antara 0,5971-0,7744.

Kata Kunci: Zooplankton, Padang Lamun, Pulau Nain, Kelimpahan, Indeks Biologi.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki 17.508 pulau, serta memiliki garis pantai yang panjang, 75% negara ini terdiri dari

daerah pesisir dan laut. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat mega biodiversitas (Roosheroe, & Wahyudi, 2017). Karena hal ini potensi laut Indonesia patut

diperhitungkan agar dapat dikelola dengan baik. Selain upaya pemanfaatan potensi sumber daya laut yang ada, hal lain yang tak kalah penting untuk diperhatikan adalah kondisi kualitas perairan tersebut, tujuannya agar tetap terjadi keseimbangan antara pemanfaatan sumber daya laut dengan kualitas perairan. Dengan demikian, keberlanjutan ekosistem di perairan laut akan terus terjaga.

Ekosistem laut memberikan kontribusi yang penting bagi organisme di bumi. Ada sekitar 80% organisme yang hidup di bumi berada pada ekosistem perairan. Ekosistem sendiri terdiri dari 3 komponen penyusun yaitu lamun, terumbu karang, dan mangrove. Padang lamun sendiri memiliki fungsi ekologi dalam mempertahankan biodiversitas pesisir serta beberapa fungsi lain seperti sebagai stabilisator dan tempat sumber makanan, produsen primer, dan sebagai habitat sejumlah spesies. Selain itu, lamun memegang fungsi utama dalam daur zat hara di laut (Tangke, 2010).

Padang lamun dikenal sebagai ekosistem yang kaya akan nutrisi dan organisme yang berasosiasi didalamnya. Padang lamun memiliki organisme seperti plankton karena pelepasan dekomposisi nutrisi (nitrogen dan fosfor) yang terlarut dalam air akan diserap kembali oleh fitoplankton. Sebagian besar asosiasi ikan dengan padang lamun juga didapatkan dari plankton karena zooplankton merupakan makanan utama ikan yang berasosiasi dengan lamun (Wagey, 2013).

Zooplankton adalah organisme hewan yang hidup melayang-layang dalam air, seluruh pergerakan hidupnya tergantung oleh arus dan merupakan salah satu tiang penopang kehidupan dalam bioekosistem laut karena plankton tersebut menduduki tingkat dasar dari rantai makanan perairan (Rumengan dan Rimper, 2016). Sebagian besar zooplankton merupakan herbivora, yaitu pemakan produsen (fitoplankton) dan sebagai makanan bagi ikan. Kondisinya menjadikan zooplankton sebagai agen transfer energi dan indikator keberadaan fitoplankton yang sekaligus merupakan indikator kesuburan.

Kehadiran zooplankton dalam suatu perairan merupakan pengontrol bagi produksi primer fitoplankton. Perubahan lingkungan dan ketersediaan makanan pada suatu perairan akan mempengaruhi kelimpahan zooplankton. Zooplankton seperti halnya organisme lain hanya dapat hidup dan berkembang dengan baik pada kondisi perairan yang sesuai seperti perairan laut, sungai dan waduk. Apabila kondisi lingkungan sesuai dengan kebutuhan zooplankton maka akan terjadi proses pemangsa fitoplankton oleh zooplankton. Menurut Thoha (2004), jika kondisi lingkungan dan ketersediaan fitoplankton tidak sesuai dengan kebutuhan zooplankton maka zooplankton tidak dapat bertahan hidup dan akan mencari kondisi lingkungan yang sesuai.

Kondisi lingkungan yang sesuai bagi zooplankton ditemukan pada perairan yang tidak mendapat tekanan ekologis dari daratan atau dari perairan. Selain kondisi di atas keberadaan zooplankton juga di pengaruhi oleh kondisi lingkungan fisik dan kimia antara lain kecerahan, pH dan oksigen terlarut, (Junaidi, *dkk.* 2018).

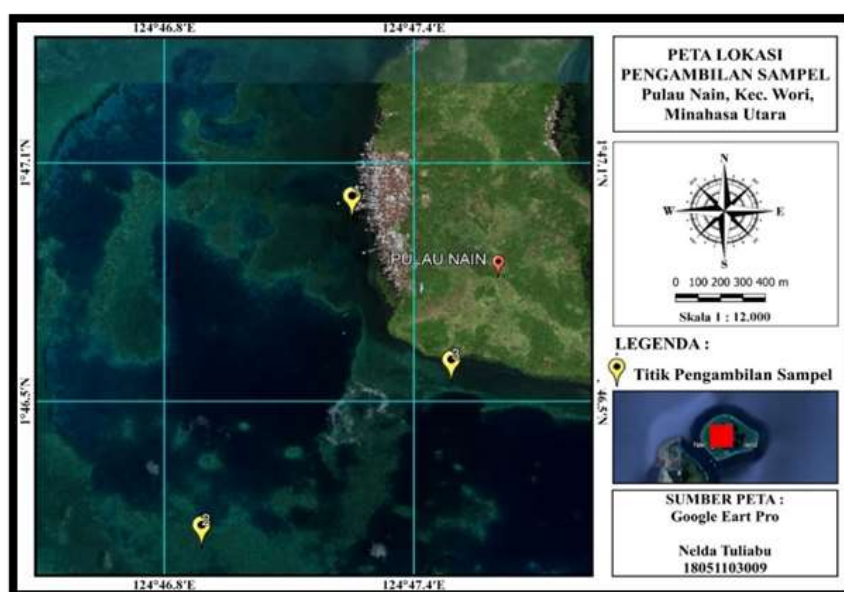
Pulau Nain Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara merupakan daerah yang termasuk pada wilayah Taman Nasional Bunaken. Kawasan ini memiliki wilayah laut yang berpotensi untuk dimanfaatkan lebih lanjut. Tetapi aktivitas masyarakat dan laju pembangunan saat ini memiliki kecenderungan semakin meningkat dan tentunya hal ini akan berdampak pada kondisi di Perairan Pulau Nain. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui zooplankton di daerah padang lamun di Perairan Pulau Nain. Informasi potensi plankton akan memberi manfaat bagi para perencana pembangunan perikanan dan kelautan.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Pulau Nain Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara yang masuk dalam wilayah bagian utara dari kawasan Taman Nasional Bunaken bersama dengan 4 pulau lainnya (Bunaken, Manado Tua, Mantehage,

Siladen dan Pesisir Molas-Wori). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli tahun 2022.



Gambar 1. Peta Lokasi pengambilan sampel

Tabel 1. Titik Koordinat Lokasi Penelitian

NO.	STASIUN	KOORDINAT
1.	Stasiun 1	Latitude : 1°46'57,54" N Longitude : 124°47'15,09" E
2.	Stasiun 2	Latitude : 1°46'07,8" N Longitude : 124°46'53" E
3.	Stasiun 3	Latitude : 1°46'32,8" N Longitude : 124°47'29,4" E

Pengambilan Sampel Zooplankton

Penentuan lokasi pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* yaitu pengambilan data dengan pertimbangan tertentu untuk mendapatkan sampel yang mewakili area lokasi penelitian. Berdasarkan karakteristik lokasi, stasiun 1 berada di dekat pemukiman penduduk dan resort balai taman nasional bunaken. Stasiun 2 berada jauh dari pemukiman penduduk dan jauh dari aktivitas masyarakat sedangkan stasiun 3 berada tidak jauh dari pemukiman penduduk.

Sampel plankton diambil menggunakan plankton net yang berdiameter 30 cm, dilakukan tiga kali pengulangan secara horisontal. Botol sampel yang telah berisi air laut kemudian

diberi label, dan selanjutnya diidentifikasi di laboratorium Biologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Identifikasi sampel plankton dilakukan dengan menggunakan cawan *Sedgewick Rafter* dibawah mikroskop dengan perbesaran 10 dan 40 kali. Sampel plankton diberi bahan pengawet formalin 4%. Semua sampel disimpan pada tempat sejuk dan terhindar dari pancaran cahaya langsung agar tidak terjadi perubahan warna pada larutan yang dapat merusak sampel. Pengukuran parameter fisika kimia air terdiri dari pengukuran suhu, salinitas, pH, yang dilakukan secara *in situ*, sedangkan kandungan nitrat dan fosfat dilakukan di laboratorium WLN.

Identifikasi Zooplankton

Pedoman identifikasi zooplankton secara morfologi digunakan buku identifikasi dari Newell and Newell, (1963); Yamaji (1982); Bold and Wynne, (1985); Tomas, Carmelo, (1997); Likens, Gene (2010), WoRMS (World Register of Marine Species). Hasil cacahan zooplankton dinyatakan dalam ind/l. Determinasi kualitatif plankton dibuat sampai tingkatan genus.

Analisis Data

Kelimpahan

Perhitungan kelimpahan zooplankton di hitung berdasarkan rumus modifikasi Sachlan (1982) sebagai berikut :

$$N = n \times (Vr/Vo) \times 1/(Vs)$$

Di mana:

- N = Jumlah sel/liter
- n = Jumlah sel yang diamati
- Vr = Volume air yang tersaring dalam cod end
- Vo = Volume air yang diamati
- Vs = Volume air yang tersaring

$$Vs = \pi r^2 d$$

Di mana:

- Vs = Volume air yang tersaring
- π = 3,141592654
- R = Radius mulut plankton net
- d = Panjang lintasan

Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman dihitung menggunakan rumus Shannon Weaver Lee, *dkk.* (1978) dalam Rumengan dan Rimper (2016) yaitu:

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

Di mana:

- $P_i = n_i/N$
- H' = Indeks keanekaragaman plankton
- n_i = Jumlah individu
- N = Jumlah total semua jenis

Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman dihitung menggunakan rumus Evennes (Odum, 1971), yaitu:

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

Dimana perhitungan H_{max} yaitu

$$H_{max} = \ln S$$

- E = Indeks Keseragaman
- H' = Indeks Keanekaragaman
- S = Jumlah Spesies

Indeks Dominasi

Indeks dominasi di gunakan untuk menentukan organisme dominan pada suatu komunitas. Menggunakan indeks Simpson (Odum, 1983), yaitu :

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

Di mana:

- C = Indeks dominansi
- P_i = Hasil pembagian antara jumlah individu (n_i) dengan jumlah total individu di dalam komunitas (N)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Fisika Kimia

Hasil pengukuran parameter fisika kimia di perairan disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Parameter Fisika Kimia

Parameter Fisika Kimia	STASIUN		
	1	2	3
Suhu	32°C	30°C	30°C
pH	7,45	7,53	7,71
Salinitas	30 ppt	35 ppt	32 ppt
Nitrat	0,094 mg/L	< 0,005 mg/L	< 0,005 mg/L
Fosfat	< 0,005 mg/L	0,105 mg/L	0,005 mg/L

Suhu

Berdasarkan tabel diatas, kisaran suhu yang diperoleh pada stasiun 1-3 berkisar dari 30-32 °C. Sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No, 22

Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa nilai baku mutu suhu yang layak untuk padang lamun 28-32°C. Bila suhu pada perairan

Pulau Nain dibandingkan dengan suhu pada umumnya, kondisi suhu di perairan ini masih tergolong wajar untuk perairan tropik. Menurut Ilahude dan Liasaputra (1980), variasi suhu perairan tropik tergolong wajar apabila nilainya berada antara 25,6-32,3°C.

pH

Derajat keasaman pH merupakan parameter dalam menentukan kualitas air. Nilai pH suatu perairan menunjukkan ukuran tingkat asam atau basa (Widigdo, 2001). Nursaiful 2004, tingkat pH pada air laut berkisar antara 7,6-8,4. Nilai pH umumnya berkisar antara 7-8,5 merupakan nilai yang ideal bagi organisme di laut (Yanti, 2016). Sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No, 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa nilai baku mutu pH air laut 7-8,5. Hasil pengukuran pH di Perairan Pulau Nain pada stasiun pertama yaitu 7,45, stasiun kedua 7,53 dan stasiun ketiga 7,71. Umumnya pH air laut berkisar lebih dari 7 yang bersifat basa, namun pada kasus tertentu pH air laut dapat turun lebih rendah dari 7 sehingga perairan tersebut bersifat asam (Simanjuntak, 2009 dalam Ropa, 2020).

Salinitas

Salinitas menurut Nybakken (1992), merupakan jumlah garam terlarut yang terkandung dalam satu kilo gram air laut. Satuan dari salinitas dinyatakan menggunakan *part per thousand* (ppt). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No, 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa nilai baku mutu salinitas yang layak pada lamun yaitu 33-34 ppt. Hasil pengukuran salinitas menunjukkan bahwa salinitas di Perairan Pulau Nain pada stasiun pertama 30 ppt, stasiun kedua 35 ppt dan stasiun ketiga 32 ppt. Pada umumnya, nilai salinitas wilayah laut berkisar antara 28-33 ppt (Nontji, 2002). Sebaran salinitas di laut dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti

pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan (Nurhayati, 2002).

Nitrat dan Fosfat

Konsentrasi nitrat yang tinggi di perairan dapat menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan apabila didukung oleh ketersediaan nutrisi (Effendi, 2002 dalam Hamuna, 2018). Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat di Perairan Pulau Nain tertinggi berada pada stasiun 1, sedangkan pada stasiun 2 dan stasiun 3 menunjukkan nilai konsentrasi yang sama. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No, 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa nilai baku mutu konsentrasi nitrat yang layak bagi biota laut adalah 0,06 mg/L. Konsentrasi nitrat di Perairan Pulau Nain pada stasiun satu yaitu 0,094 mg/L, sedangkan stasiun dua dan tiga yaitu < 0,005 mg/L.

Berdasarkan hasil analisis, konsentrasi kandungan fosfat dalam bentuk ortofosfat (PO_4) yang merupakan bentuk paling sederhana fosfat di Perairan Pulau Nain tertinggi pada stasiun dua yaitu 0,105 mg/L, sedangkan pada stasiun satu yaitu <0,005 mg/L dan stasiun tiga memiliki nilai konsentrasi yaitu 0.005 mg/L. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 yang menyatakan standart baku mutu konsentrasi fosfat air laut untuk biota laut, yaitu 0,015 mg/L. Konsentrasi fosfat yang tinggi disebabkan tingginya difusi fosfat dari sedimen. Pengaruh sedimen yang tinggi berasal dari pengaruh arus yang tinggi yang dapat menyebabkan sedimen di dasar laut naik ke kolom air dan menyebabkan unsur kimia termasuk fosfat juga terangkat ke kolom air, (Paitan and McLaughlin, 2007 dalam Patty., dkk, 2015).

Kandungan fosfat dan nitrat secara alamiah berasal dari perairan itu sendiri yaitu melalui proses-proses penguraian, pelapukan ataupun dekomposisi tumbuhan dan sisa-sisa organisme mati. Selain itu juga tergantung pada keadaan sekeliling diantaranya sumbangan dari

daratan dan pemukiman penduduk seperti buangan limbah ataupun sisa pakan dengan adanya bakteri terurai menjadi zat hara.

Kelimpahan Zooplankton

Komposisi zooplankton yang dijumpai selama penelitian di ekosistem padang lamun Perairan Pulau Nain seperti yang tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelimpahan Zooplankton yang ditemukan selama penelitian

No	Zooplankton Genus	Stasiun		
		1	2	3
1	Acartia	0,07	-	0,15
2	Cyclops	0,49	0,41	0,57
3	Euterpina	-	0,11	-
4	Nauplius	4,75	1,96	3,17
5	Oithona	0,11	0,11	0,11
	Jumlah Taksa	4	4	4
	Kelimpahan (Ind/1)	5	3	4

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh lima genus yaitu Acartia, Cyclops, Euterpina, Nauplius dan Oithona. Hasil perhitungan kelimpahan zooplankton diketahui berada pada kisaran 3-5 ind/l. Untuk kelimpahan tertinggi ditemukan pada stasiun satu yaitu 5 ind/1, diikuti oleh stasiun tiga yaitu 4 ind/l, kemudian stasiun dua sebanyak 3 ind/l. Dari kelima genus ini, kelimpahan ind zooplankton yang mendominasi pada ketiga stasiun adalah genus Nauplius. Genus nauplius ditemukan pada semua stasiun dalam jumlah yang paling banyak dibandingkan dengan genus yang lain. Tingginya nilai kelimpahan nauplius disebabkan karena nauplius memiliki kemampuan beradaptasi yang baik. Nauplius beradaptasi dengan baik karena nauplius merupakan organisme tipe osmoregulator, jadi nauplius mampu beradaptasi di salinitas tinggi. Salinitas memberikan pengaruh terhadap tingkat kelangsungan hidup organisme osmoregulator (Agustini dan Madyowati, 2017 dalam Setiawan dkk, 2022). Hasil penelitian ini juga menunjukkan genus Nauplius merupakan jenis yang mendominasi di semua stasiun lokasi penelitian. Sama halnya juga dengan hasil penelitian Setiawan, dkk (2022), bahwa genus ini merupakan yang paling banyak ditemukan di perairan dan juga memiliki peranan penting dalam rantai makanan. Kelimpahan zooplankton ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Indeks Keanekaragaman

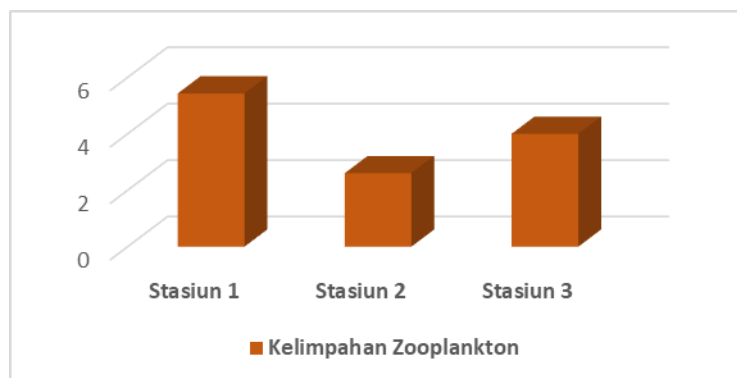
Berdasarkan Tabel 4, hasil perhitungan indeks keanekaragaman di ekosistem padang lamun Perairan Pulau Nain yaitu pada kisaran antara 0,4740 – 0,7786. Indeks keanekaragaman tertinggi terdapat pada stasiun dua, diikuti oleh stasiun tiga dan stasiun satu. Namun demikian nilai pada keseluruhan stasiun penelitian termasuk dalam kategori keragaman rendah, dengan perbedaan nilai yang tidak jauh berbeda antara stasiun satu dengan stasiun lainnya. Berdasarkan Odum (1971), nilai ini termasuk dalam kategori keanekaragaman yang rendah dan mempunyai stabilitas komunitas yang rendah. Nilai keanekaragaman tertinggi yang ada pada stasiun kedua, dipengaruhi oleh letak perairan yang cukup jauh dari pemukiman warga, dibandingkan dengan dua lokasi lainnya, sehingga mengurangi masukan dari aktivitas atau kegiatan warga setempat yang dapat mempengaruhi struktur komunitas di perairan tersebut.

Indeks Dominasi

Hasil perhitungan indeks dominasi pada stasiun satu, stasiun dua dan stasiun tiga di ekosistem padang lamun Perairan Pulau Nain yaitu berkisar antara 0,5971 - 0,7744. Pada stasiun satu memiliki indeks dominasi tertinggi yaitu 0,7744 diikuti oleh stasiun tiga 0,6502 dan stasiun dua 0,5971. Tertulis dalam Rumengan dan Rimper (2016), jika nilai indeks dominasi berkisar antar 0-1, berarti pada struktur komunitas

biota tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya.

Indeks dominansi ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Grafik Kelimpahan zooplankton

Tabel 4. Indeks Biologi Zooplankton

No	INDEKS BIOLOGI ZOOPLANKTON	STASIUN		
		1	2	3
1	Keanekaragaman	0,4740	0,7786	0,6856
2	Keseragaman	0,2945	0,7087	0,4947
3	Dominasi	0,7744	0,5971	0,6502



Gambar 3. Indeks Dominasi Per stasiun

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil identifikasi zooplankton di Perairan Pulau Nain terdiri dari lima genus yaitu Acartia, Cyclops, Nauplius, Euterpina, dan Oithona. Berdasarkan hasil perhitungan kelimpahan zooplankton di ekosistem padang lamun Perairan Pulau Nain berada pada kisaran 3-5 ind/l. Kelimpahan tertinggi ditemukan di stasiun satu yaitu 5 ind/l, diikuti stasiun tiga yaitu 4 ind/l dan stasiun dua 3 ind/l. Hasil perhitungan indeks

keanekaragaman berada pada kisaran 0,4740 - 0,7786 yang berarti stabilitas komunitas dikategorikan rendah. Indeks keseragaman yaitu antara 0,2945 - 0,7087. Sedangkan indeks dominansi antara 0,5971 - 0,7744 hal ini menunjukkan kondisi perairan dalam keadaan stabil. Berdasarkan hasil pengukuran parameter lingkungan di Perairan Pulau Nain masih tergolong optimal. Sedangkan untuk pengukuran nitrat (stasiun 1) dan fosfat (stasiun 2) tergolong tinggi dikarenakan

melebihi batas baku mutu air laut dan akan berpengaruh pada pertumbuhan zooplankton.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengambil sampel fitoplankton secara bersama-sama dengan zooplankton. Mengingat perairan ini masih termasuk pada wilayah Taman Nasional Bunaken yang memiliki potensi untuk dimanfaatkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Achir, G.D.P., Sudarsono., Aminatun, T. (2017). Kemelimpahan dan keanekaragaman Zooplankton di Padang Lamun Pesisir Pantai Pancuran Taman Nasional Karimunjawa. *Jurnal Prodi Biologi*. 6(6): 358 - 368. <https://doi.org/10.21831/kingdom.v6i6.7812>
- APHA, (1992). *Standar Methods for The Examination of Water and Wastewater*. America Public Health Asosiation. New York
- Asih, P. (2014). *Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Teluk dalam Desa Malang Rapat Bintang (Skripsi)*. Tanjung Pinang : UMRAH FIKP
- Augusta, T.S. (2013). Struktur Komunitas Zooplankton di Danau Hanjalutung berdasarkan Jenis Tutupan Vegetasi. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*. 2(2):68-74.
- Bengen, D.G. (2001). *Ekosistem dan Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut*. Sinopsis. Pusat Kajian Sumberdaya Alam dan pesisir Lautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Bold, H.C., & Wynne, M.J . (1985). *Introduction to The Algae (Second Edition)*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 720 p. <https://doi.org/10.2216/i0031-8884-24-4-486.1>
- Brower, J., E.H. Zar dan C.N.V. Ende. (1990). *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. E Editions C. British Publ. London.
- Corvianwatie, C. (2015). *Panduan Wisata Edukasi Kelautan Kualitas Air laut*. LIPI Press. Jakarta.
- Fachrul, F.M., H. Haeruman, dan L.C. Sitepu. (2005). *Komunitas Fitoplankton Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta*. Seminar Nasional MIPA 2005. FMIPA Universitas Indonesia. 24-26 November 2005. Jakarta.
- Hamuna, B., Tanjung, R.H.R., Suwito., & Maury, K.H. (2018). Konsentrasi Amoniak, Nitrat dan Fosfat di Perairan Distrik Depare, Kabupaten Jayapura. *Enviroscienceae*. 14 (1) : 8-15. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v14i1.4887>
- Harmoko, & Sepriyaningsih. (2019). *Bioindikator Sungai Dengan Mikroalga: Studi Kasus di Sungai Kelingi Kota Lubuklinggau*. Depublish Publisher. Yokyakarta.
- Ilahude, A.G., & Liasaputra. (1980). *Sebaran Normal Parameter Hidrologi di Teluk Jakarta*. Dalam : *Teluk Jakarta*. Penyajian Fisika, Kimia Biologi dan Geologi - LON – LIPI. 1-40.
- Junaidi, M., Nurliah., & Azhar, F. (2018). Struktur Komunitas Zooplankton di Perairan Kalap Oten Kabupaten Lombok Utara, Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Biologi Tropis*. 18(2): 159 - 169. <https://doi.org/10.29303/jbt.v18i2.800>
- Kaswadji, R.F. (1976). *Studi Pendahuluan dan Pengawetan Contoh Air Laut : Fitoplankton di Delta Upang Sumatra Selatan*. Fakultas Perikanan, IPB.
- Kuncoro, E. B. (2004). *Akuarium Laut*. Kansius. Yogyakarta.
- Likens, E. Gene. (Ed). (2010). *Plankton of Inland Waters: A Derivative of Encyclopedia of Inland Waters*. Associated Press, Amsterdam. 398 hal.
- Michael, P. (1984). *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium*. Jakarta : UI Press.
- Minggawati, I. (2014). *Komisi Zooplankton di Perairan Rawa Banjiran Sungai Rungan Kota Palangkaraya*. Program Studi Budidaya Perairan Universitas

- Kristen Palangkaraya. Vol. 39 (2):81-85.
<http://dx.doi.org/10.31602/zmip.v39i2.60>
- Newell, G.E., & Newell, R.C. (1963). *Marine Plankton a Practical Guide*. Hutchinson Educational LTD 178-202 Great Portland Street, London, W.1.
- Nontji, A. (2002). *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta : 59-67.
- Nurhayati, (2002). Karakteristik Hidrografi dan Arus di Perairan Selat Malaka, Perairan Indonesia Oseanografi, Biologi dan Lingkungan. Puslit Oseanografi LIPI. Jakarta : 1-8.
- Nursaiful, A. (2004). *Akuarium Laut*. Penebar Swadaya. Depok.
- Nursaiful, A. (2007). *Akuarium Laut: Cara Mudah Memindahkan Panorama Kehidupan Laut ke Rumah Anda*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nybakken, J.W. (1992). *Biologi laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia. Jakarta.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamental of Ecology*. Philadelphia: Ed. W.B. Saunders, Co. 564 h.
- Odum, E.P. (1983). *Basic Ekology*. Saunders College Publishing. University of Georgia. New York.
- Odum, E.P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi*. Edisi ketiga . Gajah Mada University Press. Jogjakarta. H. 134-162.
- Padang, R.W.A.L., Nurgayah, W., & Irawati, M (2020). Keanekaragaman Jenis dan Distribusi Fitoplankton Secara Vertikal di Perairan Pulau Bokori. *Sapa Laut*. Vol 5(1). <http://dx.doi.org/10.33772/jsl.v5i1.10947>
- Paiki, K., Kalor, J.D., Indrayani, E., & Dimara, L. (2018). Distribusi Kelimpahan dan Keanekaragaman Zooplankton di Perairan Pesisir Yapen Timur, Papua (Distribution of Zooplankton Explosion and Diversity in East Yapen Papisir Water, Papua). Vol.10:(2):199- 206. Universitas Cenderawasih, Papua, Indonesia. <https://doi.org/10.56064/maspari.v10i2.5953>
- Pandelaki, L., Rompas, M.R., Rembet, U.N.W.J., Wantasen, S.A., Gerung, S.G., & Ngangi, E.L.A. (2020). Economic Value of Seagrass Ecosystem in Nain Island, South Minahasa Regency, North Sulawesi, Indonesia. *AACL Bioflux*. 13 (5) : 2687 – 2693.
- Pasengo, Y. L. (1995). Studi Dampak Limbah Pabrik Plywood Terhadap Kelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton di Perairan Dangkal Desa Barowa Kecamatan Bua Kabupaten. Luwu.
- Patty, I.S. (2013). Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*. 1(3) : 143-157. <https://doi.org/10.35800/jip.1.3.2013.2580>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Indonesia). Diakses tanggal 11 Mei 2023 dari <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>.
- Prasetyaningtyas, T., Bambang, P., & Pribadi, T.A. (2012). Keanekaragaman Plankton di Perairan Tambak Ikan Bandeng di Tapak Tugurejo, Semarang.
- Pranoto, B.A., Ambariyanto., & Zainuri, M. (2005). Struktur Komunitas Zooplankton di Muara Sungai Serang, Jogjakarta. *Jurnal Ilmu Kelautan*. Vol. 10 (2) : 90 – 97. ISSN 0853 – 7291. Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.10.2.90-97>
- Roosheroe, I.G., & Wahyudi, P. (2017). Mengenal Biodiversitas Mikroorganisme untuk Kesejahteraan Bangsa. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta.
- Rumengan, I.F.M., & Rimper, J.T.S.L. (2016). *Planktonologi*. Patra Media Grafindo. Bandung.
- Ropa, N.K. (2020). *Bioindeks Fitoplankton di Perairan Pulau Bunaken*. Skripsi.

- Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
<https://doi.org/10.35800/jip.8.2.2020.29971>
- Sartimbul, A., Iranawati, F., Sambah, A.B., Yona, D., Harlyan, N.H.L.I., Fuad, M.A.Z., & Sari, S.H.J. (2017). *Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Pelagis*. UB Press. Malang.
- Schaduw, J.N.W. (2018). *Aktivitas Manusia dan Perubahan Iklim Ancaman Kelestarian Taman Nasional Bunaken*. Diakses 11 Mei 2023 dari <https://villagerspot.com/todays-feature/aktivitas-manusia-dan-perubahan-iklim-ancaman-kelestarian-tn-bunaken/>
- Setiawan, H., Idiawati, N., & Helena, S. (2022). *Komposisi dan Struktur Komunitas Copepoda di Estuari Desa Mendalok Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat*. *Jurnal Laut Khatulistiwa*. 5(2): 89-97. <http://dx.doi.org/10.26418/lkuntan.v5i2.49043>
- Sukartinisa, I., Karlina dan Idris F. (2019) *Keanekaragaman Plankton pada Kedalaman Berbeda di Perairan Desa Teluk Bakau Kabupaten Bintan Universitas Maritim Raja Ali Haji*.
- Susanti, M. (2010). *Kelimpahan dan Distribusi Plankton di Perairan Waduk Kendungombo*. Skripsi Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Tangke, U. (2010). *Ekosistem Padang Lamun (Manfaat, Fungsi dan Rehabilitasi)*. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. Vol.3:(1). <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.3.1.9-29>
- Thoha, H. (2004). *Kelimpahan Plankton di Perairan Bangka-Belitung*. Makara, Suci. <https://doi.org/10.7454/mss.v8i3.452>
- 8(3): Hal. 6-102.
- Tomas, and R. Carmelo. (Ed). 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press.
- Udi, Putra dan S.S. Nana. 2011. *Manajemen Kualitas Air pada Kegiatan Perikanan Budidaya*. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Balai Budidaya Air Payau Takalar.
- Utami, T.M.R., Maslukah L., & Yusuf, M. (2016). *Sebaran Nitrat (NO3) dan Fosfat (PO4) di Perairan Karangsong Kabupaten Indramayu*. *Buletin Oseanografi A11234567OPMarina*, 5(1), 31-37. <https://doi.org/10.14710/buloma.v5i1.11293>
- Wagey, T.B. (2013). *Hilamun (Seagrass)*. Unsrat Press. Manado
- Widigdo, B. 2001. *Rumusan Kriteria Ekobiologis dalam Menentukan Potensi Alami Kawasan Pesisir untuk Budidaya Tambak*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Yamaji, I. (1982). *Illustrations of The Marine Plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co., Ltd. 17-13, 1-chome, Uemachi, Higashi-ku, Osaka, 540 Japan.
- Yanti, D.N. (2016). *Penilaian Kondisi Keasaman Perairan Pesisir dan Laut Kabupaten Pangkajene Kepulauan pada Musim Peralihan 1*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Yuliana, (2014). *Keterkaitan Antara Kelimpahan Zooplankton dengan Fitoplankton dan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Jailolo, Halmahera Barat*. *Jurnal Maspari*. Vol.6:(1). 25-31. <https://doi.org/10.56064/maspari.v6i1.1706>