

# Zooplankton Sebagai Bioindikator Lingkungan Perairan: Studi Kasus Perairan Teluk Doreri Manokwari, Provinsi Papua Barat

## *Zooplankton as Bioindicator of Aquatic Environment: A Case Study of Doreri Bay Waters Manokwari, West Papua Province*

Alfret Roni Marani<sup>1</sup>, Alianto<sup>2\*</sup>, Vera Sabariah<sup>3</sup>, Tresia Sonya Tururaja<sup>4</sup>, Marhan Manaf<sup>5</sup>,  
Safar Dody<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,5</sup>Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua, Jl. Gununug Salju Amban,  
Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat

<sup>2,3</sup>Program Studi Sumber Daya Akuatik, Pascasarjana, Universitas Papua, Jl. Gununug Salju Amban,  
Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat

<sup>4</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua,  
Jl. Gununug Salju Amban, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat

<sup>6</sup>Pusat Riset Oseanografi, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Jalan Pasir Putih No. 1 Ancol Timur,  
Pademangan, Jakarta

\*Corresponden author email: [a.alianto@unipa.ac.id](mailto:a.alianto@unipa.ac.id)

Direview: 1 Maret 2023

Diterima: 6 April 2023

### ABSTRAK

Indeks ekologi zooplankton yang meliputi keanekaragaman, keseragaman dan dominansi merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengetahui kondisi lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan status lingkungan perairan berdasarkan indeks ekologi zooplankton yang meliputi keanekaragaman, keseragaman dan dominansi di perairan teluk Doreri Manokwari. Penelitian berlangsung pada bulan September 2020 di dua stasiun dengan kedalaman 5 meter dan 10 meter dari permukaan perairan. Pengukuran kualitas air dan pengambilan sampel air dilakukan pada kedua stasiun sebanyak 3 kali pada setiap stasiun dengan interval waktu setiap 1 minggu. Pengambilan sampel air untuk menentukan individu zooplankton dengan menggunakan *Van Dorn* volume 5 L. Pengukuran suhu, salinitas, dan pH perairan secara berturut-turut menggunakan termometer tipe batang skala 50 °C, hand held refraktometer RHSN-10ATC dan pH meter tipe Orion A215. Hasil pengukuran di peroleh nilai suhu, salinitas dan pH secara berturut-turut berkisar dari 29,1 – 29,9 °C dengan rata-rata sebesar 29,5 °C, 30 – 35 ppt dengan rata-rata sebesar 33,2 ppt dan 7,9 – 8,3 dengan rata-rata sebesar 8,1. Nilai indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi secara berturut-turut berkisar dari 1,5 – 2,2, 0,7 – 1,0 dan 0,1 – 0,4. Status ekologi perairan teluk Dorei berdasarkan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi menunjukkan komponen rantai makanan masih lengkap baik dari kelompok produsen maupun konsumen dan reduser. Pengaruh limbah cair dari aktivitas daratan sekitar teluk belum mengganggu keberadaan zooplankton.

**Kata kunci:** *dominansi, keanekaragaman, keseragaman, teluk Doreri, zooplankton*

### ABSTRACT

*The zooplankton ecological index which includes diversity, uniformity and dominance is one approach used to determine the condition of the aquatic environment. This study aims to determine the environmental status of the waters based on zooplankton ecological index which includes diversity, uniformity, and dominance in Doreri Bay water, Manokwari. This study was conducted in September 2020 at two 5- and 10-meter stations depth from the water's surface. Water quality measurements and water sampling were carried out at both stations thrice for 1 week. Water sampling to determine individual zooplankton used a*

*5 L volume Van Dorn. Temperature, salinity, and pH of the waters were measured successively using a rod-type thermometer with a 50 °C scale, a handheld refractometer RHSN-10ATC, and a pH meter of Orion A215 type. The measurement results obtained the temperature, salinity, and pH values ranging from 29.1 – 29.9 °C with an average of 29.5 °C, 30 – 35 ppt with an average of 33.2 ppt, and 7.9 – 8.3 with an average of 8.1, respectively. The diversity, uniformity, and dominance indexes ranged from 1.5 – 2.2, 0.7 – 1.0, and 0.1 – 0.4, respectively. The ecological status of Doreri Bay waters based on the diversity, uniformity, and dominance indexes show that the components of the food chain are still complete, including the producer and consumer groups and reducers. The effect of liquid waste from land activities around the bay has not disturbed the zooplankton.*

**Keywords:** *dominance, diversity, uniformity, Doreri bay, zooplankton*

## 1. PENDAHULUAN

Teluk Doreri berada di Papua bagian utara tepatnya di Kabupaten Manokwari dengan tipe terbuka dan perairannya dalam yang dominan mendapat pengaruh masa air laut dari Samudera Pasifik. Pengaruh masa air laut Samudera Pasifik akan berdampak baik pada lingkungan perairan teluk secara keseluruhan sebagai indikator perairan alami. Pada kondisi perairan alami umumnya dicirikan oleh stabilitas dan keseimbangan kelompok biota yang masih sempurna seperti produsen, konsumen dan reduser. Pada perairan alami ketiga kelompok biota ini saling berkaitan antara satu dengan lainnya. Namun seiring dengan pesatnya pembangunan yang mengalami peningkatan dari waktu ke waktu akan berdampak pada terganggunya stabilitas dan keseimbangan ketiga kelompok biota di perairan. Bentuk gangguan tersebut bisa terjadi pada salah satu kelompok biota atau lebih.

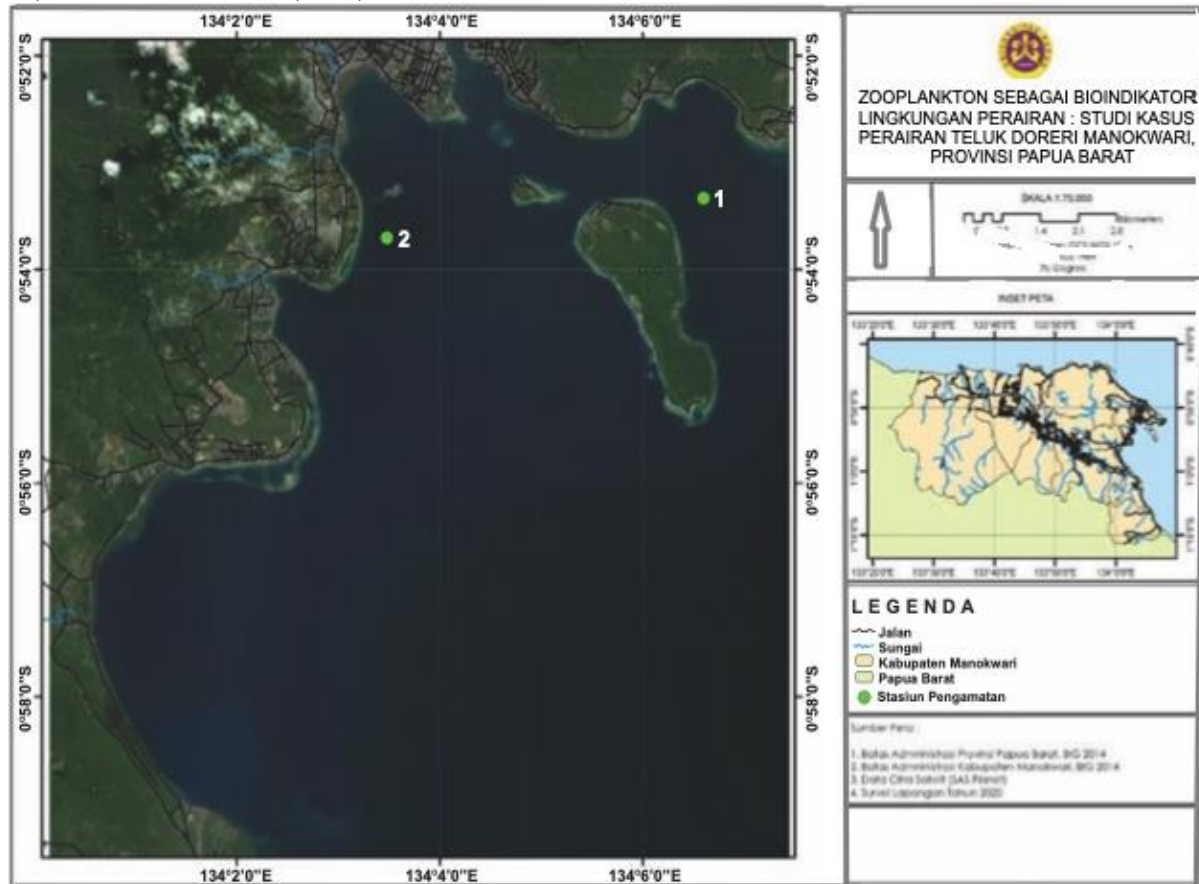
Komponen dari ketiga kelompok biota tersebut banyak digunakan sebagai bioindikator lingkungan perairan. Beberapa penelitian komponen biota tersebut yang telah dilakukan di teluk Doreri adalah tentang reduser (Tururaja & Moge, 2010), produsen (Elungan et al., 2022; Warnetti et al., 2020; Alianto, et al., 2020) konsumen (Pattipelohy et al., 2020; Marani et al., 2022). Penelitian yang telah dilakukan tersebut masih merupakan penelitian kualitatif yang memberikan informasi jenis serta kelimpahan. Penelitian-penelitian seperti ini penting sebagai informasi dasar dalam pendugaan status lingkungan perairan. Salah satu komponen penting dari kelompok konsumen yang banyak digunakan sebagai bioindikator adalah zooplankton. Salah satu alasan mendasar penggunaan zooplankton sebagai bioindikator perairan adalah karena responnya yang cepat pada perubahan lingkungan perairan (Ferdous & Muktadir, 2009).

Disamping itu, yang menjadi alasan berikutnya adalah zooplankton memiliki sebaran yang sangat luas pada semua bagian perairan (Kennish, 1989). Oleh karena itu keberadaan zooplankton di perairan selalu dikaitkan dengan kesehatan lingkungan perairan. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan pendekatan indeks ekologi zooplankton yang meliputi keanekaragaman, keseragaman dan dominansi. Dengan mengetahui indeks keanekaragaman, keseragaman dan dominansi zooplankton dapat menentukan status ekologi perairan. Dengan demikian, tujuan penelitian ini untuk menentukan status lingkungan perairan dengan indeks ekologi zooplankton yang meliputi keanekaragaman, keseragaman dan dominansi di perairan teluk Doreri Manokwari.

## 2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di perairan teluk Doreri Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. Penelitian berlangsung pada bulan September 2020 di dua stasiun dengan kedalaman 5 m dan 10 m dari permukaan perairan. Stasiun 1 merupakan lokasi rumpon dengan jarak dari pulau Mansinam sekitar 200 m dan stasiun 2 merupakan lokasi bagan dengan jarak dari pantai Rendani sekitar 150 m (Gambar 1). Pengambilan sampel air dilakukan pada kedua stasiun sebanyak 3 kali pada setiap stasiun dengan interval waktu setiap 1 minggu. Waktu pengambilan sampel air pada sore hari menjelang matahari terbenam dan pagi hari menjelang matahari terbit. Kondisi cuaca pada waktu pengambilan sampel air berlangsung adalah cerah dan tenang. Pengambilan sampel air untuk menentukan individu zooplankton dengan menggunakan *Van Dorn* volume 5 L sebanyak 25 L pada setiap kedalaman di setiap stasiunnya. Selanjutnya sampel air tersebut disaring dengan menggunakan plankton net mesh size 200 µm. Sampel air yang telah tersaring tersebut akan tertampung pada buket yang berada di bagian bawah plankton net. Setelah itu buket dilepas dari plankton net lalu air dalam buket tersebut dipindahkan ke botol sampel 100 mL. Selanjutnya sampel air yang telah berada pada botol sampel ditambahkan larutan lugol sebanyak 1 mL. Ambil 1 ml sampel air pada botol sampel lalu teteskan kedalam SRC (*Sedgwick Rafter Cell*) dan letakkan *cover glass* (prepat penutup) di atas SRC. Selanjutnya lakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 40x sampai 100x dengan metode

penyapuan. Selanjutnya identifikasi genera yang diperoleh dengan mengacu pada buku identifikasi Yamaji (1979) dan Omori & Ikeda (1984).



Gambar-1. Stasiun pengamatan di Teluk Doreri

Penghitungan indeks ekologi zooplankton beserta kriterianya menggunakan tiga macam indeks seperti yang dijelaskan oleh (Fachrul, 2007) sebagai berikut:

a. Indeks keanekaragaman Shannon –Wiener menggunakan rumus:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \cdot \log_2 P_i \tag{1}$$

Keterangan:

H' : Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

P<sub>i</sub> : n<sub>i</sub>/N

N<sub>i</sub> : Jumlah individu jenis ke-i

N : Jumlah total individu

b. Indeks keseragaman menggunakan rumus:

$$E = \frac{H'}{H_{max}} \tag{2}$$

Keterangan :

E : Indeks keseragaman

H' : Indeks keanekaragaman

H max : log<sub>2</sub>S (3,3219 log S)

S : Jumlah genera / jenis

**Tabel -1.** Kisaran dan kategori nilai indeks keanekaragaman

Indeks	Kisaran	Kategori
Keanekaragaman	< 1	Rendah
	1 - 3	Sedang
	> 3	Tinggi

**Tabel -2.** Kisaran dan kategori nilai indeks keseragaman

Indeks	Kisaran	Kategori
Keseragaman	< 0,4	Rendah
	0,4 - 0,6	Sedang
	> 0,6	Tinggi

c. Indeks dominansi menggunakan rumus:

$$C = \sum_{i=1}^s \left( \frac{n_i}{N} \right)^2 \quad (3)$$

Keterangan:

C : Indeks dominansi

$n_i$  : Jumlah individu jenis ke- $i$

N : Jumlah total individu

**Tabel -3.** Kisaran dan kategori nilai indeks dominansi

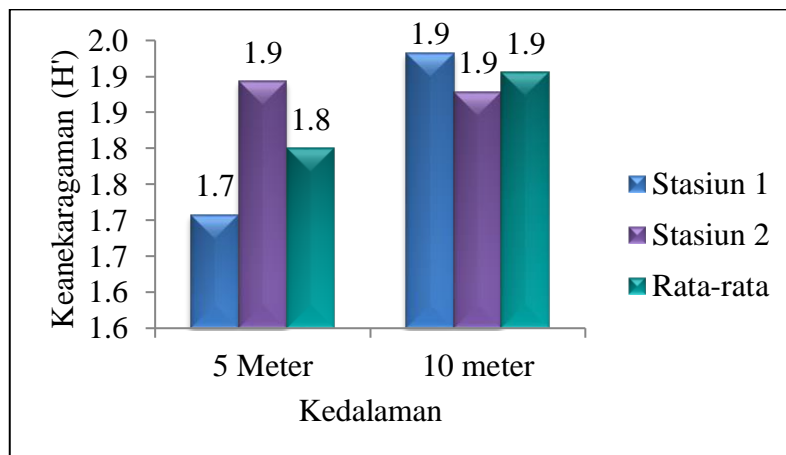
Indeks	Kisaran	Kategori
Dominansi	0 - 0,5	Jenis yang mendominasi tidak ada
	0,5 - 1	Jenis yang mendominasi ada

Suhu, salinitas dan pH merupakan parameter lingkungan yang diukur secara langsung di lokasi penelitian. Suhu, salinitas dan pH pengukurannya dilakukan setelah pengambilan sampel air pada kedua stasiun penelitian pada waktu yang bersamaan. Pengukuran suhu, salinitas dan pH secara berturut-turut dengan menggunakan termometer tipe batang skala 50 °C, hand held refraktometer RHSN-10ATC dan pH meter tipe Orion A215.

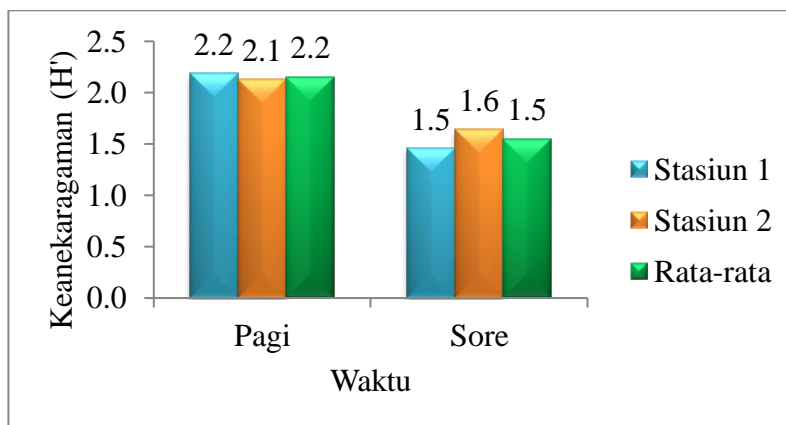
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Zooplankton dengan nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh di stasiun 1 dan stasiun 2 menurut kedalaman berada pada kisaran 1,7 – 1,9 dan menurut waktu pada kisaran 1,5 – 2,2 (Gambar-2 dan Gambar-3). Nilai seperti yang diperoleh tersebut menunjukkan zooplankton berada pada keanekaragaman dengan kategori sedang (Kubelaborbir & Akerina, 2015). Nilai ini menunjukkan tiga indikator, pertama keberadaan zooplankton cenderung stabil dengan masih memainkan perannya di perairan sebagai perantara dari produsen primer ke carnivora pada rantai makanan yang lebih tinggi. Indikator kedua adalah air limbah yang bersumber dari aktifitas daratan sekitarnya yang masuk melalui aliran sungai dan *run off* belum mengganggu stabilitas perairan teluk terutama di lokasi penelitian dan khususnya zooplankton. Indikator ketiga adalah komponen biota dalam rantai makanan di perairan lokasi penelitian tergolong masih lengkap dan sempurna baik dari kelompok produsen maupun konsumen dan reduser. Zooplankton dengan nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh dengan kategori sedang sama dengan perairan Jepara dan pantai Kabupaten Banyuwangi. Nilai indeks keanekaragaman zooplankton di perairan Jepara berkisar dari 2,32 – 2,35 (Endrawati et al., 2007). Pada dua lokasi di Pantai Banyuwangi tepatnya pada pantai Muara Kalimoro dan pantai Kayuaking Kabupaten Banyuwangi nilai indeks keanekaragaman zooplankton secara berturut-turut sebesar 1,1 dan 2,2 (Kurniawan 2011).

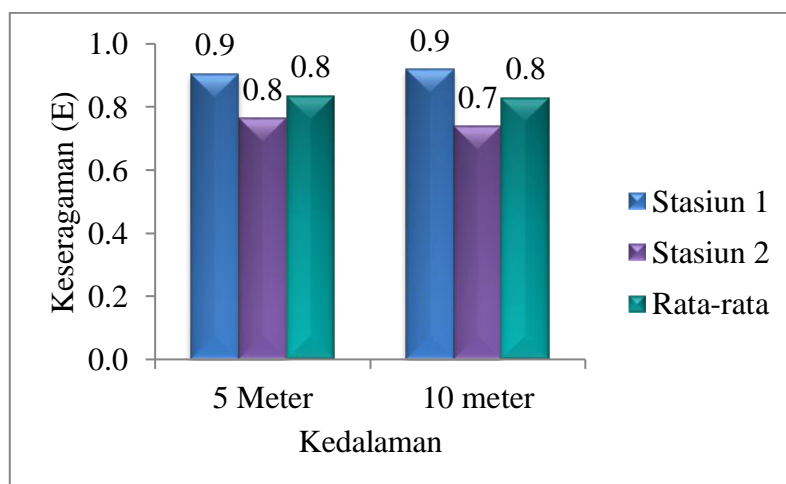
Hal tersebut diperjelas diperolehnya zooplankton dengan nilai indeks keseragaman pada kedua stasiun baik antara kedalaman maupun waktu (Gambar 4 dan Gambar 5). Gambar 4 dan Gambar 5 menunjukkan zooplankton dengan nilai indeks keseragaman yang diperoleh menurut kedalaman berkisar dari 0,7 – 0,9 dan menurut waktu berkisar dari 0,7 – 1,0. Zooplankton dengan nilai indeks keseragaman seperti yang diperoleh termasuk dalam kategori tinggi.



Gambar-2. Nilai keanekaragaman menurut kedalaman

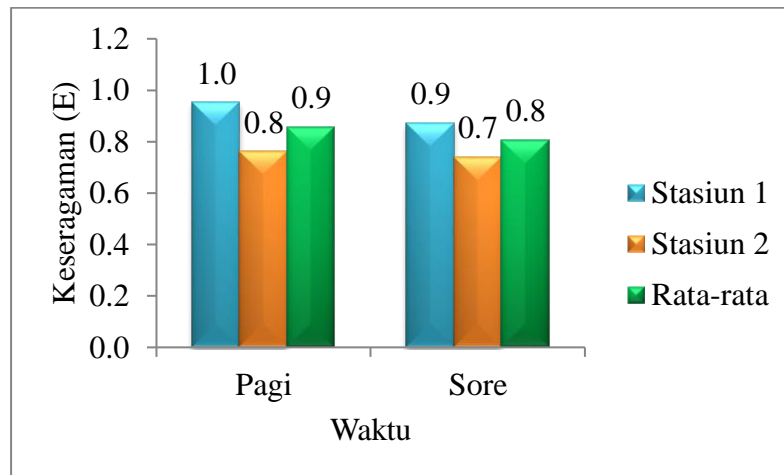


Gambar-3. Nilai keanekaragaman menurut waktu

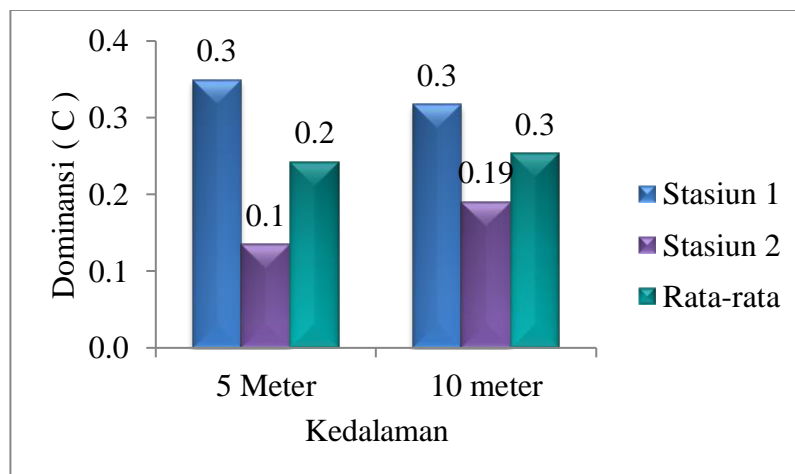


Gambar-4. Nilai keseragaman menurut kedalaman

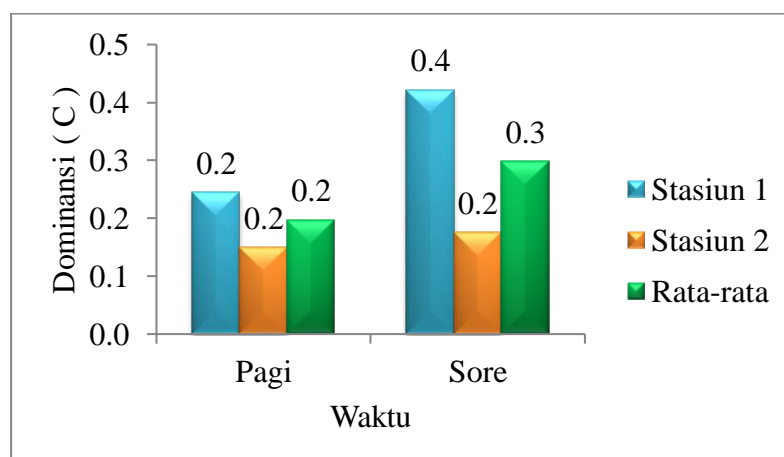
Nilai indeks keseragaman yang diperoleh dengan kategori tinggi ini sama dengan perairan Jepara. Perairan pantai Jepara nilai indeks keseragamannya berkisar dari 0,80 - 0,81 (Endrawati et al., 2007). Zooplankton dengan nilai indeks keseragaman kategori tinggi menunjukkan sebaran zooplankton merata di perairan. Hal ini berkaitan dengan pernyataan Meriyani et al. (2011) bahwa jika nilai indeks keseragaman berada pada kategori tinggi menunjukkan keberadaan setiap jenis biota di perairan dalam kondisi merata. Hal ini berarti pula bahwa keberadaan zooplankton di perairan teluk tidak ada indikator genera yang dominan.



**Gambar-5.** Nilai keseragaman menurut waktu



**Gambar-6.** Nilai dominansi menurut kedalaman



**Gambar-7.** Nilai dominansi menurut waktu

Hal tersebut diperjelas dengan nilai indeks dominansi zooplankton yang diperoleh pada kedua stasiun baik menurut kedalaman maupun waktu (Gambar-6 dan Gambar-7). Berdasarkan Gambar-6 dan Gambar-7 diperoleh nilai indeks dominansi zooplankton menurut kedalaman berkisar dari 0,1 – 0,3 dan menurut waktu berkisar dari 0,2 – 0,4. Zooplankton dengan nilai indeks dominansi yang diperoleh menunjukkan tidak adanya genera zooplankton yang mendominasi di perairan. Zooplankton dengan nilai indeks dominansi yang



diperoleh sama dengan perairan Jepara. Zooplankton di perairan Jepara memiliki nilai indeks dominansi berkisar dari 0,18 – 0,19 (Endrawati et al., 2007). Hal ini berkaitan dengan pernyataan Meriyani et al. (2011) bahwa indeks dominansi dengan nilai besar menunjukkan semakin besar pula kecenderungan salah satu jenis mendominasi suatu populasi.

Stabilitas perairan teluk seperti ditunjukkan oleh nilai indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi karena disokong nilai suhu, salinitas dan pH yang mendukung keberadaan zooplankton di perairan. Hasil penelitian menunjukkan suhu berkorelasi positif dengan zooplankton (Tambaru et al., 2016). Suhu perairan pada kedua stasiun baik menurut kedalaman maupun menurut waktu berkisar dari 29,1 – 29,9 °C rata-rata yang diperoleh sebesar 29,5 °C. Kisaran nilai suhu yang diperoleh sama dengan penelitian sebelumnya di perairan teluk Doreri (Alianto et al., 2016; Sembel et al., 2018; Suhaemi et al., 2022) maupun Teluk Wondama (Alianto et al., 2018). Sama halnya dengan nilai salinitas dan pH yang diperoleh masih dalam kisaran mendukung keberadaan zooplankton. Nilai yang diperoleh untuk salinitas berkisar dari 30 – 35 ppt dengan rata-rata yang diperoleh sebesar 33,2 ppt. Kisaran nilai salinitas yang diperoleh tersebut tergolong kisaran yang baik untuk pertumbuhan plankton yang berkisar dari 11 - 40 ppt (Mariyati *et al.*, 2020). Nilai salinitas yang diperoleh sama dengan pantai Maruni berkisar dari 34 – 35 ppt (Silalahi et al., 2017). pH yang diperoleh berkisar dari 7,9 – 8,3 dengan rata-rata 8,1. Kisaran nilai pH yang diperoleh sama dengan perairan kolam ikan di Manokwari (Nataliah et al., 2022), muara sungai di teluk Sawaibu (Irwan et al., 2017) maupun perairan lainnya seperti Teluk Banten (Alianto et al., 2008). pH air laut yang sesuai untuk pertumbuhan plankton berkisar dari 7,0 – 8,5 (Nontji, 2008).

#### 4. KESIMPULAN

Status ekologi perairan teluk Doreri berdasarkan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi menunjukkan komponen rantai makanan masih lengkap baik dari kelompok produsen, konsumen dan reduser. Pengaruh limbah cair yang berasal dari aktivitas daratan sekitar teluk belum mengganggu keberadaan zooplankton.

#### SARAN

Perlu adanya penelitian lanjutan tentang distribusi dan sebaran zooplankton di perairan pantai dan muara sungai di teluk Doreri. Selain itu, perlu pula dilakukan penelitian tentang pengaruh dan keterkaitan parameter kualitas air dan potensi ikan dengan zooplankton.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alianto, A., Kambanussy, Y., Sembel, L., & Hamuna, B. (2020). Akumulasi biomasa fitoplankton yang diukur sebagai klorofil-a di Perairan Teluk Doreri, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(2), 247-254. <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i2.5428>
- Alianto, A., Henri, H., & Suhaemi, S. (2018). Kelimpahan dan kelompok fitoplankton di perairan luar Teluk Wondama, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 683-697. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.19561>
- Alianto, H. Suhaemi. 2016. Total nitrogen dan fosfat di perairan Teluk Doreri, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat, Indonesia. *Depik*, 5 (3), 128-132. <https://doi.org/10.13170/depik.5.3.5670>
- Alianto, A. E., & Damar, A. (2008). Produktivitas primer fitoplankton dan keterkaitannya dengan unsur hara dan cahaya di perairan Teluk Banten. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 15(1), 21-26.
- Fachrul, M. F. 2007. Metode sampling bioekologi. PT Bumi Aksara. Jakarta.
- Ferdous, Z. & Muktadir, A. K. (2009). A review: potentiality of zooplankton as bioindicator. *American Journal of Applied Sciences*, 6(10), 1815-1819. <https://doi.org/10.3844/ajassp.2009.1815.1819>
- Elungan, G.R., Simatauw, F.F.C., Saleh, F.I.E., Widiastuti, N., Manangkalangi, E., & Putri, A.N. (2022). Struktur vegetasi mangrove dan produksi serasah mangrove *Sonneratia alba* di Telaga Wasti Kabupaten Manokwari, Papua Barat. *Igya Ser Hanjop: Jurnal Pembangunan Berkelanjutan*, 4(2), 93-103. <https://doi.org/10.47039/ish.4.2022.93-103>.
- Endrawati, H., Zainuri, M., Kusdiyantini, E., & Kusumaningrum, H. P. (2007). Struktur komunitas Copepoda di perairan Jepara. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 12(4), 193-198. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.12.4.193-198>.
- Irwan, M., Alianto, A., & Toja, Y. T. (2017). Physical chemical condition of rivers in Sawaibu Bay of Manokwari Regency. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(1), 81-92. <https://doi.org/10.30862/jsai-fpik-unipa.2017.Vol.1.No.1.23>

- Kennish, M.J. 1989. *Practical Handbook of Marine Science*. CRC Press, Inc. Florida
- Kubelaborbir, M. T., Akerina, J. (2015). Kondisi komunitas zooplankton di perairan Teluk Yuotefa Kota Jayapura Provinsi Papua. *The Journal of Fisheries Development*. 1(2), 71-78.
- Kurniawan, A. (2011). Pendugaan status pencemaran air dengan plankton sebagai bioindikator di pantai kabupaten Banyuwangi Jawa Timur. *Jurnal kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 4(1), 18-23. <https://doi.org/10.21107/jk.v4i1.887>
- Marani, A. R., Alianto, A., Sabariah, V., Manaf, M., Tururaja, T. S., & Dody, S. (2022). Zooplankton di perairan Teluk Doreri, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 15(2), 189-196. <https://doi.org/10.21107/jk.v15i2.14134>
- Mariyati, T., Endrawati, H., Supriyantini, E. 2020. Keterkaitan antara kelimpahan zooplankton dan parameter lingkungan di perairan pantai Morosari Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina* 9(2), 157-165. <https://doi.org/10.14710/buloma.v9i2.27136>
- Meriyani, F., Ulqodir, Z. T., Putri, E. W. 2011. Komposisi dan sebaran Fitoplankton di perairan muara sungai Way Belau, Bandar Lampung. *Maspari Journal*. 3 (2), 69-77. <https://doi.org/10.56064/maspari.v3i2.1321>
- Nataliah, D., Saleh, F. I. E., Simatauw, F. F. C., Zainuddin, F., & Dody, S. (2022). Studi kualitas air kolam ikan air tawar di Balai Benih Ikan Sentral Masni, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 4(2), 57-64. <https://doi.org/10.35970/jppl.v4i2.1477>
- Nontji, A. 2008. *Plankton laut*. Jakarta: LIPI Press.
- Omori, M., & T. Ikeda. (1984). *Methods in marine zooplankton ecology*. John Wiley & Sons.
- Pattipeilohy, W. R., Leatemala, S. P. O., Pattiasina, T. F., & Talakua, S. (2020). Fish community structure in seagrass beds of Doreri Bay Manokwari Regency. *Musamus Fisheries and Marine Journal*, 3(1), 17-29. <https://doi.org/10.35724/mfmj.v3i1.2961>
- Sembel, L., & Manan, J. (2018). Sea water quality assessment based on tidal condition in Sawaibu Bay Manokwari: Studi Awal Kualitas Perairan Di Teluk Sawaibu Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 2(1), 1-14. <https://doi.org/10.30862/jsai-fpik-unipa.2018.Vol.2.No.1.28>
- Silalahi, H., & Manaf, M. (2017). Status mutu kualitas air laut pantai Maruni Kabupaten Manokwari. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 1(1), 33-42. <https://doi.org/10.30862/jsai-fpik-unipa.2017.Vol.1.No.1.15>
- Suhaemi, S., & Marhan, S. P. (2022). *Status mutu kualitas perairan Teluk Sawaibu*. CV. Azka Pustaka.
- Tambaru, R., Haris, A & Tasak, A.B. (2016). Identifikasi keterhubungan klorofil-a fitoplankton dan komunitas zooplankton dengan berbagai parameter berpengaruh di estuari sungai Tallo Makassar. Prosiding simposium nasional III kelautan dan perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. pp: 132-139.
- Tambaru, R., Rasyid, A., Faturahman. 2018. Fenomena Distribusi Zooplankton di Perairan Laut Makassar. *Jurnal Pengelolaan Perairan*, 1(2), 1-9.
- Tururaja, T., & Moge, R. (2010). Bakteri coliform di perairan Teluk Doreri, Manokwari aspek pencemaran laut dan identifikasi species. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 15(1), 47-52. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.15.1.47-52>
- Warnetti, S. W., Pattiasina, T. F., Saleh, F. I. E., Alianto, A., Talakua, S., & Matulesy, M. (2020). Spatial distribution of chlorofil-a in Laguna Kabori Manokwari Regency. *Musamus Fisheries and Marine Journal*, 3(1), 77-85. <https://doi.org/10.35724/mfmj.v3i1.3199>
- Yamaji, C.S. (1979). *Illustrations of the marine plankton of Japan*. Hoikusha.