

Hubungan antara Kelimpahan Zooplankton dengan Fitoplankton dan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Kastela, Ternate

The Relationship between Zooplankton Abundance with Phytoplankton and Physico-Chemistry Parameters at Kastela Waters, Ternate

Yuliana ✉ dan Mutmainnah

¹Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Khairun, Ternate
Kampus Gambesi Kotak Pos 53 Ternate Kode Pos 97719 Ternate Selatan Telp. (0921) 3110907, 3110904

✉corresponding author: smashoreng@unhas.ac.id

Abstrak

Zooplankton memiliki peran penting dalam suatu perairan terutama dalam rantai makanan, organisme ini adalah konsumen I yang memainkan peran utama dalam menjembatani transfer energi dari produsen utama (fitoplankton) ke makhluk hidup pada tingkat trofik yang lebih tinggi (ikan dan udang). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kelimpahan zooplankton dengan fitoplankton dan parameter fisika-kimia di perairan Kastela, Ternate. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga April 2017 di perairan Kastela Kota Ternate Provinsi Maluku Utara pada 5 stasiun dan 4 periode pengambilan sampel. Sampel zooplankton diambil dengan metode penyaringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 20 genera zooplankton dari 5 (lima) kelas yaitu Ciliate (4 genera), Crustaceae (8 genera), Hydrozoa (3 genera), Rotifera (3 genera), dan Urochordata (2 genera). Kelimpahan zooplankton berkisar dari 1032 - 10942 sel/l, tertinggi di stasiun 3 periode II (10942 sel/l) dan terendah di stasiun 4 periode I (1032 sel/l). Kisaran nilai indeks-indeks biologi zooplankton yaitu indeks keanekaragaman berkisar 0,5005 - 1,8662, indeks keseragaman berkisar 0,6521 - 0,9601, dan indeks dominansi berkisar 0,1661 - 0,6800. Terjadi keterkaitan yang rendah antara kelimpahan zooplankton dengan kelimpahan fitoplankton dan parameter fisika-kimia perairan di perairan Kastela, dengan koefisien determinasi sebesar 0,236 dan persamaan regresi $Y = 35079,107 + 0,030 \text{ fitoplankton} - 791,251 \text{ suhu} + 75,417 \text{ salinitas} - 1658,557 \text{ pH}$.

Kata kunci: fitoplankton, Kastela, keterkaitan, dan zooplankton.

Abstract

Zooplankton has an important role in a waters especially in the food chain, these organisms are consumers I which play a major role in bridging energy transfer from major producers (phytoplankton) to living things at higher trophic levels (fish and shrimp). This study aims to analyze the relationship between zooplankton abundance with phytoplankton and physico-chemical parameters in the waters of Kastela, Ternate. The research was conducted in March to April 2017 in the waters of Kastela Ternate City North Maluku Province at 5 stations and 4 periods of sampling. Zooplankton samples were taken by filtering method. The results showed that there were 20 zooplankton genera from 5 (five) classes namely Ciliate (4 genera), Crustaceae (8 genera), Hydrozoa (3 genera), Rotifera (3 genera), and Urochordata (2 genera). Zooplankton abundance ranges from 1032 - 10942 cells.l-1, the highest at station 3 period II (10942 cells.l-1) and the lowest at station 4 period I (1032 cells.l-1). The range of values of the zooplankton biological indices is diversity index (0.5005 - 1.8662), uniformity index (0.6521 - 0.9601), and dominance index (0.1661 - 0,6800). There was a low correlation between zooplankton abundance and phytoplankton abundance and physical-chemical parameters of water in Kastela waters, with determination coefficient is 0.236 and regression equation $Y = 35079.107 + 0.030 \text{ phytoplankton} - 791,251 \text{ temperature} + 75,417 \text{ salinity} - 1658,557 \text{ pH}$

Keywords: phytoplankton, Kastela, relationship, zooplankton

Pendahuluan

Semua kumpulan organisme di dalam suatu perairan, baik berupa hewan maupun tumbuhan air yang memiliki ukuran mikroskopis dan hidup melayang mengikuti arah (pergerakan) arus dikategorikan sebagai plankton (Odum, 1998). Plankton dikelompokkan

menjadi 2 yaitu fitoplankton yang memiliki peranan sebagai produsen utama zat-zat organik di dalam perairan, dan zooplankton yang tidak memiliki kemampuan untuk memproduksi zat-zat organik sehingga harus mendapat tambahan bahan organik dari makanannya (Hutabarat dan Evans, 2000).

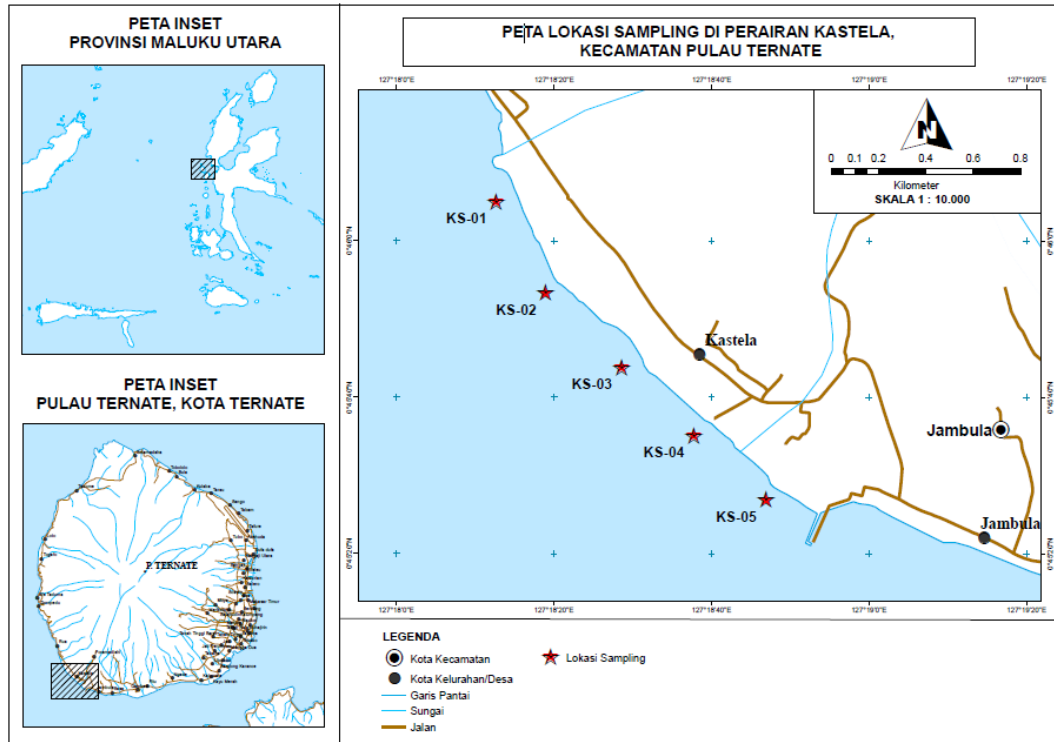
Zooplankton dan fitoplankton mempunyai pola hubungan berupa rangkaian hubungan antara pemangsa dan mangsa, pola ini kemudian membentuk jalur rantai makanan di dalam perairan. Produsen primer (fitoplankton) dimangsa oleh zooplankton, selanjutnya zooplankton dimakan oleh ikan-ikan kecil pada tingkatan tropik yang lebih tinggi (Bouman *et al.*, 2003). Kejadian ini menggambarkan bahwa ada hubungan ketergantungan yang sangat erat antara fitoplankton dan zooplankton (Hutabarat dan Evans 2000; Tambaru, *et. al.*, 2003) yang memberikan dampak pada kelimpahan keduanya di perairan. Selain itu, plankton termasuk zooplankton dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk mengetahui kondisi suatu perairan, yang sangat diperlukan untuk mendukung pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut.

Perairan Kastela merupakan salah satu perairan yang terdapat di Kota Ternate. Perairan ini memiliki lokasi dan peranan yang strategis dan ekonomis dalam mendukung perekonomian di Kota Ternate khususnya dan secara umum Maluku Utara. Perairan Kastela menjadi salah satu kawasan yang dapat digunakan untuk pengembangan pariwisata bahari dan budidaya laut (marine culture) di Maluku Utara. Oleh sebab itu, dalam upaya mendukung lokasi ini sebagai kawasan yang potensial untuk pengembangan budidaya laut berbagai jenis biota perairan, maka pada Perairan Kastela perlu dilakukan suatu penelitian yang komprehensif dalam upaya penyediaan data base tentang kondisi perairan ini. Data tentang kelimpahan zooplankton merupakan salah satu data yang penting disediakan. Hingga saat ini, pada perairan Kastela telah dilakukan beberapa penelitian diantaranya adalah penentuan kontur dan tipe pantai Kastela untuk lokasi wisata pantai, potensi pengembangan mangrove, dan penelitian tentang sosial ekonomi masyarakat yang bermukim di sekitar pantai ini. Namun, penelitian tentang kelimpahan zooplankton belum dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kelimpahan zooplankton dengan fitoplankton dan parameter fisika-kimia di perairan Kastela, Ternate.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga April 2017 di perairan Kastela Kota Ternate Provinsi Maluku Utara pada 5 (lima) stasiun (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 4 (empat) kali dengan periode pengambilan sampel 1 (satu) minggu sekali.



Gambar 1. Lokasi penelitian di perairan Kastela Kota Ternate Maluku Utara Karakteristik mangrove stasiun penelitian

Sampling makrozoobentos dilakukan pada masing-masing stasiun dengan 6 kali ulangan. Sampling dilakukan dengan mengambil sedimen menggunakan skop pada area seluas 20 cm x 20 cm dengan kedalaman 20 cm. Sampel yang telah diambil kemudian disaring menggunakan ayakan dengan mesh size 1 mm. Organisme makrozoobentos yang tersaring diambil dan dimasukkan ke dalam kantong sampel diberi pengawet alkohol \pm 20 ml dengan konsentrasi 70%, selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi. Kelimpahan makrozoobentos dihitung berdasarkan formula yang diberikan oleh Odum (1993).

Pengambilan sampel sedimen untuk analisis bahan organik total (BOT) dilakukan dengan menggunakan *core* yang terbuat dari pipa paralon berukuran diameter 2 inci dengan panjang 20 cm. Sedimen yang telah diambil dimasukkan ke dalam kantong sampel dan disimpan di *cool box* yang berisi es batu sebagai pendingin agar tidak terjadi penguraian oleh bakteri. Sampel dibawa ke laboratorium untuk analisis BOT. Analisis BOT dilakukan dengan menggunakan metode pembakaran dengan suhu tinggi (*loss on ignition*, LOI) (Heiri *et al.*, 2001). Selain BOT, beberapa parameter fisika kimia lainnya seperti Eh dan pH sedimen dan *porewater*; serta oksigen terlarut, suhu dan salinitas air dan *porewater* dirujuk pada penelitian yang dilakukan pada lokasi dan waktu yang sama oleh Isyrini *et al.* (2017).

Penentuan ukuran butiran sedimen dilakukan dengan metode pengayakan kering (*dry sieving*). Sekitar 100 gr sedimen diayak selama 10 menit dengan menggunakan sieve net

yang tersusun secara berurutan dengan ukuran (*mesh size*) 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm, 0,125 mm dan 0,063 mm. Sedimen yang tertahan pada setiap ayakan ditimbang dan diklasifikasikan menurut ukuran butirannya.

Pencacahan Zooplankton

Contoh air untuk spesimen zooplankton disaring sebanyak 30 liter dengan menggunakan plankton net ukuran 25 μm . Hasil penyaringan dimasukkan ke dalam botol volume 110 ml dan diawetkan dengan larutan lugol 4%. Selanjutnya sampel tersebut diidentifikasi di Laboratorium Sistem dan Teknologi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Khairun, dengan berpedoman pada buku identifikasi dari Davis (1955), Sachlan (1982), Yamaji (1979), dan Tomas (1997).

Kelimpahan jenis zooplankton dihitung berdasarkan persamaan menurut APHA (2005) sebagai berikut :

$$N = O_i/O_p \times V_r/V_o \times 1/V_s \times n/p$$

Keterangan: N = Jumlah individu per liter; O_i = Luas gelas penutup preparat (mm^2); O_p = Luas satu lapangan pandang (mm^2); V_r = Volume air tersaring (ml); V_o = Volume air yang diamati (ml); V_s = Volume air yang disaring (l); n = Jumlah plankton pada seluruh lapangan pandang; p = Jumlah lapangan pandang yang teramati.

Indeks Shannon-Wiener digunakan untuk menghitung indeks keanekaragaman (diversity index) jenis, serta indeks keseragaman, dan indeks dominansi dihitung menurut Odum (1998) dengan rumus sebagai berikut :

1. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener:

$$H' = - \sum_{i=1}^s (n_i/N) \ln (n_i/N)$$

2. Indeks keseragaman:

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

3. Indeks dominansi:

$$D = \sum_{i=1}^s (n_i/N)^2$$

Keterangan: H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener; E = Indeks keseragaman; D = Indeks dominansi Simpson; n_i = Jumlah individu genus ke-I; N = Jumlah total individu seluruh genera; H_{\max} = Indeks keanekaragaman maksimum (= $\ln S$, dimana S = Jumlah jenis)

Sebagai data penunjang dilakukan pengukuran beberapa parameter fisika-kimia perairan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan zooplankton. Pengukuran

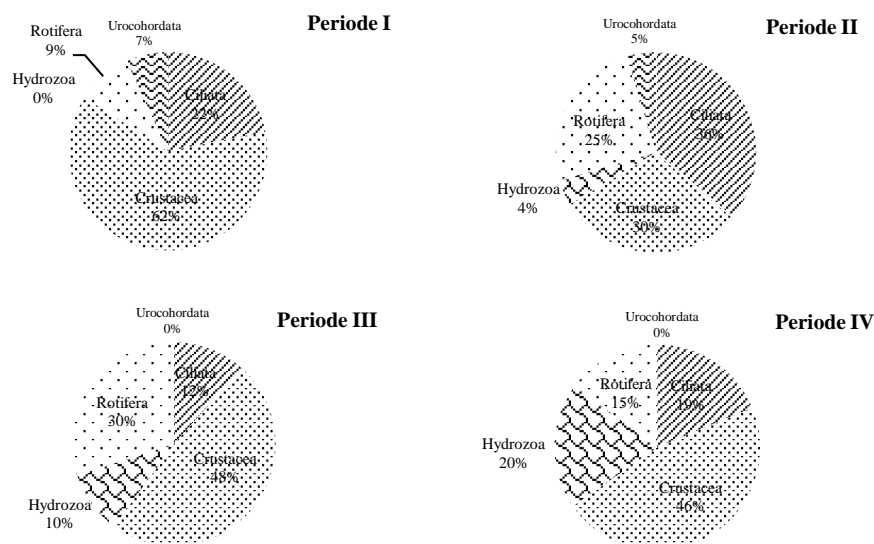
parameter-parameter tersebut (suhu, salinitas, dan pH dilakukan secara insitu (APHA, 2005).

Data-data yang diperoleh dari penelitian ini ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik, dan khusus kelompok data penunjang akan dianalisis secara deskriptif. Sementara itu, analisis regresi digunakan untuk menentukan hubungan antara kelimpahan zooplankton dengan fitoplankton dengan parameter fisika-kimia perairan. Untuk memudahkan perhitungan dalam analisis digunakan Excel Stat Pro 5.0 dan Program Minitab 18.

Hasil dan Pembahasan

Komposisi Jenis dan Kelimpahan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi jenis zooplankton berdasarkan stasiun dan waktu pengamatan memiliki jumlah genus yang bervariasi, dengan kisaran antara 2 - 9 genus. Selama penelitian ditemukan bahwa terdapat 20 genera zooplankton dari 5 (lima) kelas yaitu Ciliate (4 genera), Crustaceae (8 genera), Hydrozoa (3 genera), Rotifera (3 genera), dan Urochordata (2 genera). Jumlah genus yang ditemukan tersebut lebih sedikit dibandingkan dengan penelitian Ruga dkk. (2014) di Perairan Bunaken Manado serta penelitian Abdul et al. (2016) di pesisir barat daya Nigeria yang masing-masing mendapatkan 28 jenis. Kelas yang terdapat pada semua lokasi dan waktu pengamatan adalah Crustacea, sedangkan kelas Urochordata hanya terdapat pada stasiun 1 dan 2 periode I serta stasiun 3 dan 5 periode II. Hal ini mengindikasikan bahwa kelas Crustacea memiliki penyebaran yang lebih luas daripada kelas-kelas yang lain di perairan Kastela. Hal serupa ditemukan oleh Pratiwi *et al.* (2016) bahwa kelas Crustacea yang mendominasi zooplankton di perairan pesisir Tangerang.



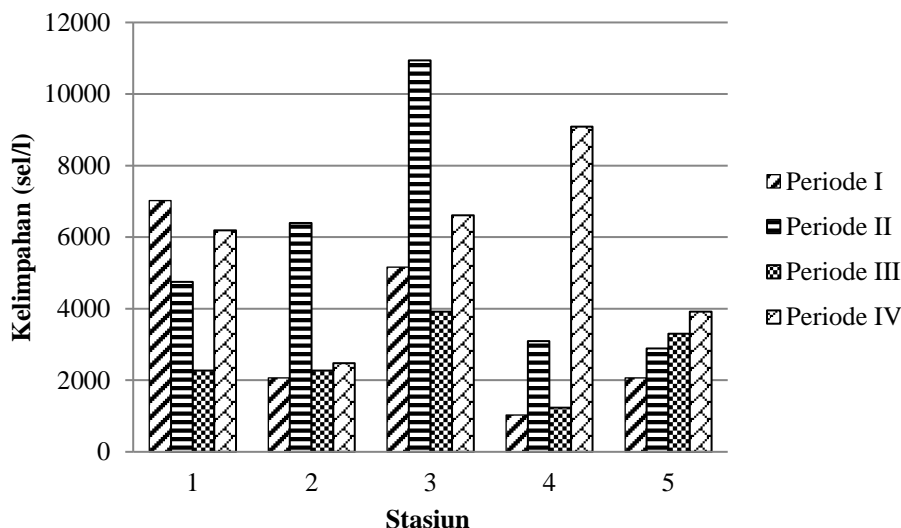
Gambar 2. Komposisi jenis zooplankton pada masing-masing stasiun dan periode pengamatan di Perairan Kastela Ternate.

Apabila ditelaah lebih jauh, maka didapatkan bahwa tidak ada genus yang ditemukan pada semua stasiun dan waktu pengamatan. Genus yang ditemukan pada hampir semua stasiun dan waktu pengamatan adalah *Acartia* (kelas Crustacea) dan *Trichocerca* (kelas Rotifera). Genus *Acartia* tidak didapatkan pada stasiun 3, 4, dan 5 periode II, sementara itu *Trichocerca* tidak dijumpai hanya pada stasiun 1, 2, dan 4 periode I. Hal ini mengindikasikan bahwa kedua genus tersebut memiliki distribusi yang lebih luas dibandingkan dengan genus-genus yang lain. Sedangkan genus yang paling jarang ditemukan adalah *Centropages* (kelas Crustacea), genus ini hanya ditemukan pada stasiun 3 periode II, serta genus *Tomopleris* (kelas Rotifera) yang hanya ditemukan pada stasiun 5 periode III.

Apabila komposisi zooplankton ditelusuri lebih jauh berdasarkan periode pengamatan, maka didapatkan bahwa kelas Crustacea mendominasi semua kelas hampir pada semua periode pengamatan, kecuali periode kedua yang didominasi oleh kelas Ciliata. Sedangkan kelas Urochordata hanya terdapat pada periode II dan III (Gambar 2).

Selama penelitian di perairan Kastela ditemukan bahwa kelimpahan zooplankton memiliki nilai yang bervariasi antara setiap stasiun dan waktu pengamatan. Kelimpahan zooplankton yang diperoleh memiliki nilai yang berkisar antara 1032 - 10942 sel/l, kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun 3 periode II dengan nilai sebesar 10942 sel/l dan terendah di stasiun 4 periode I dengan nilai kelimpahan adalah 1032 sel/l (Gambar 3). Kelimpahan zooplankton yang diperoleh tersebut memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Tambaru *et al.* (2014) di Perairan Pulau Badik Pangkep yang memperoleh kelimpahan zooplankton yang berkisar antara 55 - 225 ind./l. Namun, lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian Yuliana dan Ahmad (2017) di Perairan Teluk Buli yang memperoleh kelimpahan zooplankton sebesar 4568 – 19322 ind./m³, serta penelitian Pratiwi *et al.* (2017) di perairan Selat Bali yang mendapatkan kelimpahan zooplankton dengan kisaran antara 33098 - 1413069 ind./m³.

Kelimpahan zooplankton berdasarkan genus selama penelitian didapatkan bahwa genus *Trichocerca* (kelas Rotifera) memiliki kelimpahan tertinggi yaitu 19613 sel/l dan terendah adalah genus *Helicostomella* (kelas Ciliata), serta *Euterpina* dan *Styliola* (kelas Crustacea) dengan kelimpahan masing-masing adalah 204 sel/l. Hal ini berbeda dengan penelitian McKinstry dan Campbell (2018) di Prince William Sound, Alaska yang menemukan bahwa spesies yang umum ditemukan (dominan) yaitu *Oithona similis*, *Limacina helicina*, *Pseudocalanus spp.*, dan *Acartia longiremis*.



Gambar 3. Kelimpahan zooplankton pada masing-masing stasiun dan periode pengamatan di Perairan Kastela Ternate.

Kelimpahan zooplankton tertinggi yang terdapat pada stasiun 3 periode II dengan nilai sebesar 10942 sel/l disebabkan oleh kandungan parameter fisika-kimia perairan pada lokasi dan waktu pengamatan ini layak dan mampu mendukung pertumbuhan dan perkembangan zooplankton sehingga organisme ini dapat tumbuh secara maksimal. Nilai parameter fisika-kimia perairan pada stasiun 3 periode II berturut-turut adalah suhu : 25,8oC, salinitas : 30, dan pH : 7,63. Selain itu, makanan yang tersedia di lokasi dan waktu pengamatan tersebut berada pada kondisi sesuai dengan kebutuhan untuk menyokong kehidupan zooplankton. Apabila ditelusuri lebih jauh, kelimpahan fitoplankton sebagai makanan dari zooplankton pada stasiun 3 periode pengamatan II adalah 23123 sel/L. Kandungan fitoplankton yang rendah tersebut mengindikasikan bahwa telah terjadi pemangsa (grazing) fitoplankton oleh zooplankton. Hal ini sesuai dengan penelitian Stel'makh et al. (2009) di bagian barat Laut Hitam yang menemukan bahwa telah terjadi grazing fitoplankton oleh zooplankton sebesar 0,10 - 0,69 per hari.

Kelimpahan terendah (1032 sel/l) yang didapatkan pada stasiun 4 periode I lebih disebabkan oleh ketersediaan makanan yang tidak memadai sehingga zooplankton tidak dapat tumbuh dan berkembang secara maksimal. Pada lokasi dan waktu pengamatan ini kelimpahan fitoplankton yang diperoleh adalah 28698 sel/l. Parameter fisika-kimia pada lokasi dan waktu pengamatan ini bukan merupakan masalah karena memiliki nilai yang tidak terlalu jauh berbeda dengan stasiun-stasiun dan waktu pengamatan yang lain.

Indeks-indeks Biologi

Indeks-indeks biologi zooplankton yang diamati pada penelitian ini yaitu indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (D). Indeks-indeks

tersebut memperlihatkan kekayaan jenis dalam suatu komunitas serta keseimbangan jumlah individu tiap jenis. Hasil perhitungan indeks-indeks biologi zooplankton selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Secara umum diperoleh bahwa nilai indeks keanekaragaman (H') selama penelitian pada semua stasiun dan waktu pengamatan memiliki nilai yang berkisar antara 0,5005 - 1,8662 (Tabel 1). Hal ini berarti bahwa keanekaragaman jenis zooplankton di perairan ini termasuk dalam kategori rendah hingga sedang. Indeks keanekaragaman yang rendah ini mengindikasikan bahwa komunitas zooplankton pada lokasi penelitian sedang mengalami gangguan faktor lingkungan atau parameter-parameter lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan zooplankton berada pada kisaran yang kurang sesuai.

Tabel 1. Indeks-indeks biologi zooplankton pada masing-masing stasiun dan periode pengamatan di perairan Kastela Ternate

Periode	Stasiun	Indeks-indeks Biologi		
		H'	E	D
I	1	1,8477	0,9496	0,1661
	2	1,5048	0,9350	0,2400
	3	1,0496	0,6521	0,4912
	4	0,5004	0,7219	0,6800
	5	1,2206	0,8805	0,3400
II	1	1,5199	0,9443	0,2363
	2	1,5475	0,8637	0,2570
	3	1,8577	0,8455	0,1905
	4	1,3605	0,8453	0,3067
	5	1,8662	0,8975	0,1939
III	1	1,7202	0,9601	0,1901
	2	0,7595	0,6914	0,5702
	3	1,6908	0,9436	0,1967
	4	1,0114	0,9206	0,3889
	5	1,2130	0,8750	0,3438
IV	1	1,7292	0,8886	0,2000
	2	1,3522	0,8402	0,3056
	3	1,5853	0,8147	0,2637
	4	1,5620	0,7109	0,3326
	5	1,7087	0,8781	0,2133

Keterangan : H' = Indeks Keanekaragaman, E = Indeks Keseragaman, dan D = Indeks Dominansi

Indeks keseragaman (E) yang didapatkan selama penelitian memiliki nilai yang berkisar antara 0,6521 - 0,9601 (Tabel 1). Berdasarkan kriteria Daget (1976) bahwa struktur komunitas pada stasiun-stasiun tersebut berada pada kondisi labil hingga stabil. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan perairan pada lokasi penelitian relatif kurang sesuai dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan masing-masing genus zooplankton.

Nilai indeks dominansi (D) yang ditemukan pada semua stasiun dan waktu pengamatan memiliki nilai yang berkisar antara 0,1661 - 0,6800 (Tabel 1). Jika ditelusuri lebih jauh didapatkan bahwa pada umumnya semua lokasi dan waktu pengamatan memiliki

nilai yang mendekati 0 (di bawah 0,5), kecuali pada stasiun 4 periode I dan stasiun 2 periode III. Hal ini berarti bahwa di dalam struktur komunitas zooplankton yang sedang diamati pada perairan Kastela tidak terdapat genus yang secara ekstrim mendominasi genus yang lain, semua genus zooplankton memiliki peluang dan kemampuan yang sama untuk tumbuh dan berkembangbiak.

Keterkaitan antara Kelimpahan Zooplankton dengan Fitoplankton dan Parameter Fisika-Kimia Perairan

Pertumbuhan dan perkembangan zooplankton di dalam suatu perairan dipengaruhi oleh faktor eksternal dan internal. Kedua faktor tersebut masing-masing memiliki peranan yang penting dan saling bersinergi dalam menentukan besarnya kelimpahan dan keberadaan organisme ini dalam suatu perairan. Namun, pada penelitian ini hanya faktor eksternal yang dibahas dan dikaji secara mendalam. Parameter lingkungan yang menjadi fokus dalam kajian ini adalah parameter fisika-kimia perairan seperti suhu, salinitas, dan pH. Analisis linear berganda yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara kelimpahan zooplankton dengan fitoplankton dan parameter fisika-kimia perairan. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan bahwa terdapat hubungan yang rendah antara kelimpahan zooplankton dengan kelimpahan fitoplankton dan parameter fisika-kimia perairan di perairan Kastela, dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,236 dan persamaan regresi $Y = 35079,107 + 0,030 \text{ fitoplankton} - 791,251 \text{ suhu} + 75,417 \text{ salinitas} - 1658,557 \text{ pH}$.

Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah bahwa terjadi hubungan yang rendah antara kelimpahan zooplankton dengan kelimpahan fitoplankton dan parameter fisika-kimia perairan di perairan Kastela Ternate.

Daftar Pustaka

- Abdul, W.O., E.O. Adekoya, K.O. Ademolu, I.T. Omoniyi, D.O. Odulate, T. E. Akindokun, dan A.E. Olajide. 2016. The effects of environmental parameters on zooplankton assemblages in tropical coastal estuary, South-west, Nigeria. *Egyptian Journal of Aquatic Research*. 42 : 281 -287.
- [APHA] American Public Health Association. 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21th edition. Washington: APHA, AWWA (American Waters Works Association) and WPCF (Water Pollution Control Federation). Pp: 3-42.
- Bouman, H. A., T. Platt, S. Sathyendranath, W. K. W. Li, V. Stuart, C. Fuentes-Yaco, H. Maass, E. P. W. Horne, O. Ulloa, V. Lutz, and M. Kyewalyanga. 2003. Temperature as Indicator of Optical Properties and Community Structure of Marine

- Phytoplankton: Implications for Remote Sensing. *Mar Ecol Prog Ser.* Vol. 258: 19-30.
- Daget, J. 1976. *Les Modeles Mathematiques en Ecologie.* Collection de Ecologic Masson, Paris.
- Davis, G.C. 1955. *The Marine and Freshwater Plankton.* Michigan State University Press, USA. 526 p.
- Hutabarat, S dan S.M. Evans. 2000. *Pengantar Oceanografi.* Universitas Indonesia (UI-Press). Jakarta. 159 p.
- McKinstry, C.A.E. dan R.W. Campbell. 2018. Seasonal variation of zooplankton abundance and community structure in Prince William Sound, Alaska, 2009–2016. *Elsevier, Deep-Sea Research Part II* 147 : 69 - 78.
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-dasar Ekologi : Terjemahan dari Fundamentals of Ecology.* Alih Bahasa Samingan, T. Edisi Ketiga. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta. 697 p.
- Pratiwi, N. T. M., Ardhito, D. Y. Wulandari, dan A. Iswantari. 2016. Horizontal distribution of zooplankton in Tangerang Coastal Waters, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences* 33 : 470 - 477.
- Pratiwi, N.T.M., D.Y. Wulandari, I.P. Ayu, dan A. Iswantari. 2017. Diversity and Spatial Distribution of Plankton in Connected Waters of Bali Strait, Between Eastern Part of Java and Western Part of Bali Island. *Earth and Environmental Science* 54(2017) 012090.
- Ruga, L., M. Langoy, A. Papu, dan B. Kolondam. 2014. Identifikasi Zooplankton di Perairan Pulau Bunaken Manado. *Jurnal MIPA Unsrat online* 3 (2) : 84-86.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi.* Correspondence Course Centre. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Pertanian, Jakarta.
- Stel'makh, L.V., I.I. Babich, S. Tugrul, S. Moncheva, dan K. Stefanova. 2009. Phytoplankton growth rate and zooplankton grazing in the western part of the Black Sea in the autumn period. *Oceanology.* Vol. 49 (1) : 83 - 92.
- Tambaru, R., E.M. Adiwilaga, dan R.F. Kaswadji. 2003. Hubungan Antara Produktivitas Primer Fitoplankton dan Intensitas Cahaya di Perairan Teluk Hurun. *Jurnal Torani, Ilmu Kelautan Unhas No. 4 Vol. 14,* Makassar
- Tambaru, R., A. H. Muhiddin, dan H. S. Malida. 2014. Analisis Perubahan Kepadatan Zooplankton berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton pada Berbagai Waktu dan Kedalaman di Perairan Pulau Badi Kabupaten Pangkep. *Torani (Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan).* Vol.24 (3) : 40-48.
- Tomas, C.R. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton.* Academic Press Harcourt & Company, San Diego-New York-Boston-London-Sydney-Tokyo-Toronto. 858 p.
- Yamaji, C.S. 1979. *Illustration of the Marine Plankton of Japan.* Hoikiska Publ. Co. Ltd., Japan. 572 p.
- Yuliana dan F. Ahmad. 2017. Komposisi Jenis dan Kelimpahan Zooplankton di Perairan Teluk Buli, Halmahera Timur. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan (Agrikan UMMU-Ternate).* Vol. 10 (2) : 44 – 50.