

**ANALISIS PERUBAHAN KEPADATAN ZOOPLANKTON BERDASARKAN
KELIMPAHAN FITOPLANKTON PADA BERBAGAI WAKTU
DAN KEDALAMAN DI PERAIRAN PULAU BADI
KABUPATEN PANGKEP**

**The Analysis of Changes in the Density of Zooplankton Based on the Abundance of
Phytoplankton at Various Time and Depth in The Waters of the Badi Islands of Pangkep
Regency**

Rahmadi Tambaru, Amir Hamzah Muhiddin, dan Hasrul Suaidi Malida*

Diterima: 2 November 2014; Disetujui: 2 Desember 2014

ABSTRACT

Basic of zooplankton dependence on the phytoplankton to fulfill the requirement energy needs and creates a complex relationship. The relationship of dependency between fitoplankton and zooplankton are very close, eventually can cause the changing in the zooplankton density in the time and space. The aims of study to analyze the changes in the zooplankton density on the phytoplankton abundance based on various time and depth in the waters Badi Island of Pangkep Regency. The research has been carried out December 2009 to April 2010. The results showed that changes in zooplankton density, not only because of the phytoplankton abundance but also due to other factors such as sunlight.

Keywords : density, abundance, zooplankton, phytoplankton, Badi Island.

PENDAHULUAN

Plankton (fitoplankton dan zooplankton) merupakan makanan alami larva organisme di Perairan laut. Sebagai produsen primer, fitoplankton memiliki kemampuan untuk memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber energi dalam aktivitas kehidupannya, sementara itu zooplankton berkedudukan sebagai konsumen primer dengan memanfaatkan sumber energi yang dihasilkan oleh produsen primer (Lagus *et.al*, 2004; Andersen *et.*, 2006).

Zooplankton melakukan gerakan vertikal secara berkala dalam rentang waktu tertentu di Perairan Laut. Sebagai contoh, zooplankton bergerak ke permukaan pada malam hari dan menuju ke kedalaman menjelang cahaya matahari kembali tersedia di kolom perairan pada siang hari. Penelitian yang pernah dilakukan di Pulau Barrang Lompo membuktikan adanya kenyataan itu. Pada siang hari zooplankton bergerak menyusup ke perairan yang lebih dalam, baru pada malam hari mereka kembali ke permukaan perairan (Malida, 2009). Pergerakan organisme ini dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain kelimpahan fitoplankton.

Pola hubungan antara zooplankton dan fitoplankton merupakan rangkaian hubungan pemakan dan mangsa. Hubungan itu membentuk jalur rantai makanan. Fitoplankton sebagai produsen primer dimangsa oleh zooplankton, pada gilirannya zooplankton dimakan oleh ikan-ikan kecil pada tingkatan tropik yang lebih tinggi (Bouman *et.al*, 2003). Peristiwa ini menunjukkan bahwa hubungan ketergantungan antara fitoplankton dan zooplankton adalah sangat erat (Hutabarat dan Evans 2000; Tambaru, *et. al*, 2001; 2003; 2005). Dari ketergantungan ini memberikan dampak pada kelimpahan keduanya di perairan.

Perubahan kepadatan dan pergerakan zooplankton sebagai akibat kelimpahan fitoplankton dapat dicermati dengan melakukan penelitian pada berbagai waktu dan kedalaman. Seiring dengan

*** Korespondensi :**

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10, Tamalanrea, Makassar 90245
Telp./Fax: (0411) 587000, e-mail : aditbr69@yahoo.com

bertambahnya waktu, fenomena hubungan antara keduanya akan dapat menjelaskan bersamaan dengan adanya perubahan kelimpahan kedua organisme ini di setiap kedalaman perairan.

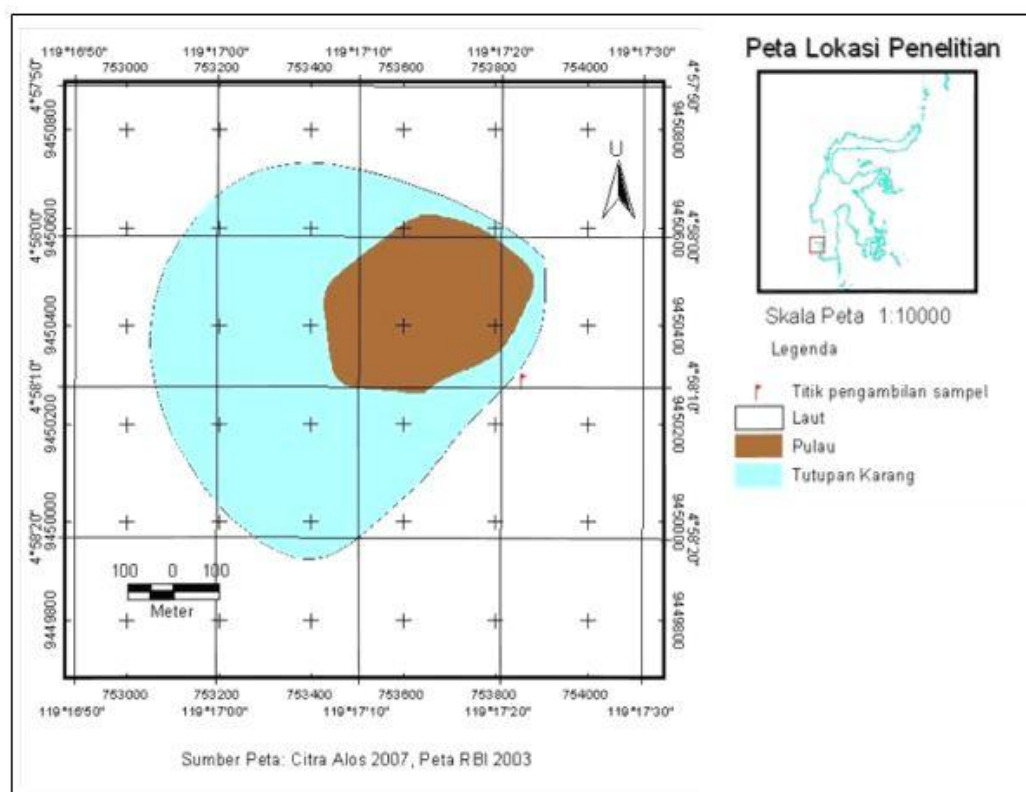
Untuk itu, telah dilakukan penelitian menyangkut tentang perubahan kepadatan zooplankton berdasarkan kelimpahan fitoplankton pada berbagai waktu dan kedalaman di perairan Pulau Badi Kabupaten Pangkep. Diharapkan hasil penelitian memberikan kepastian ilmiah untuk mendukung teori hubungan antara zooplankton dan fitoplankton di perairan laut.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2009 – April 2010 di perairan Pulau Badi Kabupaten Pangkep (Gambar 1). Identifikasi sampel zooplankton dan fitoplankton dilakukan di laboratorium Biologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar. Beberapa buku identifikasi yang digunakan seperti Newel and Newell (1977) dan Boney (1989).

Alat yang akan digunakan dalam penelitian adalah *kemmerer water sampler*, plankton net, *roll film*, *cool box*, *Sedgwick Rafter Counting Cell* (SRC), dan buku identifikasi. Bahan amatan berasal dari sampel air laut pada stasiun dengan waktu dan kedalaman perairan yang berbeda.

Perairan Pulau Badi merupakan tempat penelitian dilaksanakan (Gambar 1). Pada perairan ini, penelitian dilakukan pada lokasi yang relatif tenang. Penelitian dilakukan pada satu stasiun dengan empat kedalaman yaitu 0, 5, 10, dan 15 m. Waktu pengambilan sampel dilakukan mulai jam 18.00 - 18.00 (hari berikutnya) dengan selang waktu 3 jam (18.00, 21.00, 24.00, 03.00, 06.00, 09.00, 12.00, 15.00, 18.00).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengambilan Sampel dan Pencacahan Zooplankton dan Fitoplankton

Pengambilan sampel air untuk analisa zooplankton dan fitoplankton dilakukan pada setiap waktu dan kedalaman. Sebanyak 50 liter air laut diambil dengan menggunakan *kemmerer water sampler* (Tambaru *et al*, 2005), lalu disaring dengan plankton net dengan ukuran 30 μ m. Hasil penyaringan selanjutnya ditampung dalam botol sampel plankton (volume 30 ml) dan kemudian diawetkan dengan larutan lugol (0.5 %). Untuk pencacahan zooplankton dan fitoplankton digunakan SRC dengan bantuan mikroskop. Dalam penghitungan kelimpahan individu zooplankton dan fitoplankton dilakukan berdasarkan modifikasi metode "Lackley drop microtransek counting" (APHA, 1992) dengan menggunakan rumus yaitu :

$$N = n \times \frac{V_t}{V_{cg}} \times \frac{1}{V_d}$$

di mana :

- N = Kelimpahan total plankton (sel/l)
- n = Jumlah sel plankton yang teramati
- V_t = Volume sample yang terendapkan (ml)
- V_{cg} = Volume SRC (ml)
- V_d = Volume sample yang endapkan (l)

Pengukuran Parameter Oseanografi

Sebagai data pendukung, dilakukan pengukuran parameter oseanografi secara langsung di lapangan meliputi suhu, pH, salinitas, arus, dan kecerahan berturut-turut dengan menggunakan pH meter, hand refraktometer, layang-layang arus, dan *seichi disk*.

Analisis Data

Untuk melihat perbedaan kepadatan zooplankton pada setiap waktu dan kedalaman penelitian dilakukan uji anova satu arah. Selanjutnya, untuk menganalisis perubahan kepadatan zooplankton berdasarkan kelimpahan fitoplankton pada setiap waktu dan kedalaman dilakukan dengan uji korelasi pearson's (Steel & Torrie, 1989).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Oseanografi

Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada setiap waktu dan kedalaman selama penelitian diperoleh kisaran antara 28°C - 32°C. Kisaran tersebut cukup stabil dan masih dalam batas kelayakan kehidupan plankton. Menurut Ruyitno (1980), secara umum suhu optimal bagi perkembangan plankton ialah 20°C - 30°C.

Salinitas

Nilai salinitas yang terukur selama penelitian berkisar antara 29 – 32 ‰. Dari hasil tersebut diketahui bahwa kisaran itu sesuai pertumbuhan plankton. Menurut Sachlan (1982), plankton laut dapat hidup pada kisaran salinitas yang lebih besar dari 20 ‰.

Derajat Keasaman (pH)

Pada pengukuran pH, diperoleh kisaran yang relatif sama pada setiap waktu dan kedalaman. Koesoebiono (1981) menjelaskan bahwa pH air laut cenderung stabil dan konstan. Dari hasil penelitian, nilai pH berkisar antara 6,92 – 7,29. Nilai kisaran ini masih sesuai untuk pertumbuhan plankton dan belum membatasi laju pertumbuhannya. Omori dan Ikeda (1984) menyatakan bahwa pH

air laut dianggap sebagai salah satu faktor utama yang membatasi laju pertumbuhan plankton laut jika nilai salinitas kurang dari 7,0 atau lebih dari 8,5.

Arus

Hasil pengukuran kecepatan arus berkisar antara 0,019 - 0,069 m/s. Kecepatan arus seperti ini tergolong lambat. Mason (1981) menjelaskan bahwa kecepatan arus yang lebih kecil dari 0,5 m/s tergolong arus yang sangat lambat. Kecepatan arus seperti itu memungkinkan aktifitas plankton berjalan dengan baik.

Kecerahan

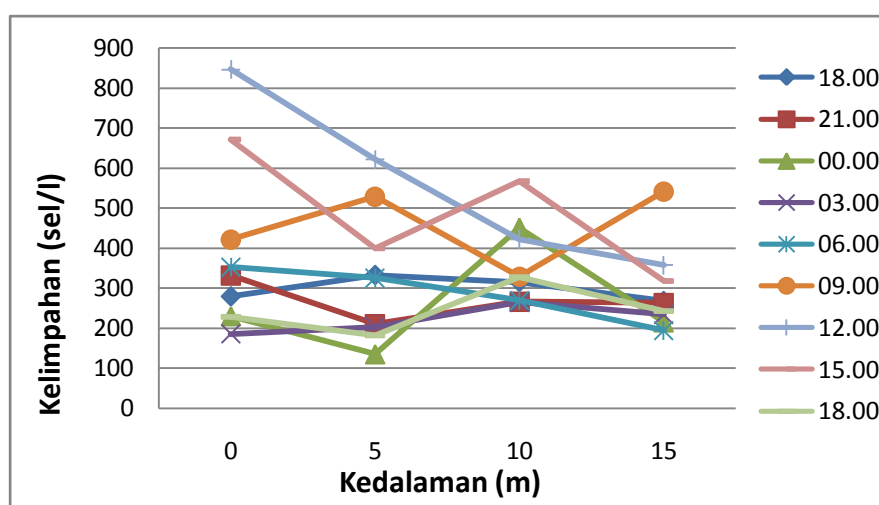
Kecerahan merupakan salah satu faktor penentu keberlanjutan kehidupan plankton. Menurut Hutabarat dan Evans (2000), tinggi rendahnya kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh besarnya cahaya matahari yang menembus lapisan perairan. Dari hasil pengukuran, kecerahan menembus sampai kedalaman 16 meter yang melewati kedalaman terdalam dari penelitian ini (15 m). Berdasarkan hal tersebut, plankton khususnya fitoplankton dapat beraktifitas dengan baik sampai kedalaman penelitian terdalam.

Kelimpahan Jenis Fitoplankton pada Setiap Waktu dan Kedalaman

Hasil pencacahan kelimpahan fitoplankton ditemukan 28 genus dari 3 kelas yaitu Bacillariophyceae, Dinophyceae, dan Cyanophyceae dengan kelimpahan genus yang beragam pada setiap waktu dan kedalaman. Secara umum kelimpahan genus fitoplankton yang tercacah selama penelitian berkisar 136 – 847 sel/l (Tabel 1).

Dari distribusi kelimpahan fitoplankton pada setiap waktu dan kedalaman (Gambar 2) dapat dijelaskan bahwa pengamatan pertama yang dimulai pada jam 18.00 memperlihatkan kelimpahan fitoplankton tertinggi pada kedalaman 5 m. Hal ini dapat diterangkan bahwa peristiwa itu sangat mungkin terjadi sebab kedalaman tersebut merupakan bagian kedalaman yang paling produktif di saat cahaya matahari tersedia. Walau pada kenyataannya ketersediaan cahaya mulai meredup pada jam pengamatan ini, namun kelimpahan tertinggi pada kedalaman 5 m merupakan imbas dari pertumbuhan fitoplankton di jam-jam sebelumnya (saat masih ada cahaya matahari).

Pada jam 21.00, kelimpahan tertinggi tercatat berada pada kedalaman 0 m. Dilihat dari jumlahnya, kelimpahan fitoplankton pada kedalaman ini lebih rendah jika dibandingkan dengan kedalaman 5 pada pengamatan jam 18.00 (Gambar 2). Fenomena ini sangat kuat diduga disebabkan oleh zooplankton menggrazing fitoplankton. Untuk diketahui, pergerakan jenis-jenis zooplankton menuju permukaan perairan semakin banyak seiring dengan ketiadaan cahaya matahari sejak jam 18.00.



Gambar 2. Kelimpahan Genus Fitoplankton (sel/l)

Pengamatan pada jam 00.00, kelimpahan fitoplankton tertinggi tercatat berada pada kedalaman 10 m (Gambar 2). Hal ini merupakan suatu keanehan. Mungkin saja pada kedalaman 10 m terjadi penambahan jumlah fitoplankton akibat adanya penenggelaman yang berasal dari permukaan perairan dan tidak sempat digrazing oleh zooplankton. Di samping itu, disinyalir grazing zooplankton tidak banyak terjadi di kedalaman ini sebab diduga zooplankton secara umum sudah terkonsentrasi di permukaan perairan (kedalaman 0 m). Peristiwa ini berlanjut pada pengamatan jam 03.00.

Tabel 1. Hasil Pencacahan Rata-rata Kepadatan Zooplankton dan Kelimpahan Fitoplankton

Waktu (jam)	Kedalaman (m)	Kepadatan genus zooplankton (Ind/L)	Kelimpahan genus fitoplankton (Sel/L)
18.00	0	125	278
	5	158	333
	10	179	316
	15	141	268
21.00	0	155	332
	5	225	211
	10	143	267
	15	134	264
0.00	0	193	231
	5	121	136
	10	131	452
	15	100	215
3.00	0	146	186
	5	91	203
	10	131	265
	15	86	234
6.00	0	97	353
	5	61	325
	10	80	269
	15	100	195
9.00	0	74	421
	5	119	529
	10	112	329
	15	127	542
12.00	0	55	847
	5	91	622
	10	88	423
	15	165	358
15.00	0	39	672
	5	101	400
	10	94	568
	15	129	364
18.00	0	115	229
	5	100	183
	10	120	328
	15	118	243

Pada jam 06.00, kelimpahan fitoplankton tertinggi ditemukan pada kedalaman 0 m. Ini dimungkinkan terjadi sebab zooplankton mulai meninggalkan permukaan perairan menuju kedalaman lebih dalam seiring dengan terbitnya matahari. Selama zooplankton melakukan pergerakan menuju ke kedalaman perairan, organisme ini tetap melakukan grazing pada fitoplankton. Dugaan ini diperkuat dengan kelimpahan fitoplankton ditemukan lebih rendah di kedalaman lebih dalam jika dibandingkan dengan kedalaman 0 m.

Seiring dengan semakin banyaknya cahaya matahari, seharusnya kelimpahan fitoplankton pada pengamatan jam 09.00 ditemukan tertinggi pada permukaan perairan (0 m atau 5 m). Namun, keanehan terjadi lagi pada pengamatan di jam ini, kelimpahan tertinggi justru berada pada kedalaman 15 m (Gambar 2). Fenomena yang terjadi pada kedalaman ini tidak dapat dijelaskan dengan baik sebab menyalahi teori pertumbuhan fitoplankton dalam hubungannya dengan ketersediaan cahaya matahari. Sekaitan pertumbuhan fitoplankton yang sejalan dengan ketersediaan cahaya matahari dapat dicermati pada pengamatan jam 12.00 di mana kelimpahan tertinggi ditemukan pada kedalaman 0 m, demikian pula pada pengamatan jam 15.00 (Gambar 2).

Terjadinya kelimpahan tertinggi fitoplankton di kedalaman 0 m pada kedua waktu pengamatan jam 12.00 dan 15.00 disebabkan pertumbuhannya semakin cepat seiring dengan semakin besarnya cahaya matahari masuk ke dalam kolom perairan. Hal ini sejalan dengan yang dijelaskan oleh Tambaru (2001) dan Nagasoe et al (2006) bahwa ketersediaan cahaya dalam jumlah yang lebih banyak menyebabkan fitoplankton lebih aktif melakukan proses fotosintesis. Namun, pada kondisi tertentu, pertumbuhannya akan mengalami kejenuhan pada akhirnya. Kejenuhan itu terlihat pada pengamatan jam 18.00 di mana kelimpahan tertinggi justru bergeser pada kedalaman 10 m (Gambar 2).

Kepadatan Genus Zooplankton pada Setiap Waktu dan Kedalaman

Berdasarkan hasil pencacahan zooplankton ditemukan 19 genus pada setiap waktu dan kedalaman dengan kepadatan yang beragam pada setiap waktu dan kedalaman. Secara umum kepadatan genus organisme ini selama penelitian berkisar antara 55-225 ind/l (Tabel 1).

Dari hasil uji anova (Tabel 2), kepadatan zooplankton adalah tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) pada pengamatan jam 18.00 di setiap kedalaman (Gambar 3). Hal ini dapat dijelaskan bahwa kepadatannya cenderung homogen sebab organisme ini belum banyak melakukan pergerakan ke kedalaman-kedalaman permukaan (masih terkonsentrasi di kedalaman terdalam) sebab cahaya baru saja mengalami peredupan.

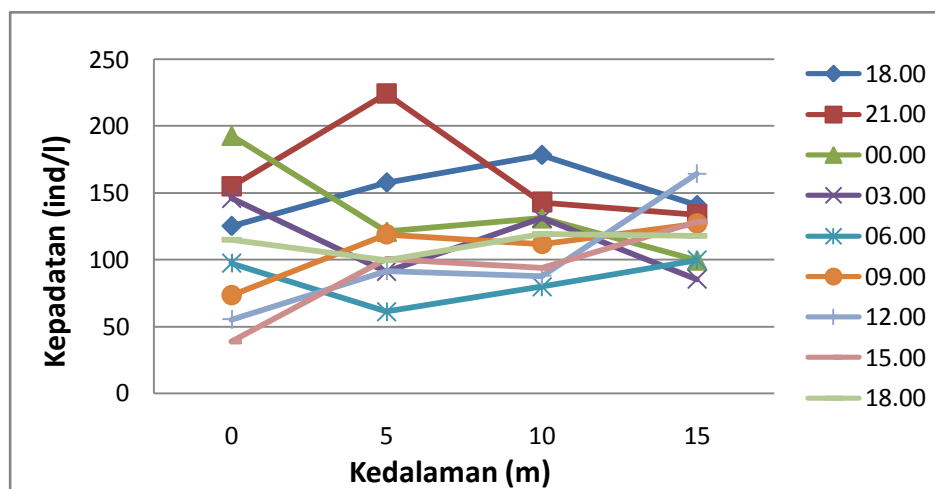
Tabel 2. Hasil Analisis ANOVA

Jam Pengamatan	One Way Anova
	p-value
18.00	0.101
21.00	0.001
00.00	0.000
03.00	0.003
06.00	0.017
09.00	0.018
12.00	0.000
15.00	0.000
18.00	0.324

Pergerakan zooplankton ke kedalaman-kedalaman permukaan mulai terdeteksi pada pengamatan jam 21.00 (Gambar 3). Berdasarkan uji anova (Tabel 2), perbedaan kepadatannya di setiap kedalaman adalah yang sangat nyata ($p < 0.01$). Dari hasil uji lanjut *Tukey HSD*, kepadatan zooplankton tertinggi ditemukan pada kedalaman 5 m dan terendah pada kedalaman 15 m.

Seiring dengan bertambahnya waktu, pergerakan zooplankton pada akhirnya akan mencapai permukaan perairan. Peristiwa ini terjadi pada pengamatan jam 00.00 dan 03.00 (Gambar 3).

Berdasarkan uji anova (Tabel 2), kepadatan organisme ini adalah sangat berbeda nyata di setiap kedalaman ($p < 0.01$). Dari hasil uji *Tukey HSD*, kepadatan zooplankton tertinggi ditemukan pada kedalaman 0 m (permukaan perairan) dan terendah di kedalaman 15 m pada kedua jam pengamatan itu.



Gambar 3. Kepadatan Genus Zooplankton (ind/l)

Pada saat cahaya matahari mulai bersinar, pergerakan zooplankton akan menuju ke kedalaman perairan. Pergerakan ini terdeteksi pada jam pengamatan 06.00, 09.00, 12.00, dan 15.00 (Gambar 3). Berdasarkan uji anova (Tabel 2), kepadatan organisme ini pada jam 06.00 di setiap kedalaman adalah berbeda nyata ($p < 0.05$) dan pada jam 09.00, 12.00, dan 15.00 adalah berbeda sangat nyata ($p < 0.01$). Dari uji lanjut *Tukey HSD*, kepadatan organisme ini dari keempat jam pengamatan itu ditemukan tertinggi pada kedalaman kedalaman 15 m.

Untuk pengamatan jam 18.00 sama dengan pengamatan jam 18.00 (pengamatan pertama di hari sebelumnya). Kepadatan zooplankton adalah tidak berbeda nyata ($p > 0.05$) pada setiap kedalaman perairan (Tabel 2 & Gambar 3).

Perubahan Kepadatan Zooplankton Berdasarkan Kelimpahan Fitoplankton pada Berbagai Waktu dan Kedalaman

Untuk melihat seberapa kuat hubungan yang terjadi antara perubahan kepadatan zooplankton dengan kelimpahan fitoplankton pada berbagai waktu dan kedalaman dilakukan dengan uji korelasi Pearson's (Tabel 3).

Dari hasil analisis korelasi pearson's antara perubahan kepadatan zooplankton dengan kelimpahan fitoplankton pada berbagai waktu pengamatan (jam 18.00, 21.00, 00.00, 03.00, 06.00, 09.00, dan 18.00) di berbagai kedalaman diperoleh korelasi yang tidak nyata pada selang kepercayaan $p > 0.05$ m (Tabel 3). Hasil uji ini menerangkan bahwa perubahan kepadatan zooplankton pada berbagai kedalaman bukan disebabkan karena kelimpahan fitoplankton namun lebih disebabkan faktor lain namun tidak terukur dalam penelitian ini. Sebutlah misalnya cahaya matahari. Faktor ini merupakan salah satu parameter kunci yang sering membatasi pergerakan zooplankton dalam kolom perairan dan sering diterangkan dalam berbagai literatur dalam hubungannya dengan perubahan kepadatan zooplankton pada berbagai waktu dan kedalaman perairan. Pada pengamatan jam 18.00, 21.00, 00.00, dan 03.00, konsentrasi kepadatan zooplankton berada pada kedalaman dekat permukaan sebab cahaya matahari semakin melemah bahkan tidak ada sama sekali dalam kolom perairan. Berkebalikan pada pengamatan jam 06.00, 09.00, 15.00, dan 18.00, kepadatan zooplankton justru berada di kedalaman terdalam sebab cahaya matahari justru banyak tersedia di kolom-kolom perairan (lihat penjelasan sebelumnya pada bagian kepadatan jenis zooplankton pada setiap waktu dan kedalaman).

Tabel 3. Nilai Korelasi Pearson's dan *p-value*

Jam Pengamatan	Korelasi Pearson's	
	Nilai	p-value
18.00	0.043	0.894
21.00	-0.214	0.504
00.00	0.047	0.885
03.00	0.056	0.862
06.00	-0.047	0.885
09.00	0.067	0.836
12.00	0.592	0.042
15.00	-0.528	0.078
18.00	0.527	0.078

Peristiwa yang berbeda terjadi pada jam pengamatan 12.00 (Tabel 3). Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson's diperoleh hasil bahwa perubahan kepadatan zooplankton memiliki hubungan yang nyata dengan kelimpahan fitoplankton pada berbagai waktu dan kedalaman perairan ($p < 0.05$) dengan keeratan hubungan yang cukup kuat (Pearson's = -0.592). Hal ini terjadi sebab zooplankton harus memiliki banyak ketersediaan energi dalam tubuhnya untuk bergerak cepat menjauhi lapisan permukaan akibat cahaya matahari yang mematikan dan semakin kuat berpenetrasi ke dalam kolom-kolom perairan. Dalam menyiasati kondisi yang kritis itu, zooplankton harus melakukan grazing sebanyak-banyaknya terhadap fitoplankton seiring dengan pergerakannya ke kolom perairan lebih dalam untuk menghindari kematian.

KESIMPULAN

Berbagai hasil pengukuran parameter oseanografi seperti suhu, salinitas, pH, arus, dan kecerahan berada dalam kisaran yang mendukung pertumbuhan plankton. Selain itu, perubahan kepadatan zooplankton bukan hanya disebabkan kelimpahan fitoplankton namun lebih disebabkan karena faktor lainnya seperti cahaya matahari.

Daftar Pustaka

- Andersen, JH., Schluter L & Aertebjerg G. 2006. **Coastal eutrophication : recent development in definitions and implication for monitoring strategies**. *Journal of Plankton Research*, 28 (7) : 621-628.
- APHA. 1992. **Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Including Bottom sediment and sludges. 12-th ed. American Public Health Association Inc. New York.
- 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.
- Hutabarat, S., dan S. M. Evans, 2000. **Pengantar Oseanografi**. Universitas Indonesia-Press, Jakarta.
- Lagus, A., Suomela, J., Wethoff, G., Heikkila, K., Helminen, H., and Sipura, J. 2004. **Species-Specific Differences in Phytoplankton Responses to N and P Enrichment and The N:P ratio in The Archipelago Sea, Northern Baltic Sea**. *Journal of Plankton Research*., 26 (7), 779-798.
- Malida, H. S. 2009. **Model Migrasi Zooplankton Secara Temporal Dengan Pendekatan Optik Laut Di Perairan Pulau Barrang Lompo, Makassar**. Skripsi, Jurusan Ilmu Kelautan, FIKP Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Nagase, S., Kim D., Shimasaki Y., Oshima Y., Yamaguchi M & Honjo T. 2006. **Effect of temperature, salinity and irradiance on the growth of the red tide Dinoflagellate *Gyrodinium instriatum* Freudenthal et Lee**. *Journal Harmful Algae Elsevier*, 5 (2006) : 20-25.

- Tambaru, R., dan M.F. Samawi. 2005. **Strategi dan Dinamika Kehidupan Kelimpahan Jenis Fitoplankton Pada Waktu Inkubasi Terbaik di Perairan Kepulauan Spermonde**. Laporan Penelitian Fundamental. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional-UNHAS, Makassar.
- Tambaru, R., E.M. Adiwilaga, dan R.F. Kaswadji. 2001. **Pengaruh Waktu Inkubasi Terhadap Produktifitas Primer Fitoplankton di Perairan Teluk Hurun**. Bulletin Penelitian. Lembaga Penelitian UNHAS. Vol. XVII No. 45.
- 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.