

Pemangsaan Zooplankton Terhadap Fitoplankton Di Perairan Kabupaten Barru, Selat Makassar

Muh. Hatta¹, Richardus F Kaswadji², Mulia Purba² dan Daniel R Monintja²

¹Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Makassar.

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK IPB Bogor.

Diterima 21 September 2009; disetujui 24 Oktober 2009

ABSTRACT

The observation of zooplankton grazing on phytoplankton had been conducted in the fishing ground of Bagan Rambo on coastal water of Barru Regency, Makassar Strait in May and July 2005. The method used in observation of zooplankton grazing on phytoplankton is incubation for 24 hours gallon bottle and grazing box. The result show that zooplankton grazing rate on phytoplankton differ according to the phytoplankton abundance and phytoplankton : zooplankton abundance ratio. Individual zooplankton grazing rate on phytoplankton increased with increasing initial phytoplankton abundance. Grazing zooplankton on phytoplankton occurred when phytoplankton abundance > 753 cells/liter.

Keywords : Grazing; zooplankton; phytoplankton

PENDAHULUAN

Fitoplankton merupakan produser penting dalam suatu perairan (Parson *et al.* 1984; Mann dan Lazier 1991). Fitoplankton menjadi dasar rantai makanan dan mempengaruhi produktivitas perairan, terutama dalam sistem pelagis seperti di perairan pantai Kabupaten Barru yang menjadi salah satu pusat penangkapan ikan pelagis di Selat Makassar. Mengingat peran penting fitoplankton, maka penelitian mengenai dinamika populasi plankton perlu dikaji. Salah satu aspek penting dalam dinamika populasi plankton tersebut adalah pemangsaan fitoplankton oleh zooplankton. Beberapa metode yang digunakan untuk mengkaji pola pemangsaan seperti metode yang

digunakan oleh Kwint dan Kramer (1996), analisa kandungan vakuola (Li *et al.* 2001) dan metode ¹⁴C (Tackx dan Daro 1993).

Apabila dalam pengamatan pemangsaan terdapat kendala karena kondisi peralatan terbatas, maka dapat digunakan metode lainnya yaitu metode inkubasi, baik dengan menggunakan botol gallon (kaswadji 1997) maupun dengan menggunakan kurungan (Umar 2009). Kedua metode tersebut dilakukan dalam penelitian ini untuk mengkaji pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjawab dugaan, bahwa laju pemangsaan fitoplankton oleh zooplankton tergantung pada kepadatan (*density dependent predating*). Untuk menjawab hipotesis

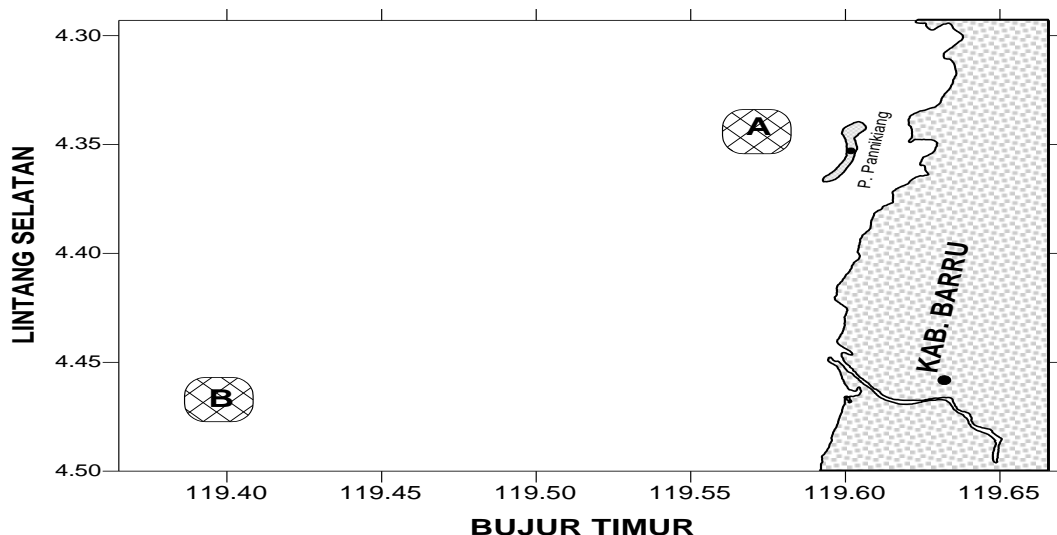
tersebut, maka dilakukan pengamatan pada dua lokasi dalam daerah penangkapan Bagan Rambo, dengan tujuan untuk mengetahui laju pemangsa dan laju pemangsa individu harian zooplankton terhadap fitoplankton dalam berbagai rasio kelimpahan antara fitoplankton : zooplankton.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei dan Juli 2005, di daerah penangkapan Bagan Rambo (Gambar 1) perairan pantai Kabupaten Barru, Selat Makassar. Pengamatan dilakukan di Bagan Rambo yang beroperasi pada dua wilayah yang relatif berbeda, yaitu wilayah dekat pantai di Kecamatan Takkalasi (A) dan wilayah yang jauh dari pantai di Kecamatan Barru (B), Kabupaten Barru Propinsi Sulawesi Selatan.

Metode Percobaan dan Pengamatan

Pengukuran laju pertumbuhan dan pemangsa fitoplankton dilakukan dengan menggunakan metode inkubasi mengikuti petunjuk Kaswadji (1997), yaitu menginkubasi air laut yang disaring dan yang tidak disaring. Untuk mengukur kandungan klorofil, air sampel diinkubasi dalam botol gallon dan dilakukan pengambilan air sampel setiap interval 4 jam. Laju pertumbuhan dan pemangsa dapat dihitung sekaligus menggunakan metode inkubasi, dengan menggunakan satuan kandungan klorofil-a. Pengamatan laju pemangsa individu zooplankton terhadap populasi zooplankton dilakukan dengan menggunakan metode kurungan atau kotak pemangsa, hasilnya dinyatakan dalam satuan sel fitoplankton per individu zooplankton per hari.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian dan posisi stasiun pengamatan; wilayah penangkapan Bagan Takkalasi (A) dan Bagan Barru (B).

Pengamatan Pemangsaan Zooplankton Terhadap Fitoplankton

Pertumbuhan fitoplankton ditentukan dari perubahan biomassa (kandungan klorofil) berdasarkan perubahan waktu. Metode yang digunakan adalah mengikuti cara yang telah dilakukan Kaswadji (1996) yaitu dengan menginkubasi air sampel yang tidak disaring dan yang disaring secara bersamaan, masing-masing terdiri kurang lebih 18 liter. Kedua air sampel (yang disaring dan yang tidak disaring) diinkubasi selama 24 jam. Pada setiap air sampel yang diinkubasi diambil sub sampel sebanyak 500 ml pada jam 0, 5, 10, 15, 20 dan 24. Setiap sub sampel, dimasukkan ke dalam botol sampel, ditambah dengan $MgCO_3$ untuk menghambat fotosintesa. Botol sampel ini kemudian dibungkus dengan kertas timah (*aluminium foil*) dan disimpan di dalam tempat yang gelap, selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk diukur kandungan klorofilnya. Kandungan klorofil yang menggambarkan biomassa fitoplankton pada setiap sub sampel, diplotkan dengan waktu pengambilan sub sampel, kemudian diregresikan. Koefisien regresi linier (gram/jam) yang didapatkan dari air yang tidak disaring, merupakan "pertumbuhan yang terlihat" yaitu hasil dari pertumbuhan fitoplankton dikurangi dengan kematian akibat pemangsaan. Sedangkan kurva pertumbuhan yang didapatkan dari air yang disaring merupakan pertumbuhan fitoplankton tanpa pemangsaan. Melalui percobaan ini, selain mengetahui

pertumbuhan fitoplankton juga dapat mengukur laju pemangsaan (komunitas) zooplankton terhadap (komunitas) fitoplankton, yaitu perbedaan antara pertumbuhan fitoplankton dalam air yang tidak disaring dengan air yang disaring.

Pengamatan Pemangsaan Individu Zooplankton terhadap Fitoplankton

Untuk mengetahui laju pemangsaan individu zooplankton terhadap fitoplankton, maka dilakukan pengamatan pemangsaan menggunakan kurungan yang terbuat dari bahan planktonet dengan ukuran mata jaring 20 μm . Kotak pemangsaan dibuat dalam bentuk kubus, dengan ukuran panjang x lebar x tinggi = 10 x 10 x 10 Cm^3 atau bervolume 1 liter. Kelimpahan fitoplankton dan zooplankton hasil saringan dapat diketahui dengan menyaring air sebanyak volume tertentu yang diketahui. Hasil saringan dengan kepadatan yang telah diketahui, selanjutnya diencerkan dan dimasukkan ke dalam kurungan, lalu ditempatkan pada kedalaman tertentu dari mana sampel air yang disaring tersebut didapatkan. Setiap 4 jam, dilakukan pengambilan sampel untuk menghitung kepadatan fitoplankton dan zooplankton dalam kurungan tersebut. Kepadatan fitoplankton dihitung dengan menyaring air dalam kurungan, lalu sampel plankton diidentifikasi dan dihitung menggunakan mikroskop. Untuk mengetahui tingkat pemangsaan pada

rasio kepadatan zooplankton : fitoplankton yang berbeda, maka percobaan dilakukan dengan menggunakan kelimpahan awal rasio zooplankton : fitoplankton 1:4, 1:8 dan 1:12 :8. Dengan demikian dapat diketahui laju *grazing* zooplankton terhadap fitoplankton pada berbagai komposisi kelimpahan fitoplankton dan zooplankton dalam kondisi lingkungan perairan yang sebenarnya. Keuntungan lain dari metode ini adalah dapat menentukan jenis-jenis fitoplankton tertentu yang intensif dimangsa oleh zooplankton, dengan melihat penurunan kelimpahan masing-masing taxa fitoplankton, sehingga laju *grazing* dapat lebih spesifik ditentukan berdasarkan komposisi fitoplankton pada suatu waktu tertentu. Dalam penelitian ini digunakan metode kedua yang menggunakan kurungan atau kotak pemangsaan.

Analisis Data

Pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton

Untuk menghitung laju pertumbuhan fitoplankton dan pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton, digunakan analisis regresi linier sederhana (*Simple Regression Analysis*) dan menggunakan metode *stepwise* (Kleinbaum *et al.* 1988; dan Siegel 1946). Analisis regresi dilakukan terhadap klorofil-a dengan lama inkubasi, sehingga didapatkan *slope* yang dijadikan sebagai nilai rata-rata

laju pertumbuhan dan pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton. Laju pertumbuhan ini kemudian dikonversi menjadi laju pertumbuhan harian, dengan mengganda nilai slope tersebut dengan 24 dan dinyatakan dalam klorofil-a per hari. Metode analisis seperti ini telah dilakukan oleh berbagai peneliti sebelumnya, misalnya Cole dan Cloern (1987), Çetin dan Sen (1998), Flynn (2001); Gharib dan Abdel-Halim (2006).

Pemangsaan individu zooplankton terhadap fitoplankton

Untuk menjelaskan laju pemangsaan individu harian digunakan data pengamatan pemangsaan menggunakan kurungan dan dianalisis dengan regresi linier sederhana. Perubahan jumlah fitoplankton dan zooplankton diregresikan dengan lama inkubasi, sehingga didapatkan laju pemangsaan populasi zooplankton terhadap populasi fitoplankton. Laju pemangsaan individu zooplankton terhadap fitoplankton dapat diketahui melalui membagi dengan jumlah individu setiap waktu awal inkubasi. Selanjutnya dengan mengkonversi satuan jam menjadi hari, maka didapatkan laju pemangsaan individu harian zooplankton terhadap zooplankton (Umar, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

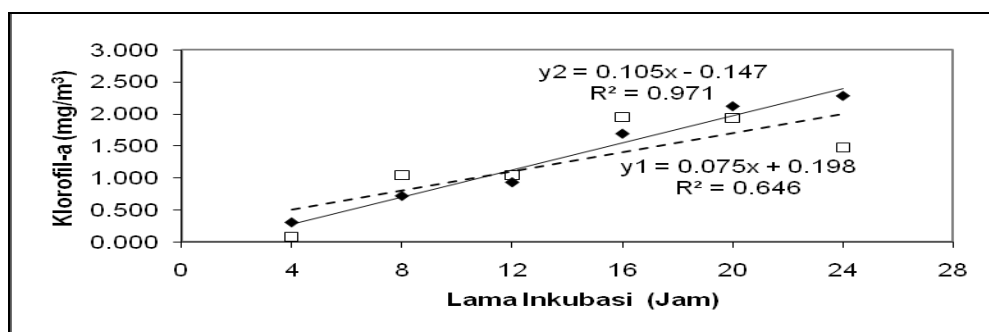
Pemangsaan Zooplankton terhadap Fitoplankton

Hasil pengukuran kandungan klorofil-a yang didapat dari percobaan metode inkubasi menggunakan botol gallon, berkisar antara 0,142–2,425 mg/m³ pada air yang disaring dan pada air yang tidak disaring 0,042–0,328 mg/m³ (Tabel 1). Berdasarkan data dari dua kali percobaan terlihat, bahwa peningkatan kandungan klorofil-a terjadi baik di dalam air yang disaring maupun tidak disaring hal ini mengindikasikan adanya aktivitas fotosintesis. Pengaruh pemangsaan zooplankton dapat dihitung dari nilai klorofil-a dalam botol yang diisi

dengan air disaring, dikurangi dengan klorofil-a dalam botol yang berisi air tidak disaring. Selisih nilai di antara kedua botol tersebut, merupakan klorofil-a yang hilang karena pemangsaan zooplankton. Jumlah klorofil-a yang hilang akibat pemangsaan berkisar antara 0,020–0,569 mg/m³ per jam. Berdasarkan pada plot jumlah klorofil-a yang hilang per periode inkubasi dari dua kali pengamatan, maka laju pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton dapat diduga berkisar antara 0,075–0,105 mg/m³ per jam (Gambar 2). Laju pemangsaan itu setara dengan 1,800–2,520 mg/m³ klorofil-a per hari yang hilang akibat pemangsaan.

Tabel 1. Kandungan klorofil-a (mg/m³) pada setiap masa inkubasi dalam air yang tidak disaring dan yang disaring

Waktu Pengamatan	Percobaan 1 (di Barru)		Percobaan 2 (di Takkalasi)	
	Tidak Disaring	Disaring	Tidak Disaring	Disaring
03,00 (Jam Ke-1)	0,254	0,555	0,062	0,142
07,00 (Jam ke-2)	0,103	0,817	0,069	1,109
11,00 (Jam ke-3)	0,094	1,020	0,328	1,368
15,00 (Jam ke-4)	0,042	1,728	0,258	2,198
19,00 (Jam ke-5)	0,105	2,219	0,144	2,074
23,00 (Jam ke-6)	0,150	2,425	0,113	1,583



Gambar 2. Kandungan klorofil-a yang dihasilkan dari pertumbuhan fitoplankton setelah diinkubasi selama 24 jam.

Pemangsaan Zooplankton terhadap Fitoplankton

Hasil pengamatan dan pencacahan terhadap jenis fitoplankton dan zooplankton pada setiap periode pengambilan sampel dalam kurungan/kotak pemangsaan, menunjukkan bahwa tidak semua jenis yang diperoleh dalam pengambilan sampel fitoplankton dan zooplankton dapat hidup dalam kurungan/kotak pemangsaan. Hanya beberapa jenis saja yang masih bertahan hidup sampai pada pemeliharaan selama 24 jam. Hasil perhitungan kelimpahan total fitoplankton dan zooplankton pada 3 rasio zooplankton : fitoplankton (Z:F) pada setiap periode pengamatan, menunjukkan bahwa kelimpahan maksimum fitoplankton dalam kotak pemangsaan pada waktu awal pemeliharaan mencapai 20400 sel/liter pada rasio Z : F = 1 : 12 dan 6240 sel/liter pada rasio Z : F = 1 : 4. Kelimpahan zooplankton dalam waktu yang bersamaan, masing-masing pada kedua rasio tersebut adalah 1250 dan 1583 individ per liter (Tabel 2).

Berdasarkan data perubahan kelimpahan fitoplankton dan zooplankton (Tabel 2), maka dapat

dihitung jumlah pemangsaan populasi zooplankton terhadap populasi fitoplankton. Jumlah fitoplankton yang hilang (dengan asumsi diakibatkan oleh pemangsaan) dapat diketahui dengan menghitung selisih antara kelimpahan fitoplankton pada setiap pengambilan sampel, dengan kelimpahan pengambilan sampel sebelumnya. Hasil tersebut, jika dibagi dengan lama inkubasi (4 jam) maka diperoleh pemangsaan per jam, jadi pemangsaan harian dapat diketahui melalui menggandakan dengan 24 jam, sehingga diperoleh laju pemangsaan harian populasi fitoplankton. Hanya dengan menggunakan data yang menunjukkan pemangsaan positif (penurunan populasi fitoplankton), maka didapatkan plot kelimpahan fitoplankton dengan laju pemangsaan harian seperti disajikan dalam Gambar 3. Selanjutnya, apabila dibagi dengan jumlah zooplankton pada awal pemeliharaan, maka dapat diketahui laju pemangsaan individu zooplankton terhadap fitoplankton.

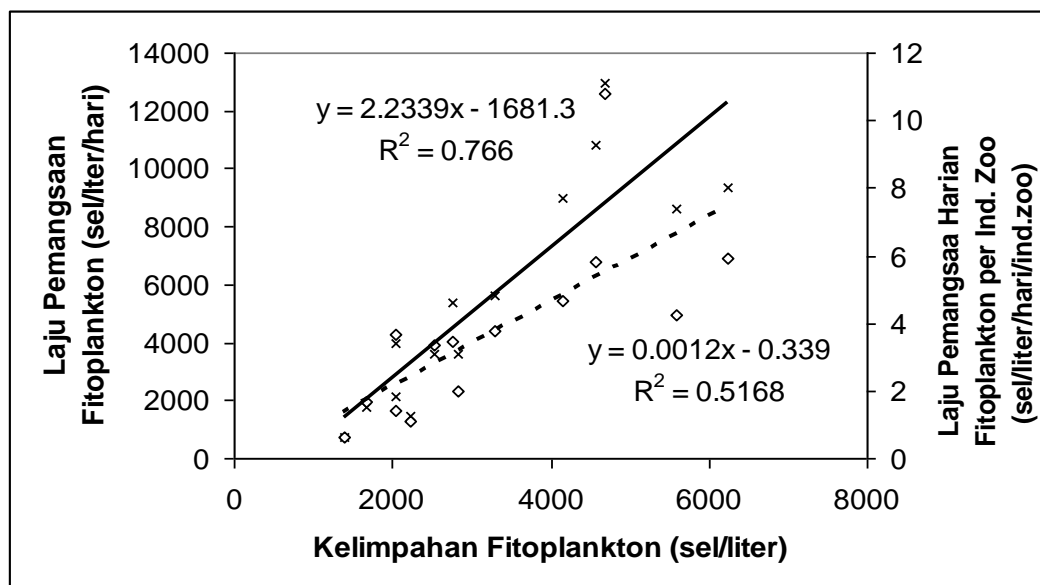
¹Mahasiswa Pascasarjana IPB. Telp : +62 811420794; E-mail : hataikl@yahoo.com

Tabel 2. Kelimpahan fitoplankton (sel/liter) dan zooplankton (individu/liter) pada setiap jam pengamatan dalam kurungan pemangsa pada 3 rasio Z:F berbeda

Jam Ke...	Rasio Z:F (1:4)		Rasio Z:F (1:8)		Z:F (1:12)	
	F	Z	F	Z	F	Z
0	6240	1583	13600	1250	20400	1250
4	4680	1200	4560	1860	5580	2040
8	2520	1080	2760	1560	4140	1920
12	1920	720	1860	1560	2640	1740
16	2040	1080	2040	1500	2820	1800
20	1380	1140	1680	1080	2220	1320
24	1260	1080	1380	1260	1980	1440

Berdasarkan nilai koefisien regresi dan intersep dalam fungsi dugaan regresi (Gambar 31), maka diketahui nilai perpotongan garis dugaan regresi dengan sumbu X (kelimpahan fitoplankton) sebesar 752,6299. Nilai ini diperoleh dengan membagi nilai intersep dengan koefisien regresi, yaitu 1681,3 dibagi 2,2339. Makna dari nilai tersebut adalah jumlah minimal kelimpahan fitoplankton untuk terjadi pemangsaan

zooplankton terhadap fitoplankton. Lebih tegasnya dapat dikatakan, bahwa pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton dapat terjadi ketika kelimpahan fitoplankton lebih besar atau sama dengan 753 sel/liter. Artinya adalah jika kelimpahan fitoplankton kurang dari nilai tersebut maka tidak terjadi pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton.



Gambar 3. Laju pemangsaan harian fitoplankton dan laju pemangsaan harian individu zooplankton terhadap populasi fitoplankton

Laju pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton semakin lambat dengan makin menurunnya kelimpahan fitoplankton. Hal ini disebabkan karena kelimpahan fitoplankton (*prey*) yang semakin kecil, sehingga peluang kontak (pertemuan) antara zooplankton (*predator*) dengan fitoplankton (*prey*) semakin menurun. Pemangsaan hanya dapat terjadi ketika terjadi kontak antara keduanya. Analoginya, semakin kecil rasio kelimpahan antara fitoplankton dengan zooplankton, maka semakin menurun pula laju pemangsaan. Penurunan pemangsaan yang diikuti oleh penurunan kelimpahan fitoplankton, pada akhirnya akan mencapai batas dimana tidak menunjukkan lagi adanya pemangsaan. Dalam penelitian ini, titik tersebut ditunjukkan pada nilai kelimpahan fitoplankton sekitar 753 sel/liter.

Dalam berbagai konsep hubungan *predator-prey*, intensitas pemangsaan sangat ditentukan oleh rasio kelimpahan antara zooplankton dengan fitoplankton (*predator-prey*). Secara teoritis hal ini dapat terjadi, karena adanya pemangsaan fitoplankton oleh zooplankton sangat ditentukan oleh intensitas pertemuan atau kontak antara zooplankton dengan fitoplankton. Jika kelimpahan fitoplankton dan zooplankton semakin tinggi, maka peluang terjadinya kontak antara keduanya lebih besar, sehingga peluang terjadinya pemangsaan juga

semakin besar. Sebaliknya, jika salah satu atau kedua-duanya dalam kelimpahan yang rendah, maka peluang terjadinya pemangsaan juga semakin kecil. Artinya, laju pemangsaan cenderung semakin cepat apabila kelimpahan fitoplankton dan zooplankton dalam waktu yang bersamaan mencapai maksimal. Perubahan kelimpahan relatif fitoplankton menurut ukuran dan komposisi spesies, lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama silikat, total fosfat dan rasio N:P, disamping pengaruh beberapa jenis zooplankton (Makarewicz *et al.* 1998; Bradford-Grieve *et al.* 2001 ; dan Turner *et al.* 2003).

Disamping pengaruh kepadatan *predator dan prey*, selektivitas zooplankton dalam memangsa fitoplankton diduga juga mempengaruhi pemangsaan, seperti hasil yang didapatkan dalam penelitian ini. Menurut Guisande *et al.* (2002) bahwa kopepoda secara selektif memakan komunitas fitoplankton atau setiap jenis kopepoda memakan jenis fitoplankton tertentu dan memiliki komposisi asam amino tertentu. Di Barat Laut Hokaido Jepang, pemangsaan nano/mikro-zooplankton terhadap fitoplankton lebih besar, dibandingkan dengan pemangsaan terhadap bakteri hampir sepanjang tahun. Hal ini mendukung oleh pernyataan Shinada *et al.* (2003) bahwa dalam jaring makanan mikroba, fitoplankton merupakan sumber

¹Mahasiswa Pascasarjana IPB. Telp : +62 811420794; E-mail : hataikl@yahoo.com

makanan nano/mikro-zooplankton jika dibandingkan dengan bakteri. Dawson (2005) yang meneliti pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton di Teluk Jiaozhou China, mendapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan laju pemangsaan antar stasiun yang mengarah ke luar dan ke dalam teluk. Perbedaan ini terjadi diperkirakan karena terdapat perbedaan komposisi dan ukuran fitoplankton diantara kedua stasiun tersebut dan perbedaan tingkah laku makan zooplankton.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian maka disimpulkan bahwa laju pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton di perairan pantai Kabupaten Barru berkisar antara 0,075–0,105 mg/m³ per jam atau setara dengan 1,800–2,520 mg/m³ klorofil-a per hari yang hilang akibat pemangsaan.

Laju pemangsaan individu zooplankton terhadap fitoplankton berbeda menurut rasio kelimpahan fitoplankton : zooplankton. Laju pemangsaan relatif lebih tinggi ketika kelimpahan awal fitoplankton lebih besar. Pemangsaan zooplankton terhadap fitoplankton dapat terjadi ketika kelimpahan fitoplankton lebih besar atau sama dengan sekitar 753 sel per liter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional, yang telah membiayai

penelitian ini lewat Program Penelitian Hibah Bersaing dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Nomor 026/SPPP/PP. PM/DP3M/IV/2005 Tanggal 11 April 2005 dan Nomor 317/SP3/PP/DP2M/II/2006 Tanggal 1 Februari 2006.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Gahwari YAK. 2003. Use of Phytoplankton Abundance and Species Diversity for Monitoring Coastal Water Quality (Tesis). Malaysia. Universiti Sains Malaysia.
- Alpine AE, Cloern JE. 1988. Phytoplankton Growth Rates in A Light-Limited Environment, San Francisco Bay. *Mar Ecol-Prog Ser* 44 : 167-173.
- Çetin AK, Sen B. 1998. Diatoms (Bacillariophyta) in The Phytoplankton of Keban Reservoir and Their Seasonal Variations. *Tr J Botany* 22 : 25-33.
- Chang FH, Zeldis J, Gall M, Hall J. 2003. Seasonal and Spatial Variation of Phytoplankton Assemblages, Biomass and Cell Size from Spring to Summer Across The North-Eastern New Zealand continental shelf. *J Plankton Res* 25 (7) : 737–758.
- Chen CY, Durbin EG. 1994. Effects of pH on The Growth and Carbon Uptake of Marine Phytoplankton. *Mar Ecol-Prog Ser* 109 : 83–94.
- Cohlan WP, Price NM, Harrison PJ. 1991. Effects of Irradiance on Nitrogen Uptake by Phytoplankton: Comparison of Frontal and Stratified Communities. *Mar EcoL-Prog Ser* 69 : 103–116.
- Cole BE, Cloern JE. 1987. An Empirical Model for Estimating Phytoplankton Productivity in Estuaries. *Mar EcoL-Prog Ser* 36 : 299–305.

- Flynn KJ. 2001. A Mechanistic Model for Describing Dynamic Multi-Nutrient, Light, Temperature Interactions in Phytoplankton. *J Plankton Res* 23 (9) : 977–997.
- Fourqurean JW, Boyer JN, Durako MJ, Hefty LN, Peterson BJ. 2003. Forecasting Responses of Seagrass Distributions to Changing Water Quality Using Monitoring Data. *Ecol Appl* 13 (2) : 474–489.
- Froneman PW. 2002. Seasonal Changes in Selected Physico-Chemical and Biological Variables in The Temporarily Open/Closed Kasouga Estuary, Eastern Cape, South Africa. *Afr J of Aquat Sci* 27 (2) : 125–139.
- Gardner WS, Lavrentyev PJ, Cavaletto JF, McCarthy MJ, Eadie BJ, Johengen TH, Cotner JB. 2004. Distribution and Dynamics of Nitrogen and Microbial Plankton in Southern Lake Michigan During Spring Transition 1999–2000. *J Geophys Res* 109 (C03007) : 1–16.
- Gharib SM, Abdel-Halim AM. 2006. Spatial Variation of Phytoplankton and Some Physico-Chemical Variables During The Highest Flood Season in Lake Nasser (Egypt). *Egypt J Aquat Res* 32 (1) : 246–263.
- Gifford DJ, Percy LD. 1998. *Grazing Processes and The Structure and Persistence of Thin Biological Layers*. Graduate School of Oceanography University of Rhode Island.
- Hamodou RB, Ibanez F, Souissi S, Cathelineau AC. 2001. Spatial Analysis of Hydrological and Phytoplanktonic Data of The Bay of Tunis. Multivariate cartography. *Mediterranean Marine Science* 2 (2) : 67–85.
- Karjalainen J, Rahkola M, Holopainen AL, Huttula T, Jurvelius J, Viljanen M, Avinski V, Letanskaya G, Telesh I. 1999. Trophic Gradients and Associated Changes in The Plankton Community in Two Bays of Lake Ladoga. *Boreal Environ Res* 4 (3) : 229–238.
- Kleinbaum DG, Kupper LL, Muller KE. 1988. *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods*. 2nd Edition. Boston. PWS-KENT Publishing Company.
- Legendre L, Legendre P. 1983. *Numerical Ecology*. USA. Elsevier Scientific Publishing Company.
- Makarewicz JC, Bertram P, Lewis TW. 1998. Change in Phytoplankton Size-Class Abundance and Species Composition Coinciding with Changes in Water Chemistry and Zooplankton Community Structure of Lake Michigan, 1983 to 1992. *J Great Lakes Res* 24 (3) : 637–657.
- Mann KH, Lazier JRN. 1991. *Dynamics of Marine Ecosystems, Biological-Physical Interactions in The Ocean*. Boston. Blackwell Scientific Publications.
- Manny BA, Fahnenstiel GL, Gardner WS. 1987. Acid Rain Stimulation of Lake Michigan phytoplankton growth. *J Great Lakes Res* 13 (2) : 218–223.
- O'Reilly N, Ehlinger T, Shaker R.. 2007. *The Development and Evaluation of Methods for Quantifying Risk to Fish in Warm-water Streams of Wisconsin Using Self-Organized Maps: Influences of Watershed and Habitat Stressors*. Technical Report No. 14. Center for Urban Environmental Studies, Northeastern University
- Parsons TR, Takahashi M, Hargrave B. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. New York-Toronto. Pergamon Press. 3rd Edition.
- Praca E, Gannier A. 2008. Ecological Niches of Three Teuthophageous Odontocetes in the Northwestern Mediterranean Sea. *Ocean Sci* 4 (1) : 49–59.

- Shi D, Xu Y, Morel FMM. 2009. Biogeosciences Effects of The pH/pCO₂ Control Method on Medium Chemistry and Phytoplankton Growth. *Biogeosciences* 6 (7) : 1199–1207.
- Siegel S. 1946. *Nonparametric Statistics, for The Behavioral Sciences*. New York.. McGraw-Hill Book Company. Smith PE, Eppley RW. 1982. Primary production and the anchovy population in the Southern California Beach: comparison of time series . *Limnol Oceanogr* 27 (1) : 1–17.
- Turner RE , Qureshi N, Rabalais NN, Dortch Q, Justic D, Shaw RF, J Cope. 1998. Fluctuating Silicate:Nitrate Ratios and Coastal Plankton Food Webs. *Proc Natl Acad Sci USA* 95 (22) : 13048–13051.
- Umar NA. 2009. Dinamika Populasi Plankton dalam Area Pusat Penangkapan Benur dan Nener di Perairan Pantai Kecamatan Suppa Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan (disertasi). Bogor. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Valiela I. 1984. *Marine Ecological Processes*. New York, USA. Springer–Verlag.
- Varela MM, Barquero S, Bode A, Fernández E, González N, Teira E. 2003. Microplanktonic Regeneration of Ammonium and Dissolved Organic Nitrogen in The Upwelling Area of The Nort West of Spain: Relationships with Dissolved Organic Carbon Production and Phytoplankton size-structure. *J Plankton Res* 25 (7) : 719–736.