

**KELIMPAHAN DAN DISTRIBUSI SPASIAL KOMUNITAS PLANKTON DI
PERAIRAN KEPULAUAN BANGGAI**

***THE ABUNDANCE AND SPATIAL DISTRIBUTION OF PLANKTON
COMMUNITIES IN BANGGAI ISLANDS WATERS***

Hikmah Thoha dan Arief Rachman

Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI; Jakarta.

Email: hikmah_thoha@yahoo.com

ABSTRACT

Banggai Islands waters are mixing area between Banda Sea and Makassar Sea, thus resulting in the existence of many unique marine ecosystems. This condition might also lead to the occurrence of unique and specific plankton community in the oceanic ecosystem of Banggai Islands. This research was conducted in 26 June to 8 July using Baruna VIII research vessel. Phytoplankton and zooplankton samples were collected in 14 stations using Kitahara and NORPAC plankton net. The plankton data in this research was analyzed with Bray-Curtis Clustering Analysis (Single Link), linear regression and Pearson correlation matrix. The results showed that zooplankton abundance was highest at the strait between Liang and Labobo Island, while phytoplankton was found abundant at eastern Tinangkung Island. On the other hand, Mesamat Bay was found having very low abundance of zooplankton and phytoplankton, which probably related to low nutrient availability in the water column. Calanoids, cyclopoids, and oikopleurans were dominant taxa with widest spatial distribution and highest importance value in zooplankton community of Banggai Islands. Meanwhile Chaetoceros, Rhizosolenia and Thalassiothrix were the dominant genus with widest spatial distribution and highest importance value in phytoplankton community. The result of clustering analysis showed that there were three stations with unique plankton community, and was found very different from the planktonic community in other stations. It was interesting to note that bottom-up control by nutrient availability, and top-down control by predator-prey interaction, probably not the main factor responsible for the unique pattern of plankton community structure of Banggai Islands.

Keywords: *plankton community, Banggai islands waters, Bray-Curtis clustering analysis, biological indices.*

ABSTRAK

Perairan Kepulauan Banggai merupakan kawasan pertemuan antara Laut Banda dan Laut Makassar, sehingga menjadikan perairan ini memiliki ekosistem yang unik. Sehingga diduga hal tersebut menyebabkan munculnya komunitas plankton yang khas di perairan Kepulauan Banggai. Penelitian dilakukan menggunakan kapal riset Baruna Jaya VIII pada tanggal 26 Juni – 8 Juli 2011. Terdapat 14 stasiun sampling yang tersebar di sekitar perairan Kepulauan Banggai dan sampel zooplankton dan fitoplankton diambil dari tiap stasiun dengan *vertical tow* menggunakan jaring Kitahara dan NORPAC. Data hasil kemudian dianalisis dengan *Bray-Curtis Clustering Analysis (Single Link)*, regresi linear, dan matriks korelasi Pearson. Dari penelitian ini kelimpahan zooplankton tertinggi ditemukan di selat antara pulau Liang dan Labobo, sementara fitoplankton paling melimpah di perairan timur pulau Tinangkung. Stasiun yang berada di Teluk Mesamat diketahui memiliki kelimpahan plankton yang rendah, diduga terkait dengan minimnya kandungan nutrisi di perairan tersebut. Calanoida, Cyclopoida dan Oikopleura merupakan taksa dominan, dengan distribusi spasial paling luas dan nilai penting tertinggi dalam komunitas zooplankton. Pada komunitas fitoplankton, genus *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* dan *Thalassiothrix*, mendominasi komunitas fitoplankton. Ketiganya memiliki distribusi spasial paling luas dan nilai penting tertinggi diantara genus fitoplankton lainnya. Analisis Bray-Curtis menunjukkan adanya tiga stasiun sampling yang memiliki struktur komunitas plankton yang berbeda dengan stasiun lainnya, namun hal tersebut tidak terkait kuat dengan adanya kontrol *bottom-up* oleh kandungan nutrisi, ataupun *top-down* oleh interaksi *predator-prey*.

Kata kunci: komunitas plankton, perairan kepulauan Banggai, *Bray-Curtis clustering analysis*, indeks biologis.

I. PENDAHULUAN

Dalam ekosistem perairan lepas pantai (oseanik), fitoplankton memegang peranan sangat penting sebagai produsen utama yang menyuplai energi ke dalam jejaring makanan di perairan tersebut. Sedangkan zooplankton memainkan peran penting sebagai rantai pertama dalam transfer energi di jejaring makanan perairan ekosistem laut lepas (Nybakken and Bertness, 2005; Ara and Hiromi, 2009). Berbeda dengan perairan tepi pantai (*coastal*) yang relatif bersifat eutrofik, perairan lepas pantai bersifat oligotrofik dan mengandung kadar nutrisi terlarut lebih rendah daripada perairan tepi pantai (Nybakken and Bertness, 2005; Ara and Hiromi, 2009). Hal ini mengakibatkan karakteristik komunitas plankton di perairan laut lepas berbeda dengan perairan tepi pantai. Di perairan lepas pantai yang sifatnya oligotrofik, jenis fitoplankton yang ditemukan cenderung memiliki ukuran sel yang lebih kecil dibandingkan dengan jenis yang ditemukan di perairan tepi pantai yang bersifat eutrofik (Rissik and Suthers, 2009). Seperti ekosistem perairan laut lainnya, ekosistem oseanik pada umumnya juga bersifat *N-limited*, sehingga kandungan senyawa N, terutama dalam bentuk nitrat, merupakan salah satu faktor penting yang mengendalikan kelimpahan fitoplankton di ekosistem (Yurkovskis *et al.*, 1999). Ketersediaan nutrisi dan perubahan rasionya di perairan dapat menyebabkan perubahan kelimpahan fitoplankton dan komposisi spesiesnya, sehingga ketika kadar N menjadi terlalu rendah di perairan, maka dominasi jenis-jenis Diatom dapat digantikan oleh jenis-jenis yang bersifat heterotrofik, seperti *blue-green algae* atau Dinoflagellata (Domingues *et al.*, 2005; Yurkovskis *et al.*, 1999).

Sementara itu jenis-jenis zooplankton yang bersifat meroplanktonik

sangat jarang ditemukan dan lebih umum ditemukan jenis-jenis zooplankton yang merupakan vertikal migrator yang kuat, seperti Copepoda makroplanktonik dan Euphasiidae (Lenz, 2000). Pada ekosistem oseanik hubungan *predator-prey*, atau *top-down*, antara zooplankton dan fitoplankton menjadi faktor interaksi biotik penting yang dapat mempengaruhi struktur komunitas keduanya. Sehingga tekanan predasi dari zooplankton dapat mengurangi kelimpahan fitoplankton, dan sebaliknya berkurangnya fitoplankton tertentu juga dapat menyebabkan penurunan kelimpahan beberapa jenis zooplankton yang menjadi predatornya (Abmus *et al.*, 2009). Uye *et al.* (2000) menyatakan bahwa taksa zooplankton seperti macro-Crustacea, Chaetognatha, Larvacea, Cnidaria, dan terutama Copepoda, merupakan konsumen utama yang dapat mengendalikan kelimpahan fitoplankton di ekosistem laut.

Kepulauan Banggai yang menjadi lokasi penelitian dalam ekspedisi ini merupakan daerah kepulauan yang berada di timur Sulawesi Utara. Daerah kepulauan ini terkenal dengan kekayaan hayati lautnya dan karena adanya atoll berserta rataan terumbu karang yang sangat luas di daerah Karang Merpati. Selain memiliki ekosistem terumbu karang yang masih asri, Kepulauan Banggai memiliki ekosistem padang lamun, estuari, dan hutan mangrove yang tersebar di pulau-pulau besar dan kecil di sekitar wilayah kepulauan tersebut. Laut di Kepulauan Banggai juga memiliki karakteristik yang khas karena merupakan wilayah pertemuan antara Laut Banda dan Laut Makassar. Hal ini menyebabkan laut di sekitar Kepulauan Banggai menjadi ekosistem yang subur dan memiliki potensi perikanan yang sangat tinggi (Asriyana dan Yuliana, 2012; Gordon and Susanto, 2001; Baars *et al.*, 1990). Selain itu posisi perairan Kepulauan Banggai yang berada di jalur Arus Lintas Indonesia

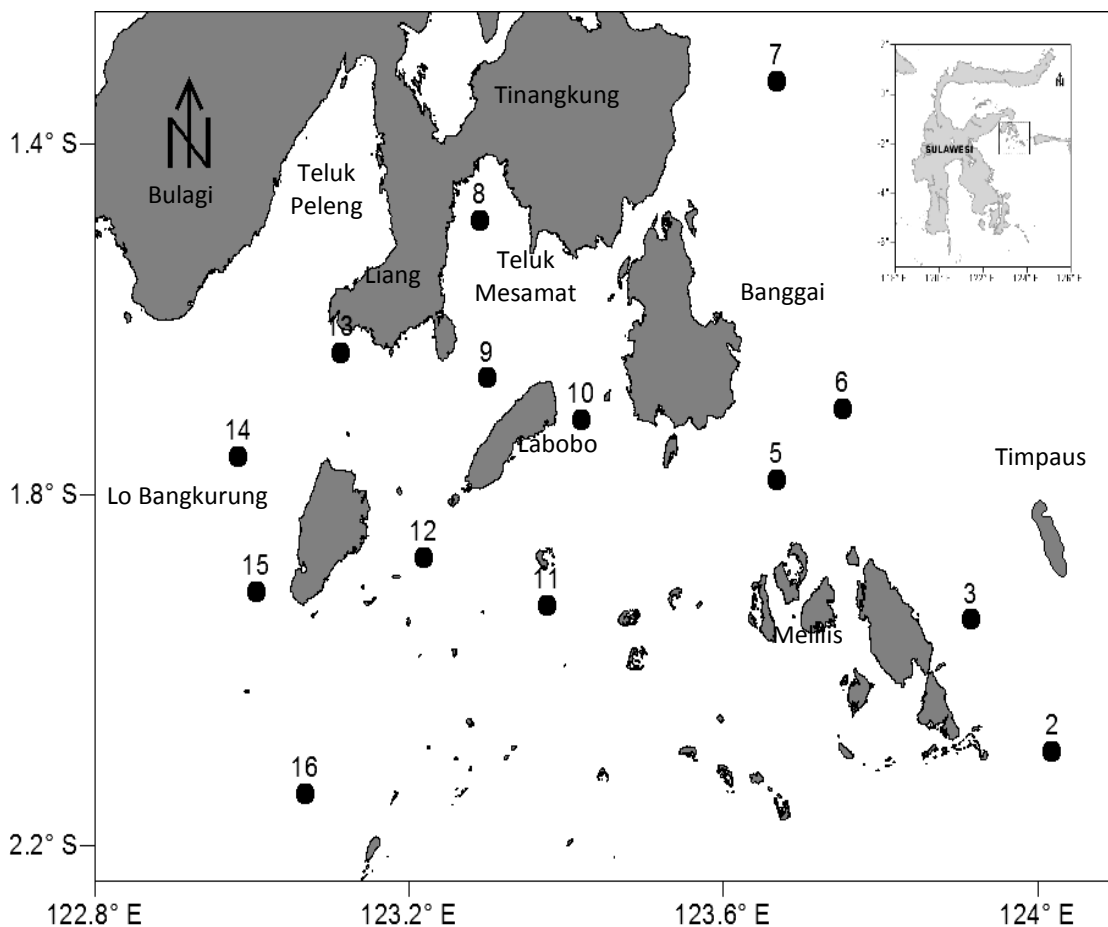
(Arlindo), atau *Indonesian Throughflow System (ITF)*, sehingga membuat perairan ini mendapatkan massa air dengan kadar nutrient tinggi yang berasal dari Samudera Pasifik dan Samudera Hindia (Sprintall *et al.*, 2009; Baars *et al.*, 1990). Sehingga diasumsikan pencampuran massa air dari dua samudra tersebut akan mengakibatkan tingginya kandungan nutrient terlarut dalam air, yang akan mendukung tingginya pertumbuhan fitoplankton, serta pada akhirnya menunjang kehidupan komunitas zooplankton di perairan Kepulauan Banggai. Oleh karena itu tulisan ini akan membahas lebih detail mengenai hubungan *bottom-up* antara nutrien dengan komunitas fitoplankton, serta hubungan *top-down* antara komunitas zooplankton dan fitoplankton di perairan Kepulauan Banggai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi nilai indeks biologis (keanekaragaman, pemerataan dan kekayaan jenis) antar stasiun yang merupakan respon komunitas plankton terhadap kondisi hidrografisnya.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Ekspedisi Kepulauan Banggai pada tanggal 26 Juni-8 Juli 2011 menggunakan kapal riset Baruna Jaya VIII milik Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Dalam penelitian ini terdapat 14 stasiun sampling plankton yang terletak di sisi timur, barat, dan di perairan yang terletak di antara pulau-pulau di Kepulauan Banggai (Gambar 1).



Gambar 1. Peta kepulauan Banggai dengan lokasi 14 stasiun sampling plankton.

2.2. Sampling Plankton dan Pengukuran Kandungan Nutrien di Perairan Kepulauan Banggai

Sampel plankton di perairan Kepulauan Banggai diambil di 14 stasiun pengambilan sampel (Gambar 1). Sampel fitoplankton diambil pada malam hari dengan menggunakan jaring plankton Kitahara dengan ukuran mata jaring 80 μm , diameter mulut jaring 0,31 m dan panjang jaring 1 m, sedangkan sampel zooplankton dikoleksi dengan jaring plankton NORPAC dengan ukuran mata jaring 300 μm , diameter mulut jaring 0,45 m dan panjang jaring 1,8 m. Sebuah *Flowmeter* TSK analog dipasang di tengah mulut masing-masing jaring plankton untuk mengukur volume air yang tersaring di dalam jaring. Pengukuran volume air yang tersaring dalam net dihitung dengan menggunakan rumus menurut Arinardi (1997):

$$V = R \cdot a \cdot p$$

Ket:

V = Volume air tersaring (m^3)

R = Jumlah rotasi baling-baling *flowmeter*

a = Luas mulut jaring (m^2)

p = Koefisien kalibrasi *flowmeter*

(panjang kolom air yang ditempuh untuk satu rotasi baling-baling *flowmeter*)

Proses pengambilan sampel plankton dilakukan dengan metode *vertical haul* dari kedalaman maksimal 200 m menggunakan jaring Kitahara dan NORPAC yang diturunkan bergantian. Pada beberapa titik sampling yang dangkal, sampling vertikal dilakukan dari kedalaman 20, 60, 70, 80 dan 150 m. Setelah dilakukan penarikan (*haul*), jaring plankton disemprot dengan air laut untuk melepaskan plankton yang masih tersangkut di antara mata jaring. Sampel yang telah terkumpul di *bucket* jaring plankton kemudian dipindahkan ke dalam botol sampel 250 ml dan diberi formalin konsentrasi 40% dengan takaran 2 ml per

100 ml sampel (Elder and Elbrachter, 2010). Selanjutnya ke dalam botol sampel dimasukkan label yang berisi data nomor stasiun, lokasi pengambilan, tipe alat, hari dan waktu pengambilan sampel.

Sementara itu sampel air diambil pada setiap stasiun dengan menggunakan botol Nansen yang terpasang pada rangkaian *Rosette Sampler* di kapal Baruna Jaya VIII. Sampel air yang didapatkan kemudian dimasukkan ke dalam botol plastik 500 ml dan digunakan untuk analisa kandungan nutrien. Pada penelitian ini pengukuran kadar nutrien berupa fosfat (PO_4), nitrat (NO_3), dan silikat (SiO_4) dilakukan dengan metode spektrofotometri berdasarkan Strickland and Parsons (1968).

2.3. Analisa Sampel di Laboratorium

Penghitungan jumlah sel fitoplankton dalam setiap botol sampel dilakukan dengan metode fraksi sampel (0,1 ml per 150 ml sampel). Sampel kemudian diletakkan ke dalam *Sedgewick Rafter Counting Chamber* (SRCC) dan segera diamati dengan menggunakan Nikon Diaphot *Inverted - Phase Contrast Microscope* pada perbesaran antara 200 – 400X. Penghitungan jumlah individu zooplankton dalam setiap botol sampel dilakukan dengan metode fraksi sampel (2,5 ml per 150 ml sampel). Sampel kemudian diletakkan ke dalam *Bogorov Counting Tray* dan segera diamati dengan menggunakan mikroskop Leica MZ-6 pada perbesaran antara 2 – 40X.

Identifikasi taksa-taksa plankton yang ditemukan dalam sampel, dilakukan dengan bantuan buku referensi Shirota (1966), Yamaji (1966), Nontji (2000), Praseno & Sugestiningsih (2000) dan Davis (1955). Data kemudian dianalisis lebih lanjut dengan *Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)*, menggunakan *software* BioDiversity Professional Ver.2 untuk melihat beberapa pola atau trend data hasil. Hubungan interaksi antara

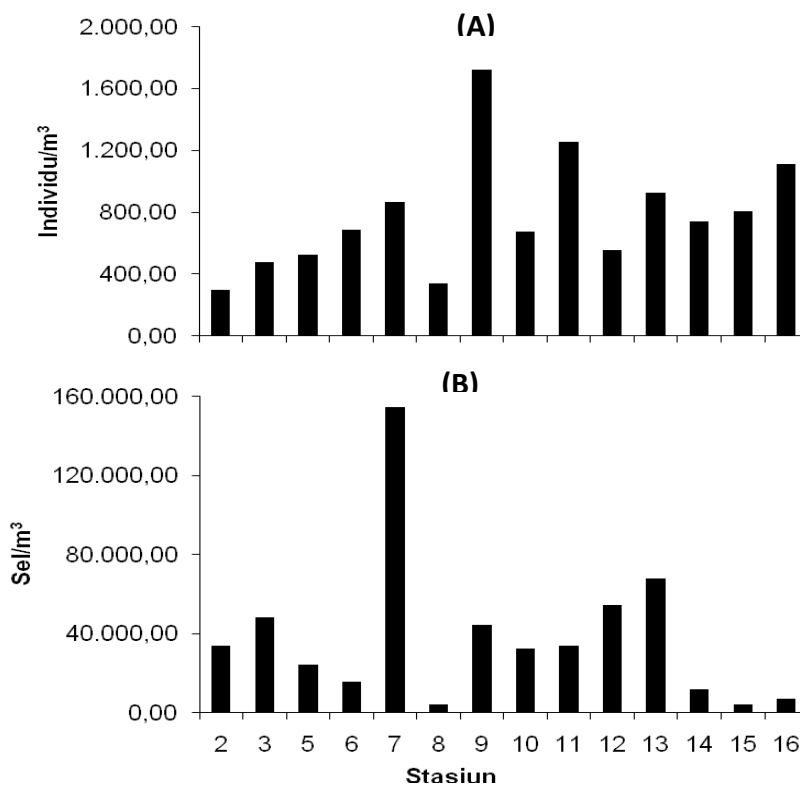
kandungan nutrien, komunitas zooplankton, dan komunitas fitoplankton secara lebih lanjut dianalisa dengan matriks korelasi Pearson dan regresi linear (Bakus, 2007).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Umum Kelimpahan Zooplankton dan Fitoplankton di Perairan Banggai

Dari hasil penelitian ditemukan adanya perbedaan kelimpahan zooplankton dan fitoplankton secara spasial di perairan Kepulauan Banggai (Gambar 2). Zooplankton tampak memiliki kelimpahan tertinggi di stasiun 9 yang berada di selat antara pulau Liang dan Labobo, dengan densitas sebesar 1.722 individu.m⁻³ (Gambar 2A). Secara umum kelimpahan zooplankton di perairan Kepulauan Banggai berkisar

antara 300 – 1722 individu.m⁻³. Sedangkan fitoplankton tampak paling melimpah di stasiun 7 yang berada di sebelah timur pulau Tinangkung, dengan densitas sebesar 154.539 sel.m⁻³ (Gambar 2B). Secara umum kelimpahan fitoplankton di Kepulauan Banggai berkisar antara 4.053 – 154.539 sel.m⁻³. Dalam penelitian ini terlihat jelas bahwa stasiun 8 yang berada di Selat Mesamat (Gambar 1), merupakan area yang memiliki kelimpahan zooplankton dan fitoplankton yang paling rendah (Gambar 2). Rendahnya kelimpahan total fitoplankton di stasiun 8 dapat dikarenakan karena rendahnya kandungan nutrien, terutama nitrat dan fosfat, di perairan tersebut (Tabel 1). Hal itu juga diduga menyebabkan rendahnya kelimpahan total zooplankton (Gambar 2A) yang hidup dengan memakan fitoplankton di area stasiun 8.



Gambar 2. Variasi kelimpahan (A) zooplankton dan (B) fitoplankton secara spasial pada stasiun-stasiun penelitian di perairan kepulauan Banggai pada ekspedisi 26 Juni – 8 Juli 2011.

Tabel 1. Kandungan nitrat, fosfat, silikat terlarut, serta rasio N:P di perairan kepulauan Banggai.

Stasiun	Nitrat (mg.l ⁻¹)	Fosfat (mg.l ⁻¹)	Silikat (mg.l ⁻¹)	Rasio N:P
2	0,16	0,019	0,39	8,23
3	0,22	0,027	0,73	8,24
5	0,05	0,005	0,12	9,31
6	0,20	0,024	0,56	8,08
7	0,21	0,026	0,48	8,18
8	0,07	0,009	0,23	7,43
9	0,06	0,008	0,19	8,09
10	0,12	0,015	0,34	7,96
11	0,17	0,026	0,49	6,52
13	0,22	0,028	0,61	7,65
12	0,07	0,012	0,24	6,30
14	0,18	0,020	0,47	8,95
15	0,16	0,025	0,36	6,54
16	0,29	0,038	0,70	7,51

Secara umum diketahui bahwa perairan Kepulauan Banggai tergolong kategori perairan yang bersifat oligotrofik berdasarkan sistem klasifikasi Spatharis and Tsirtsis (2010). Sistem yang menggunakan kelimpahan fitoplankton sebagai indikator tingkat trofik perairan tersebut menyatakan bahwa bila kelimpahan fitoplankton berada dibawah 4.160.000 sel.m⁻³ (atau 4160 sel.l⁻¹), maka suatu perairan dianggap bersifat oligotrofik. Kondisi serupa juga ditemukan di perairan Selat Makassar, yang memiliki kelimpahan fitoplankton berkisar antara 112.491 – 722.031 sel.m⁻³ (Thoha, 2004) dan kelimpahan zooplankton yang berkisar antara 276 – 1.773 individu.m⁻³ (Fitriya, 2004). Meskipun demikian kadar nutrien yang terukur di perairan Kepulauan Banggai dapat dikatakan cukup tinggi, dengan

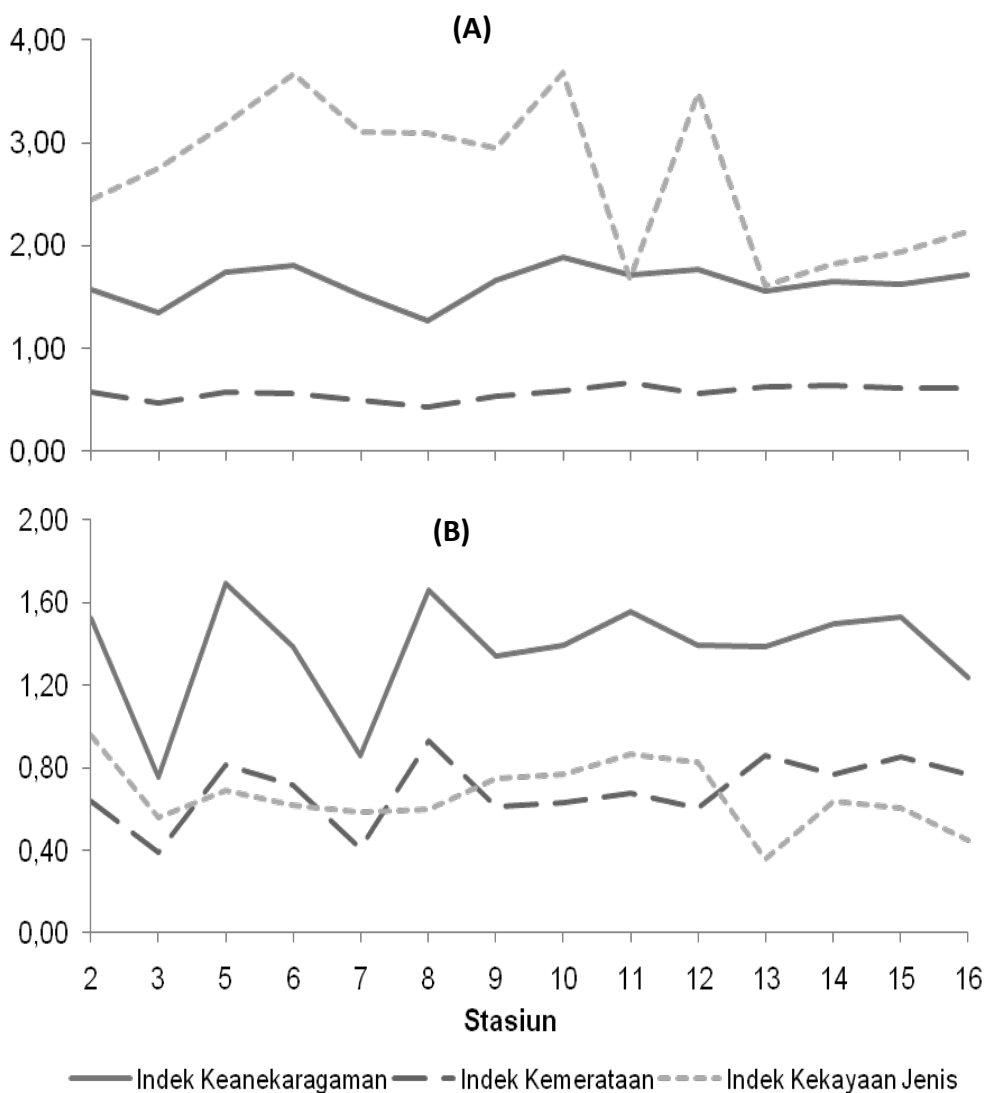
kandungan nitrat berkisar antara 0,07 – 0,29 mg.l⁻¹, fosfat berkisar antara 0,005 – 0,038 mg.l⁻¹ dan silikat antara 0,12 – 0,73 mg.l⁻¹, serta memiliki rasio N:P yang berkisar antara 6,3 – 9,3 (Tabel 1). Sehingga meskipun perairan Kepulauan Banggai tergolong oligotrofik, namun kandungan nutrien di perairan tersebut masih cukup menunjang untuk kehidupan fitoplankton.

Analisis hasil dengan menggunakan indeks keanekaragaman, indeks kemerataan dan indeks kekayaan jenis plankton, menunjukkan adanya variasi yang cukup jelas antara stasiun-stasiun penelitian di perairan Banggai (Gambar 3). Stasiun 10 tampak memiliki nilai indeks keanekaragaman dan kekayaan jenis yang tertinggi untuk zooplankton (Gambar 3A). Pada stasiun 10 tersebut, nilai indeks keanekaragaman adalah 1,89

dan nilai indeks kekayaan jenis adalah 3,68. Sementara itu indeks kemerataan tertinggi untuk komunitas zooplankton ditemukan pada stasiun 11, dengan nilai sebesar 0,67 (Gambar 3A). Berdasarkan Gambar 3A terlihat bahwa terdapat dua stasiun dengan nilai indeks kekayaan jenis yang paling rendah, yaitu stasiun 11 dan 13.

Berbeda dengan komunitas zooplankton, nilai indeks keanekaragaman tertinggi pada komunitas fitoplankton ditemukan pada stasiun 5 dan nilai indeks

kekayaan jenis tertinggi ditemukan pada stasiun 2 (Gambar 3B). Pada stasiun 5, nilai indeks keanekaragaman diketahui sebesar 1,69 dan nilai indeks kekayaan jenis pada stasiun 2 diketahui sebesar 0,96. Gambar 3B menunjukkan bahwa stasiun 8 yang memiliki kelimpahan fitoplankton paling rendah (Gambar 2B), justru memiliki nilai indeks keanekaragaman dan kemerataan yang cukup tinggi dibandingkan stasiun lainnya (Gambar 3B).

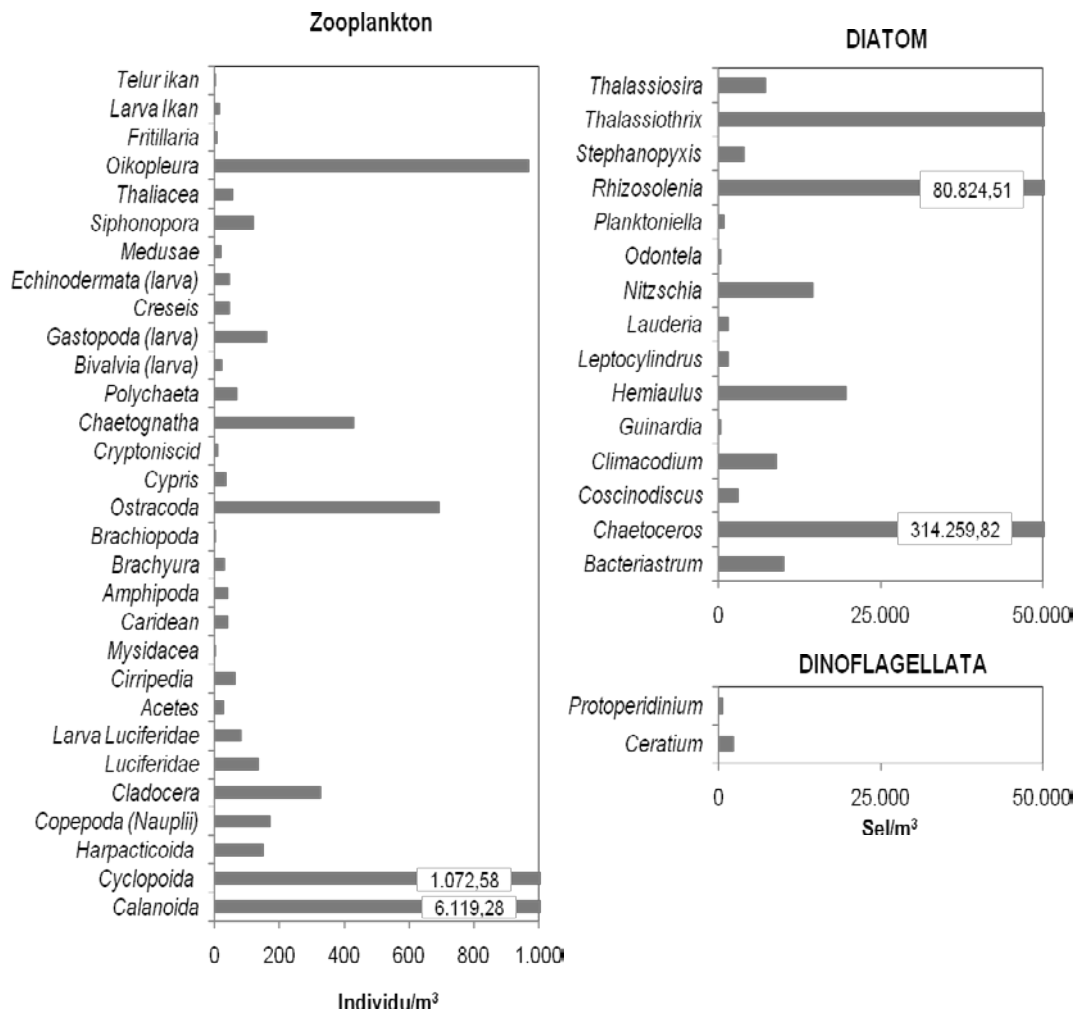


Gambar 3. Variasi spasial pada nilai indeks keanekaragaman, indeks kemerataan dan indeks kekayaan jenis (A) zooplankton dan(B) fitoplankton di perairan kepulauan Banggai pada ekspedisi 26 Juni – 8 Juli 2011.

3.2. Struktur Komunitas Plankton di Perairan Kepulauan Banggai

Komunitas zooplankton di perairan Kepulauan Banggai secara umum didominasi oleh tiga taksa utama, yaitu Calanoida, Cyclopoida dan Oikopleura (Gambar 4 dan 5A). Masing-masing taksa tersebut memiliki kelimpahan absolut sebesar 6.119 individu.m⁻³, 1.073 individu.m⁻³ dan 970 individu/m³. Secara relatif, Calanoida mendominasi komunitas zooplankton sebesar 55,7%, Cyclopoida sebesar 9,76% dan Oikopleura sebesar 8,83% (Gambar 5.A). Ketiga taksa zooplankton dominan di perairan Kepulauan Banggai tersebut secara umum digolongkan dalam kelompok

zooplankton herbivora yang mengkonsumsi fitoplankton sebagai makanannya (Uye *et al.*, 2000) Sehingga kehidupan ketiga kelompok taksa zooplankton tersebut sangat bergantung pada ketersediaan fitoplankton sebagai makanan di perairan Kepulauan Banggai. Meskipun demikian, Copepoda secara umum merupakan mangsa bagi zooplankton predator yang berukuran lebih besar, seperti Chaetognatha dan larva ikan (Rachman dan Fitriya, 2011). Akibatnya tekanan predasi dari predator tersebut juga dapat mengendalikan kelimpahan Copepoda di perairan Kepulauan Banggai.



Gambar 4. Densitas absolut taksa-taksa zooplankton dan fitoplankton di perairan kepulauan Banggai.

Pada komunitas fitoplankton diketahui bahwa genus fitoplankton dominan di perairan Kepulauan Banggai adalah *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* dan *Thalassiothrix* (Gambar 4 dan 5D). Ketiga genus fitoplankton tersebut masing-masing memiliki kelimpahan absolut sebesar 314.260 sel.m⁻³, 80.925 sel.m⁻³ dan 66.150 sel.m⁻³. Berdasarkan analisis densitas relatif, *Chaetoceros* mendominasi komunitas fitoplankton sebesar 58,54%, *Rhizosolenia* sebesar 15,05% dan *Thalassiothrix* sebesar 12,32% (Gambar 5D). Pola dominasi pada komunitas fitoplankton di perairan Kepulauan Banggai ini mirip dengan yang ditemukan di Selat Makassar. Di Selat Makassar genus *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Thalassiothrix*, dan *Nitzschia* merupakan empat genus fitoplankton yang bersifat *co-dominant* di ekosistem oseanik perairan tersebut (Thoha, 2004). Pola serupa juga ditemukan di perairan Kepulauan Leti, Maluku Tenggara, yaitu bahwa genus *Chaetoceros*, *Nitzschia*, dan *Rhizosolenia* merupakan tiga genera fitoplankton *co-dominant* di perairan tersebut (Thoha, 2011).

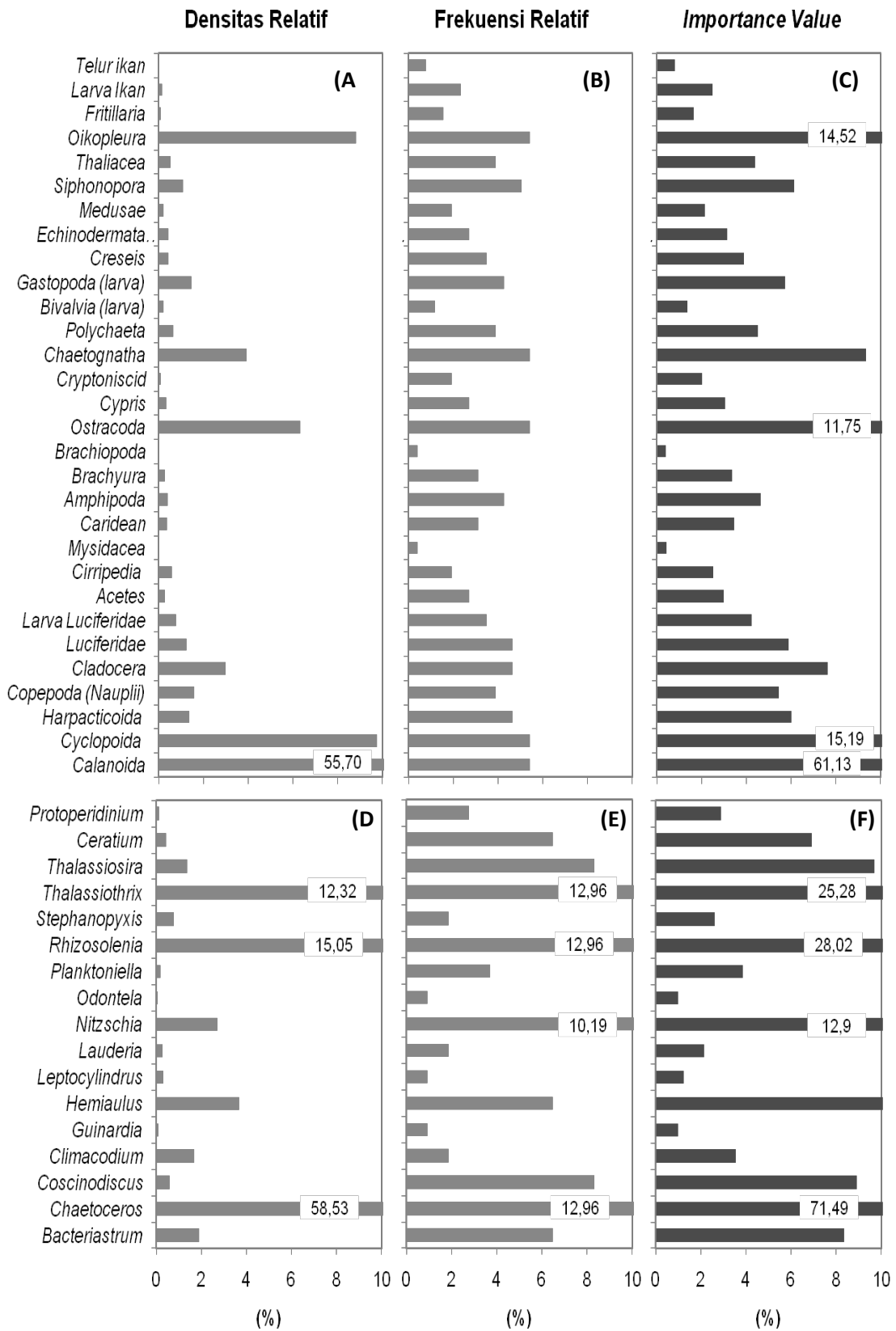
3.4. Distribusi Spasial dan Nilai Penting (*Importance Value*) Plankton di Perairan Kepulauan Banggai

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan adanya perbedaan luas distribusi spasial masing-masing taksa atau genus plankton. Hal tersebut terlihat pada nilai frekuensi relatif (Gambar 5B) yang secara kuantitatif menunjukkan luasan distribusi suatu taksa plankton dalam area kajian. Pada komunitas zooplankton diketahui bahwa Calanoida, Cyclopoida dan Oikopleura yang merupakan taksa dominan, secara relatif memiliki distribusi spasial yang luas di perairan Kepulauan Banggai bila dibandingkan dengan taksa zooplankton lainnya (Gambar 5B). Selain ketiga taksa tersebut, ditemukan bahwa Chaetognatha

dan Ostracoda juga memiliki distribusi yang sama luas dengan ketiga taksa dominan (Gambar 5B). Kelima taksa tersebut memiliki nilai frekuensi relatif sebesar 5,43%. Taksa Mysidacea dan Brachiopoda merupakan dua taksa zooplankton dengan distribusi spasial yang paling sempit bila dibandingkan dengan zooplankton lainnya di perairan Kepulauan Banggai (Gambar 5B). Kedua taksa tersebut memiliki nilai frekuensi relatif hanya sebesar 0,39% saja.

Berdasarkan nilai frekuensi relatif (Gambar 5B), taksa Calanoida, Cyclopoida, Oikopleura, Chaetognatha dan Ostracoda merupakan taksa-taksa zooplankton yang paling adaptif terhadap adanya heterogenitas parameter fisik-kimia di perairan Kepulauan Banggai. Sedangkan taksa Mysidacea dan Brachiopoda merupakan dianggap sebagai taksa yang paling rentan terhadap perubahan kondisi perairan. Hal ini menyebabkan kedua taksa tersebut hanya dapat ditemukan di area perairan yang paling sesuai bagi kehidupannya. Dalam penelitian ini, Mysidacea dan Brachiopoda hanya dapat ditemukan di 1 area sampling saja.

Pada komunitas fitoplankton diketahui bahwa *Chaetoceros*, *Rhizosolenia* dan *Thalassiothrix*, secara relatif memiliki distribusi yang paling luas di perairan Kepulauan Banggai (Gambar 5E). Ketiga genus fitoplankton tersebut memiliki nilai frekuensi relatif sebesar 12,96%. Selain ketiga genus tersebut, terdapat genus *Nitzschia* yang memiliki luasan distribusi spasial yang hampir sama dengan tiga genus dominan dalam penelitian ini (Gambar 5E). Nilai frekuensi relatif genus *Nitzschia* adalah sebesar 10,19%. Berdasarkan penelitian ini ditemukan bahwa genus *Guinardia*, *Leptocylindrus* dan *Odontela* merupakan 3 genus fitoplankton yang memiliki distribusi spasial paling sempit di perairan Kepulauan Banggai (Gambar 5E).



Gambar 5. Nilai densitas relatif, frekuensi relatif dan nilai penting (*importance value*) taksa zooplankton dan fitoplankton.

Nilai frekuensi relatif ketiga genus fitoplankton tersebut adalah 0,93%. *Guinardia*, *Leptocylindrus* dan *Odontela* masing-masing hanya dapat ditemukan di 1 stasiun sampling saja, sehingga dianggap memiliki luas toleransi yang sempit terhadap perubahan kondisi parameter fisik-kimia perairan.

Berdasarkan analisis nilai penting, terlihat bahwa terdapat 4 genus zooplankton yang memiliki nilai penting tertinggi di komunitas zooplankton, yaitu Calanoida, Cyclopoida, Oikopleura dan Ostracoda (Gambar 5C). Masing-masing taksa zooplankton tersebut memiliki nilai penting sebesar 61,13%, 15,19%, 14,52% dan 11,75%. Diantara keempat taksa tersebut, Calanoida yang memiliki nilai penting terbesar dianggap sebagai taksa utama yang berperan paling penting dalam pengaturan kelimpahan taksa zooplankton lainnya. Sehingga adanya perubahan baik pada kelimpahan maupun distribusi Calanoida dapat memicu terjadinya perubahan kelimpahan dan distribusi taksa zooplankton lainnya di perairan Kepulauan Banggai. Dominasi dan nilai penting yang tinggi dari taksa Copepoda (Calanoida dan Cyclopoida) merupakan ciri umum ekosistem oseanik di kawasan tropika (Neuman-Leitao *et al.*, 2008).

Pada komunitas fitoplankton di perairan Kepulauan Banggai, diketahui bahwa terdapat 4 genus yang memiliki nilai penting tertinggi, yaitu *Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Thalassiothrix* dan *Nitzschia* (Gambar 5F). Masing-masing taksa fitoplankton tersebut memiliki nilai penting sebesar 71,49%, 28,02, 25,28% dan 12,9%. Tingginya nilai penting pada genus *Chaetoceros* menyebabkan genus tersebut merupakan genus yang diduga mampu mengendalikan kelimpahan genus fitoplankton lainnya. Selain itu, diasumsikan bahwa *Chaetoceros* juga mampu meregulasi kelimpahan zooplankton herbivora di perairan Kepulauan Banggai. Sehingga perubahan

kelimpahan maupun distribusi dari *Chaetoceros* dapat mengakibatkan perubahan pada struktur komunitas fitoplankton dan zooplankton di perairan Kepulauan Banggai. *Chaetoceros* sendiri merupakan genus fitoplankton yang umum ditemukan dominan dan melimpah di perairan Indonesia yang bersifat eutrofik, namun pada kajian ini kelimpahannya masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan yang ditemukan di perairan tepi pantai seperti Teluk Jakarta dan Bangka-Belitung (Thoha, 2004; Thoha, 2010).

3.5. Klasifikasi Komunitas Plankton di Perairan Kepulauan Banggai

Berdasarkan hasil analisis (Gambar 6), diketahui terdapat 5 kelompok stasiun yang diklasifikasikan berdasarkan kesamaan struktur komunitas plankton di area tersebut. Hasil menunjukkan bahwa struktur komunitas plankton yang ditemukan pada kelompok 1 (stasiun 5, 10, 11, 2, 13, 12, 9 dan 3) dan kelompok 3 (stasiun 16, 15 dan 8), masing-masing memiliki kemiripan struktur komunitas plankton yang tinggi dalam kelompoknya. Meskipun demikian diketahui bahwa stasiun-stasiun yang berada dalam kelompok yang sama (Gambar 6) memiliki densitas populasi zooplankton dan fitoplankton yang berbeda-beda (Gambar 2 dan 3).

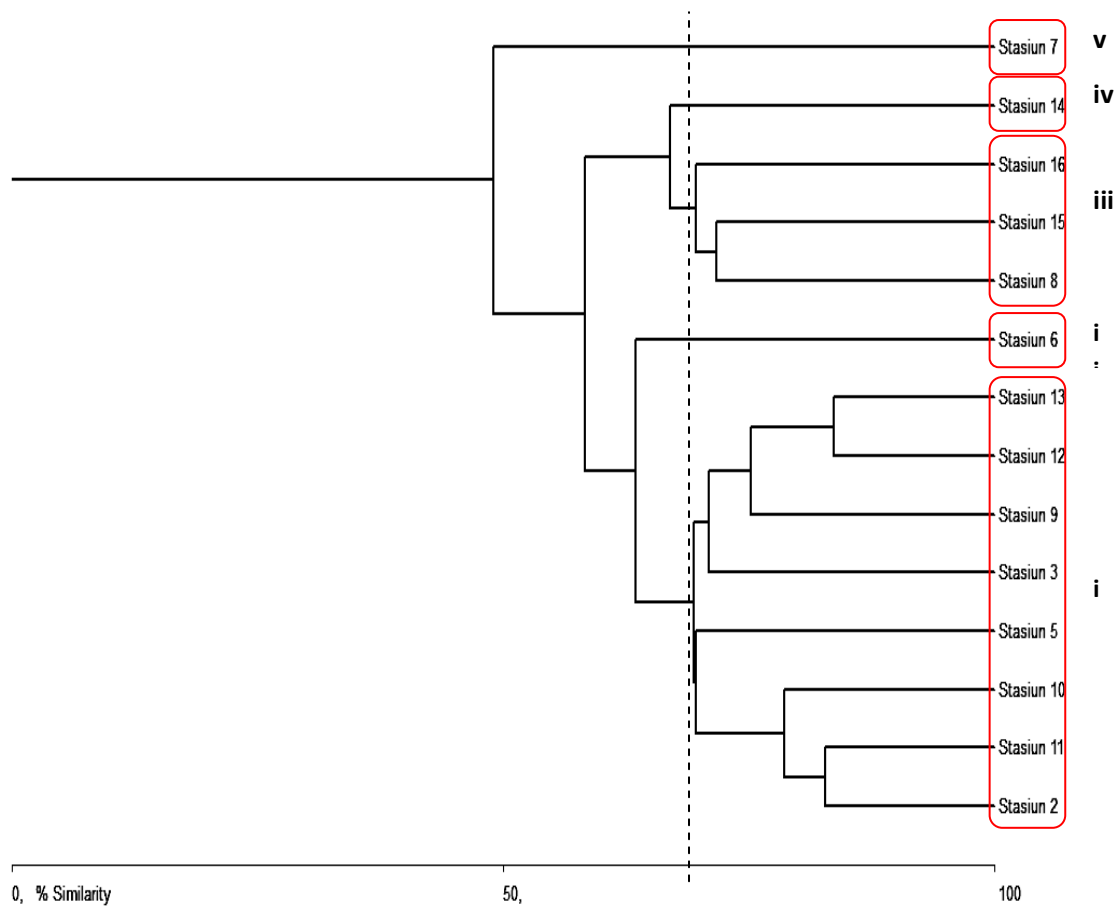
Selain itu, ditemukan bahwa stasiun 6, 14 dan 7 memiliki struktur komunitas plankton yang spesifik dan berbeda dengan stasiun sampling lainnya dalam penelitian ini (Gambar 6). Keunikan komunitas plankton stasiun 6 muncul terutama karena hanya di area tersebut dapat ditemukan Mysidacea, salah satu taksa dengan distribusi spasial yang sangat terbatas di perairan Kepulauan Banggai. Stasiun 7 dan 6 dalam penelitian ini berada di perairan bagian timur Kepulauan Banggai dan merupakan bagian dari perairan Laut Banda (Gambar

1). Sementara itu stasiun 14 berada di bagian barat perairan Kepulauan Banggai dan merupakan bagian dari perairan Laut Makassar (Gambar 1). Namun uniknya struktur komunitas plankton di stasiun 14 berbeda dengan stasiun lainnya yang berada di bagian barat perairan Kepulauan Banggai (Gambar 1). Keunikan Stasiun 14 dikarenakan stasiun tersebut memiliki komunitas zooplankton tanpa kehadiran Harpacticoida, dan memiliki komunitas fitoplankton dengan kehadiran *Stephanophyxis*.

Dalam penelitian ini tidak ditemukan adanya pembagian kelompok komunitas plankton berdasarkan asumsi

pengaruh massa air laut terbesar. Sehingga diduga massa air yang berasal dari Laut Banda maupun Laut Makassar telah bercampur dengan baik di sekitar Kepulauan Banggai, sehingga komunitas plankton yang ditemukan merupakan refleksi dari struktur komunitas Laut Banda dan Laut Makassar. Bila dibandingkan dengan hasil penelitian di Selat Makassar pada tahun 2003, ditemukan bahwa struktur komunitas fitoplankton dan zooplankton di perairan tersebut mirip dengan yang ditemukan pada penelitian ini (Thoha, 2004; Fitriya, 2004).

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



Gambar 6. Hasil *Bray-Curtis cluster analysis (Single Link)* yang menunjukkan adanya lima kelompok stasiun sampling (i-v) dengan struktur komunitas plankton yang spesifik.

3.6. Hubungan *Bottom-Up* dan *Predator-Prey* dalam Komunitas Plankton di Perairan Kepulauan Banggai

Pada awalnya diasumsikan bahwa kelimpahan fitoplankton sebagai produsen primer, sangat bergantung dan dikendalikan oleh kandungan nutrisi di perairan. Namun hasil korelasi Pearson menunjukkan bahwa ketersediaan nutrisi tidak secara signifikan menentukan kelimpahan dan distribusi fitoplankton di perairan Kepulauan Banggai (Tabel 2). Nitrat, fosfat, dan silikat juga ditemukan memiliki korelasi positif lemah dengan kelimpahan fitoplankton ($r < 0,7$) (Tabel 2).

Hasil analisa regresi linear juga menunjukkan adanya hubungan positif antara kelimpahan fitoplankton dan kandungan nutrisi di perairan (Gambar 7). Secara umum dapat dikatakan bahwa seiring dengan peningkatan kandungan nitrat, fosfat, dan silikat di perairan, maka kelimpahan fitoplankton juga akan meningkat (Gambar 7), namun hubungan tersebut juga tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$). Meskipun demikian, diantara tiga jenis nutrisi yang diuji dalam kajian ini, diketahui bahwa

pengaruh terbesar terhadap komunitas fitoplankton berasal dari nitrat (NO_3) bila dibandingkan dengan fosfat (PO_4) dan silikat (SiO_4) (Tabel 2). Oleh karena itu ekosistem Kepulauan Banggai nampaknya bersifat *N-limited* seperti ekosistem perairan laut pada umumnya (Yurkovskis *et al.*, 1999). Sehingga diduga kompetisi terhadap unsur nitrogen dalam senyawa nitrat, menjadi salah satu faktor penting yang dapat mengendalikan kelimpahan fitoplankton di ekosistem tersebut. Rasio N:P yang juga diduga berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton, juga diketahui memiliki hubungan positif yang tidak signifikan secara statistik ($r_{\text{fito-rasioNP}} = 0,070$; $p > 0,05$) (Tabel 2). Sehingga diketahui bahwa pola distribusi dan kelimpahan fitoplankton di Kepulauan Banggai (Gambar 2) tidak dikendalikan secara *bottom-up* oleh kandungan nutrisi di perairan, berbeda dengan asumsi awal pada kajian ini. Analisa Pearson menunjukkan bahwa kelimpahan zooplankton dan fitoplankton memiliki korelasi positif lemah ($r_{\text{zoo-fito}} = 0,129$; $r < 0,7$), namun hubungan tersebut tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$) (Tabel 1).

Tabel 2. Matriks korelasi Pearson antara nutrisi dan komunitas plankton di perairan.

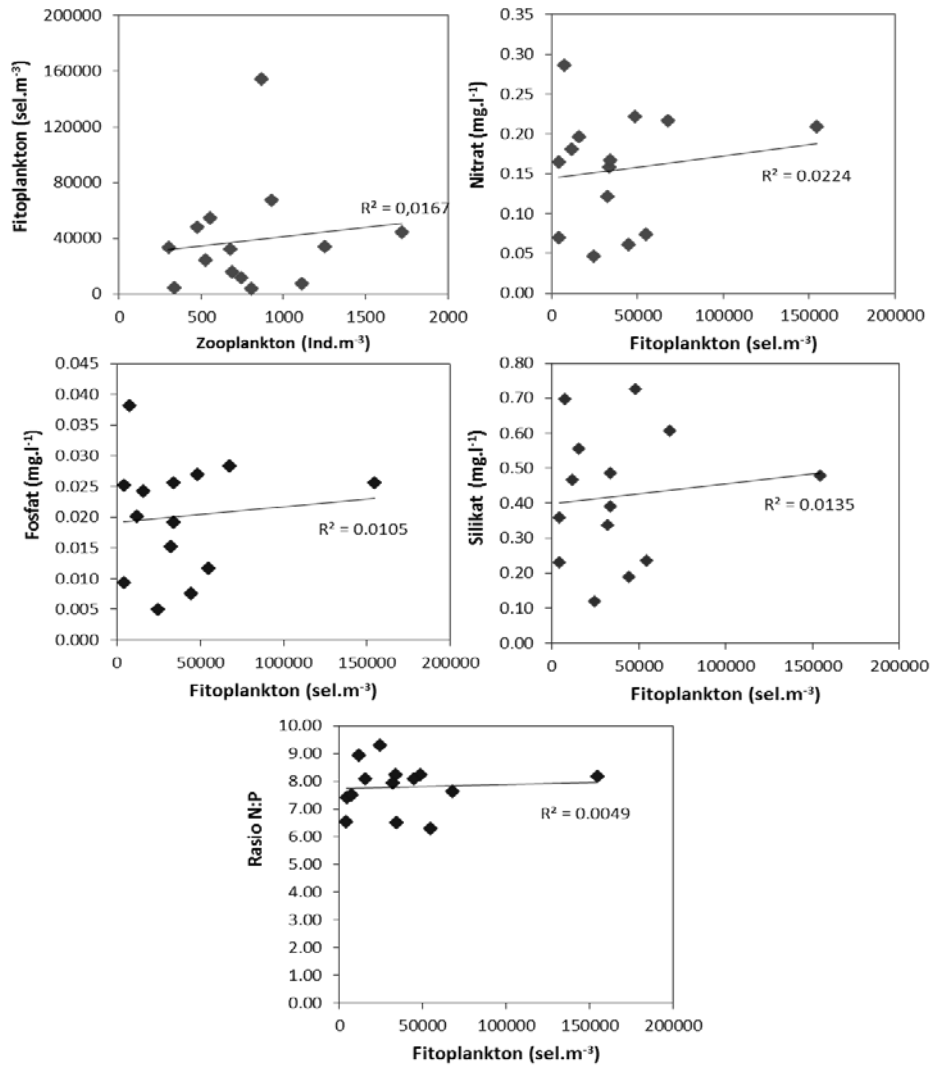
	Zooplankton	Fitoplankton	Nitrat	Fosfat	Silikat	Rasio N:P
Zooplankton	1,000					
Fitoplankton	0,129	1,000				
Nitrat	0,098	0,150	1,000			
Fosfat	0,161	0,103	0,975**	1,000		
Silikat	0,057	0,116	0,953**	0,918**	1,000	
Rasio N:P	-0,174	0,070	-0,034	-0,233	-0,032	1,000

** Signifikan pada aras 0,01 (*Two-tailed Test*)

Angka yang dicetak tebal menunjukkan hubungan korelasi kuat ($r > 0,7$)

Hasil serupa ditunjukkan oleh grafik regresi linear antara zooplankton dan fitoplankton, namun hubungan positif tersebut juga lemah dan tidak signifikan secara statistik ($p > 0,05$) (Gambar 7). Sehingga hubungan *predator-prey* antara zooplankton dan fitoplankton diduga tidak cukup kuat untuk mengendalikan pola distribusi dan kelimpahan kedua komunitas tersebut di perairan Kepulauan Banggai. Namun demikian diduga faktor fisik berupa pola arus di Kepulauan Banggai merupakan salah satu faktor penting yang mungkin berpengaruh besar terhadap komunitas plankton di ekosistem

tersebut. Pergerakan massa air diketahui merupakan salah satu faktor penting yang dapat mengubah stabilitas kolom air, sehingga berpengaruh pada ketersediaan nutrisi di perairan. Pada akhirnya perubahan kandungan nutrisi tersebut akan memicu perubahan kelimpahan dan struktur komunitas plankton di perairan (Escribano *et al.*, 2005; Hsiao *et al.*, 2011). Hanya saja diperlukan kajian lebih dalam mengenai hubungan antara pola dan kecepatan arus terhadap pola distribusi dan struktur komunitas plankton di perairan Kepulauan Banggai.



Gambar 7. Hasil analisa regresi linear terhadap komunitas fitoplankton, zooplankton dan kandungan nutrisi di perairan kepulauan Banggai.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kelimpahan dan struktur komunitas plankton di perairan Kepulauan Banggai bervariasi pada tiap stasiun penelitian. Fitoplankton ditemukan paling melimpah di stasiun 7 yang berada di sisi timur pulau Tinangkung, sedangkan zooplankton paling melimpah di stasiun 9 yang berada di selat antara pulau Labobo dan Liang. Stasiun 8 yang berada di dalam Teluk Mesamat diketahui merupakan wilayah dengan kelimpahan plankton paling rendah, yang diduga terkait dengan rendahnya ketersediaan nutrisi di daerah tersebut. Klasifikasi Bray-Curtis menunjukkan bahwa tidak terlihat pengelompokan komunitas plankton berdasarkan asumsi pengaruh massa air laut terbesar, komunitas plankton di stasiun yang berada di daerah dengan pengaruh Laut Banda ditemukan dalam satu kelompok dengan stasiun di kawasan yang terpengaruh Laut Makassar. Dalam kajian ini ditemukan bahwa kontrol *bottom-up* oleh nutrisi dan *top-down* oleh hubungan *predator-prey* tidak berpengaruh cukup kuat untuk mengendalikan pola kelimpahan fitoplankton dan zooplankton di perairan Kepulauan Banggai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan penelitian ini merupakan bagian dari program Transfer Knowledge Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Kami mengucapkan terima kasih kepada Dr. Dirhamsyah sebagai koordinator kegiatan dan seluruh awak kapal Baruna Jaya VIII atas bantuan dan kerjasamanya di lapangan maupun di laboratorium. Ucapan terima kasih juga diberikan kepada Elly Asnariaty dan Sugestiningih, teknisi Laboratorium Plankton yang telah membantu analisa di laboratorium, serta Nurul Fitriya yang telah memberikan

masukan-masukan dalam perbaikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abmus, J., W. Melle, D. Tjostheim, and M. Edwards. 2009. Seasonal cycles and long-term trends of plankton in shelf and oceanic habitats of the Norwegian Sea in relation to environmental variables. *Deep Sea Research II*, 56:1895-1909.
- Ara, K. and J. Hiromi. 2009. Seasonal variability in plankton food web structure and trophodynamics in the neritic area of Sagami Bay, Japan. *J. of Oceanography*, 65:757-779.
- Asriyana dan Yuliana. 2012. Produktivitas perairan. PT. Bumi Aksara. Jakarta. Hlm.:70-82.
- Baars, M.A., A.B. Sutomo, S.S. Oosterhuis, and O.H. Arinardi. 1990. Zooplankton abundance in the Eastern Banda Sea and Northern Arafura Sea during and after upwelling season, August 1984 and February 1985. *Netherland J. of Sea Research*, 25:527-543.
- Bakus, G.J. 2007. Quantitative analysis of marine biological communities: Field biology and environment. John Wiley & Sons Inc., New Jersey. USA. 104-106pp.
- Davis, C.C. 1955. The marine and freshwater plankton. Michigan State University Press. USA. 426p.
- Domingues, R.B., A. Barbosa, and H. Galvao. 2005. Nutrients, light, and phytoplankton succession in a temperate estuary (the Guadiana, southwestern Iberia). *Estuarine, Coastal, and Shelf Science*, 64:249-260.
- Elder, L. and M. Elbrachter. 2010. The Utermohl method for quantitative

- phytoplankton analysis. *In: Karlson et al.* (eds.). *Manuals and guides: microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis.* IOC-UNESCO. Paris, Prancis. 13-20pp.
- Escribano, R., P. Hidalgo, H. Gonzalez, R. Giesecke, R. Riquelme-Bugueno, and K. Manriquez. 2005. Seasonal and inter-annual variation of mesozooplankton in the coastal upwelling zone off central-southern Chile. *Progress in Oceanography*, 75:470-485.
- Fitriya, N. 2004. Biota planktonik: zooplankton. *Dalam: Sopaheluwakan et al.* (eds.). *Biodiversitas organisme planktonik dalam kaitannya dengan kualitas perairan dan sirkulasi massa air di Selat Makassar.* Laporan Akhir Program Pengembangan Kompetitif LIPI. Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. Hlm.:24-25.
- Gordon, A.L. and R.D. Susanto. 2001. Banda Sea surface-layer divergence. *Ocean Dynamics*, 52:2-10.
- Hsiao, S., S. Ka, T. Fang, and J. Hwang. 2011. Zooplankton assemblages as indicators of seasonal changes in water masses in the boundary waters between the East China Sea and the Taiwan Strait. *Hydrobiologia*, 10:1-14.
- Lenz, J. 2000. Introduction. *In: Harris et al.* (eds.). *ICES Zooplankton methodology manual.* Academic Press. USA. 1-30pp.
- Neuman-Leitao, S., E.M.E. Sant'anna, L.M.D.O. Gusmao, D.A.D. Nascimento-Vieira, M.N. Paranagua, and R. Schwaborn. 2008. Diversity and distribution of the mesozooplankton in the tropical Southwestern Atlantic. *J. of Plankton Research*, 30:795-805.
- Nontji, A. 2008. *Plankton laut.* LIPI Press. Indonesia. 331hlm.
- Nybakken, J.W. and M.D. Bertness. 2005. *Marine biology: an ecological approach 6th ed.* Pearson Education Inc.. USA.
- Praseno, D.P. dan Sugestiningih. 2000. *Red tide di perairan Indonesia.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. LIPI. Indonesia. 82hlm.
- Rachman, A. dan N. Fitriya. 2011. Potential roles of biotic factors in regulating zooplankton community dynamics in Jakarta Bay shallow water coastal ecosystem. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4:9-23.
- Rissik, D. and M. Suthers. 2009. The importance of plankton. *In: Suthers, M. and D. Rissik* (eds.). *Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality.* CSIRO Publishing. Australia. 18-30pp.
- Shirota, A. 1966. *The plankton of south Vietnam: freshwater and marine plankton.* Over Tech Coop Agent. Japan. 416p.
- Sprintall, J., S.E. Wijffels, R. Molcard, and I. Jaya. 2009. Direct estimates of the Indonesian through flow entering the Indian Ocean: 2004-2006. *J. of Geophysical Research*, 114:1-19.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1968. *A practical handbook of sea water analysis.* Fisheries Resource Board of Canada Bulletin. Canada. 167-534pp.
- Thoha, H. 2004. Biota planktonik: Fitoplankton. *Dalam: Sopaheluwakan et al.* (eds.). *Biodiversitas organisme planktonik dalam kaitannya dengan kualitas perairan dan sirkulasi massa air di Selat Makassar.* Laporan akhir program pengembangan kompetitif LIPI.

- Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. Hlm.:26-28.
- Thoha, H. 2010. Studi variasi musiman terhadap kelimpahan fitoplankton di perairan Teluk Jakarta 2009. *Dalam: Ruyitno et al. (eds.). Dinamika ekosistem perairan kepulauan Seribu, Teluk Jakarta.* Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. Hlm.:139-146.
- Thoha, H. 2011. Komposisi dan kelimpahan fitoplankton di perairan Kepulauan Leti, Maluku Tenggara. *Dalam: Ruyitno et al. (eds.). Ekspedisi Widya Nusantara (E-WIN) 2010: Penelitian biodiversitas dan kondisi oseanografi di kawasan perairan pesisir kepulauan Leti, Maluku.* Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. Hlm.:151-160.
- Uye, S.I., N. Nagano, and T. Shimazu. 2000. Abundance, biomass, production and trophic roles of the micro- and net-zooplankton in Ise Bay, Central Japan, in winter. *J. of Oceanography*, 56:389-398.
- Yamaji, I. 1966. Illustration of the Marine Plankton of Japan. Houkusho. Japan. 369p.
- Yurkovskis, A., E. Kostrichkina, and A. Ikauniece. 1999. Seasonal succession and growth in the plankton communities of the Gulf of Riga in relation to long-term nutrient dynamics. *Hydrobiologia*, 393:83-94.

Diterima : 28 Februari 2013

Direvisi : 20 Mei 2013

Disetujui : 21 Juni 2013