



OSEANOLOGI DAN LIMNOLOGI DI INDONESIA

Print ISSN: 0125-9830 Online ISSN: 2477-328X

Nomor Akreditasi: 712/AU3/P2MI – LIPI/10/2015

<http://jurnal-oldi.or.id>



**Keanekaragaman, Kelimpahan, dan Sebaran Kopepoda (Krustasea)
di Perairan Bakau Segara Anakan, Cilacap**

**Diversity, Abundance, and Distribution of Copepods (Crustacea)
in the Mangrove Area of Segara Anakan, Cilacap**

Mulyadi dan Dewi Citra Murniati

Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi LIPI

Email: dewicitra.murniati@yahoo.com

Submitted 8 August 2016. Reviewed 23 May 2017. Accepted 10 July 2017.

Abstrak

Observasi tentang keanekaragaman Kopepoda, kelimpahan, dan sebarannya di tiga lokasi bakau dan estuari di Laguna Segara Anakan, Cilacap, dilakukan pada bulan Mei (musim kemarau) dan November (musim hujan) 2009. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan keanekaragaman dan kelimpahan Kopepoda dengan beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi sebarannya pada musim kemarau dan musim hujan. Sampel Kopepoda diambil dari perairan Kutawaru, Dermaga Sleko, dan Ciperet dengan jaring plankton secara vertical dan horizontal, siang dan malam hari, disimpan dan diidentifikasi di MZB LIPI. Ditemukan 36 spesies Kopepoda dari 18 genus dan 20 famili, termasuk 10 catatan baru. Keanekaragaman spesies Kopepoda tertinggi ditemukan pada bulan November, sedangkan terendah pada bulan Mei. Kelimpahan rata-rata pada bulan Mei lebih tinggi dibandingkan bulan November. Keanekaragaman dan kelimpahan di Ciperet, baik pada musim kemarau maupun hujan selalu lebih tinggi dibandingkan dua lokasi yang lain. *Acartia erythraea*, *A. sinjiensis* dan *Pseudodiaptomus annandalei* ditemukan mendominasi perairan terutama pada bulan Mei. Komposisi komunitas Kopepoda yang menempati suatu perairan ditentukan oleh salinitas, sedangkan aktivitas dan perkembangannya ditentukan oleh suhu.

Kata Kunci: Kopepoda, keanekaragaman, kelimpahan, bakau, Segara Anakan.

Abstract

Observations on the diversity of Copepods, its abundance, and its distribution in three mangrove and estuarine locations in Segara Anakan Lagoon, Cilacap, were conducted in May (dry season) and November (rainy season) 2009. This study aims to determine the relationship of diversity and abundance of Copepods with some environmental factors that affect its distribution in the dry and rainy seasons. Copepod samples were taken from Kutawaru waters, Dermaga Sleko, and Ciperet using vertical and horizontal plankton nets, day and night. They were then preserved, deposited, and identified in MZB LIPI. There were 36 species of Copepods from 18 genera and 20 families, including 10 new records. The highest species diversity of Copepods was recorded in November, while the lowest was in May. The average abundance in May was higher than in November. The diversity and abundance in Ciperet in both dry and rainy seasons were always

higher than the other two sites. *Acartia erythraea*, *A. sinjiensis* and *Pseudodiaptomus annandalei* were found to dominate the waters especially during the dry season in May. The community composition of Copepods occupying the waters was determined by salinity, while its activity and development were determined by temperature.

Keywords: Copepods, diversity, abundance, mangrove, Segara Anakan.

Pendahuluan

Ekosistem bakau di Jawa Tengah tersebar di empat wilayah, yaitu Jepara, Rembang, Brebes, dan Cilacap yang dihuni oleh 52 spesies (Saputro et al. 2009). Kawasan bakau Segara Anakan, Cilacap, (108°44' BT dan 08°35'LS) merupakan area terluas di Jawa (\pm 4.175 ha) dengan panjang 36 km dan kedalaman perairan rata-rata 1,48 m. Suplai air tawar terutama berasal dari Sungai Citanduy dan Cikonde serta beberapa sungai kecil yang lain. Kondisi geografis ini mengakibatkan pertukaran massa air yang terjadi antara perairan di dalam laguna dan perairan di sekitarnya.

Segara Anakan merupakan laguna yang dikelilingi oleh hutan bakau dan daratan intertidal, dan dihubungkan dengan Samudra Hindia melalui dua terusan. Terusan barat memiliki kontur wilayah yang pendek, dalam, dan lebar yang berbatasan dengan pantai Pangandaran, Kabupaten Ciamis. Sebaliknya, terusan timur memiliki kontur panjang, dangkal, dan sempit yang termasuk dalam wilayah Kota Administratif Cilacap (Yuwono et al. 2003).

Segara Anakan berfungsi sebagai produsen biota akuatik, pelindung erosi, dan sumber daya hayati flora dan fauna bagi masyarakat setempat. Dalam kurun waktu 37 tahun (1970–2007) luas hutan bakau Segara Anakan telah berkurang dari 15.000 ha menjadi 6.100 ha (Supriyanto 2008). Berdasarkan wawancara dengan Perum Perhutani, diketahui bahwa 4.000 ha hutan bakau di kawasan ini telah beralih fungsi menjadi lahan pertanian. Hal ini menyebabkan kerusakan ekologis di kawasan tersebut. Selain itu, proses sedimentasi lumpur dari sungai Citanduy telah mengakibatkan pendangkalan dan penurunan luas dan fungsi ekosistem bakau (Rubiyanto 2007). Survei di lokasi penelitian menunjukkan bahwa kondisi ini diperparah oleh buangan limbah dari kegiatan industri kilang minyak, pupuk, semen, dan PLTA yang turut memperburuk kualitas perairan, sehingga air berwarna hitam berminyak dan mengandung sisa-sisa oli dari kapal pengangkut batu bara. Secara ekologis, penurunan kualitas perairan akan berdampak pada penurunan

produktivitas dan keanekaragaman biota akuatik, termasuk Kopepoda.

Kopepoda berperan penting dalam kehidupan akuatik karena berfungsi sebagai konsumen primer dan penghubung antara fitoplankton dan tingkat trofik yang lebih tinggi. Kopepoda merupakan sumber pakan utama bagi semua spesies ikan pelagis. Kelimpahan dan sebarannya dipengaruhi oleh kondisi fisik perairan seperti suhu, salinitas, dan ketersediaan pakan, sehingga kelimpahannya sangat fluktuatif menurut musim dan lokasi, serta sering dikaitkan dengan kesuburan perairan.

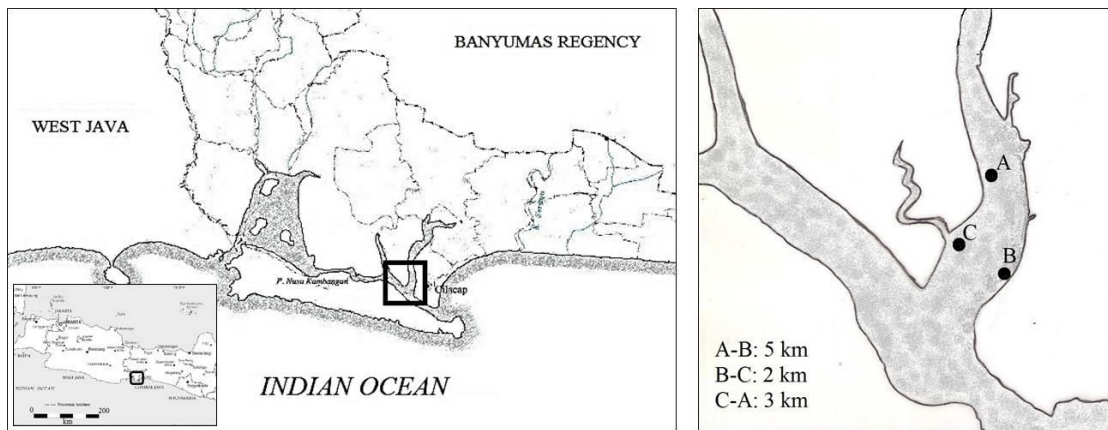
Beberapa penelitian biologi dan ekologi zooplankton di perairan Segara Anakan telah dilakukan (Sutomo 1981, 1984). Mulyadi dan Ishimaru (1994) menemukan 55 spesies Kopepoda dari 24 genus dan 19 famili, termasuk 19 spesies catatan baru. Dari lokasi yang sama Mulyadi (1997, 2003) mendeskripsikan dua spesies Kopepoda, yaitu *Labidocera muranoi* dan *Pontella kleini*. Yuniar et al. (2007) melaporkan tentang spesies Kopepoda parasit, yaitu *Caligus acanthopagri*, *C. pipsoni*, *Cymatoa* sp., *Ergasilus* sp., *Neobranchia* cf. *polynemi*, *Nothomolacus* sp., *Parapetalus hirsutus*, *Peniculus* cf. *scomberi*, dan *Pseudocaligus* sp. pada delapan spesies ikan komersial penting di Segara Anakan, seperti *Mugil cephalus*, *Siganus javus*, *Scatophagus argus*, *Caranx sexfasciatus*, *Lutjanus johnii*, *Eleutheronema tetradactylum*, *Johnius coitur*, dan *Epinephelus coioides*.

Tulisan ini membahas keanekaragaman, kelimpahan, dan sebaran spesies Kopepoda dan kaitannya dengan faktor lingkungan dan respon biota tersebut terhadap perubahan musim, fluktuasi suhu dan salinitas. Tulisan ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang struktur komunitas zooplankton sebagai bahan pertimbangan dalam pengelolaan ekosistem bakau di Segara Anakan pada masa mendatang. Hal ini sangat penting karena kehadiran zooplankton sangat menentukan keberlangsungan populasi ikan di suatu perairan. Pengelolaan yang baik akan mengembalikan fungsi hutan bakau sebagai tempat mencari makan, memelihara anak, dan berlindung bagi berbagai spesies biota akuatik.

Metodologi

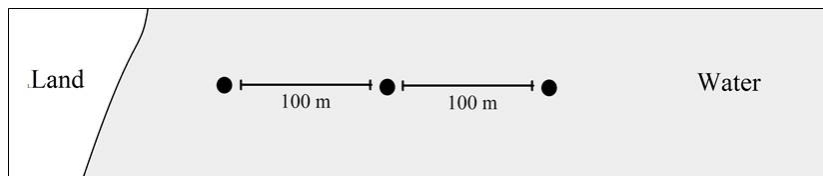
Pengambilan sampel Kopepoda dilakukan pada bulan Mei (musim kemarau) dan November (musim hujan) 2009 di tiga lokasi perairan, yakni Desa Kutawaru, Dermaga Sleko, dan Desa Ciperet, Cilacap. Jarak antara Desa Kutawaru dan Dermaga Sleko adalah 5 km, jarak antara Dermaga Sleko dan Desa Ciperet adalah 2 km, sementara jarak antara Desa Ciperet dan Desa Kutawaru adalah 3 km (Gambar 1). Di setiap lokasi ditetapkan tiga stasiun sebagai tempat

pengambilan sampel dengan jarak antara stasiun 100 m (Gambar 2). Pengambilan sampel di masing-masing stasiun dilakukan dengan ulangan 5 kali. Sampel Kopepoda diambil dengan cara menarik jaring plankton (diameter mulut jaring 45 cm dan ukuran mata jaring 0,33 mm) secara horizontal dan vertikal pada kedalaman 2–5 m pada siang dan malam hari. Di bagian tengah mulut jaring dipasang *flowmeter* untuk mengetahui volume air yang tersaring. Sampel yang diperoleh diawetkan dengan larutan formalin 4%.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel Kopepoda di Segara Anakan: A. Desa Kutawaru, B. Dermaga Sleko, C. Desa Ciperet.

Figure 1. Sampling sites in Segara Anakan: A. Desa Kutawaru, B. Dermaga Sleko, C. Desa Ciperet.



Gambar 2. Ilustrasi posisi ketiga stasiun di tiap lokasi sampling.

Figure 2. Illustration of the position of the three sampling stations in each location.

Penyortiran dan penghitungan kelimpahan spesimen Kopepoda dari zooplankton lain dan detritus dilakukan di bawah mikroskop stereo. Spesimen yang diidentifikasi diambil dari botol sampel dengan pinset mikro, lalu diletakkan di atas kaca objek cekung yang telah diberi campuran larutan gliserin-akuades dan pewarna *methylene blue*. Seluruh Kopepoda dalam sampel diidentifikasi hingga tingkat spesies berdasarkan panduan Scott (1909), Mori (1937), Huys dan Boxshall (1991), dan Mulyadi (2002, 2004), lalu dihitung jumlah individunya berdasarkan spesies, jenis kelamin, dan stadianya [betina (= F), jantan

(= M), juvenil (= J)]. Setiap spesies Kopepoda yang telah diidentifikasi dimasukkan ke dalam botol vial berlabel dengan pengawet alkohol 70% dan disimpan di Museum Zoologicum Bogoriense (MZB), Pusat Penelitian Biologi LIPI, Cibinong sebagai koleksi acuan.

Bersamaan dengan pengambilan sampel Kopepoda, dilakukan juga pengukuran salinitas dan suhu perairan dengan menggunakan salinometer dan termometer Sato Shouji YSI 33M S-T Meter. Salinitas air digunakan sebagai dasar pengelompokan Kopepoda (Mulyadi dan Ishimaru 1994).

Hasil

Sebanyak 36 spesies Kopepoda yang termasuk dalam 22 genus dari 5 ordo ditemukan di tiga lokasi dalam dua musim pengamatan (Tabel 1). Calanoida merupakan ordo yang paling dominan dengan 22 spesies dari 14 genus, diikuti oleh Cyclopoida (6 spesies dari 4 genus), Poecilostomatoida (4 spesies dari 2 genus), Harpacticoida (3 spesies dari 3 genus), dan Monstrilloida yang hanya diwakili oleh satu spesies. Spesies Kopepoda yang sama yang ditemukan di perairan Kutawaru dan Ciperet (K-C) berjumlah 3 spesies, sedangkan dari Sleko dan Ciperet (S-C) ditemukan 7 spesies yang sama, dan 16 spesies lain hanya ditemukan di Ciperet (C) saja.

Berdasarkan sebaran geografisnya, 20 spesies Kopepoda yang ditemukan adalah spesies Indo-Pasifik, 10 spesies kosmopolitan, 2 spesies yang selama ini diduga endemik untuk perairan Australia, yaitu *Calanopia australica* dan *Kelleria australiensis*, sedangkan *Tortanus*, *Apocyclops*, *Hemicyclops*, dan *Monstrilla* belum diberi nama spesifik. Ditinjau dari sebaran horizontal dan habitatnya, sebagian besar spesies Kopepoda yang ditemukan bersifat oseanik (14 spesies), 11 spesies neritik, 7 spesies estuarin-neritik, 2 spesies neritik-oseanik, dan 2 spesies parasit (Tabel 1).

Perbandingan antara Lokasi dan Musim

Hasil pengukuran suhu perairan Segara Anakan pada musim kemarau dan hujan menunjukkan kisaran 29–31°C dan 28–30°C (Tabel 2), dan masih dalam batas yang wajar bagi perkembangan Kopepoda. Pada umumnya, peningkatan suhu dalam batas optimal dapat mengakibatkan peningkatan metabolisme dan aktivitas reproduksi (Garcia-Corral et al. 2014; Sandersfeld et al. 2016). Suhu air paling tinggi pada musim kemarau (Mei) ditemukan di perairan Kutawaru, sedangkan terendah di perairan Ciperet. Suhu tertinggi pada musim hujan ditemukan di perairan Kutawaru, dan terendah di Dermaga Sleko (Tabel 2).

Komposisi, kelimpahan, dan sebaran spesies Kopepoda yang ditemukan di tiap lokasi pada musim yang berbeda menunjukkan pola yang berbeda (Tabel 1). Jumlah total spesies Kopepoda yang ditemukan di Ciperet jauh lebih tinggi (34 spesies) daripada di Dermaga Sleko (17 spesies) dan Kutawaru (14 spesies). Pada kedua musim ini terjadi perbedaan salinitas dan suhu

Pada bulan Mei (musim kemarau) ditemukan sebanyak 23 spesies Kopepoda dari 16 genus dan 12 famili di tiga lokasi pengamatan. Anggota dari ordo Calanoida ditemukan mendominasi komposisi spesies yang ada, yaitu 16 spesies, diikuti Poecilostomatoida (3 spesies), Cyclopoida (2 spesies), Monstrilloida (1 spesies), sedangkan Harpacticoida tidak ditemukan. Jumlah spesies Kopepoda tertinggi pada musim ini ditemukan di Ciperet (18 spesies dari 13 genus dan 9 famili), diikuti oleh Dermaga Sleko (10 spesies dari 8 genus dan 6 famili), dan terendah di Kutawaru (8 spesies dari 6 genus dan 5 famili). Spesies *Acartia erythraea*, *A. sinjiensis*, *Pseudodiaptomus aurivilli*, dan *P. annandalei* ditemukan di ketiga lokasi (Kutawaru, Sleko, Ciperet), 4 spesies (*Canthocalanus pauper*, *Acrocalanus gibber*, *Pontella kleini*, dan *Pontellopsis krameri*) ditemukan di Sleko dan Ciperet, 2 spesies (*Calanopia australica* dan *Kelleria australiensis*) ditemukan di Kutawaru dan Ciperet, dan 1 spesies (*Parvocalanus crassirostris*) di Kutawaru dan Ciperet. Delapan spesies yang lain, yaitu *Acartia pacifica*, *Centropages orsini*, *Labidocera minuta*, *Pontellopsis herdmani*, *Corycaeus asiaticus*, *C. erythraeus*, *Hemicyclops* sp., dan *Apocyclops* sp. hanya ditemukan di perairan Ciperet. Kelimpahan spesies rata-rata tertinggi ditemukan di perairan Sleko, diikuti oleh Ciperet dan Kutawaru. Kelimpahan spesies tertinggi ditemukan di Ciperet, yaitu *Acartia erythraea* (99 individu), *Pseudodiaptomus annandalei* (74 individu), *Acartia sinjiensis* (50 individu), dan *Pseudodiaptomus aurivilli* (34 individu) (Tabel 1).

Pada bulan November (musim hujan) terjadi kenaikan jumlah spesies Kopepoda yang tajam di semua lokasi pengamatan (Gambar 2). Sebanyak 34 spesies Kopepoda dari 22 genus dan 16 famili berhasil ditemukan. Anggota dari Calanoida mendominasi komposisi spesies yang ada (22 spesies), diikuti Cyclopoida (5 spesies), Poecilostomatoida dan Harpacticoida, masing-masing diwakili oleh 3 spesies, sedangkan Monstrilloida hanya diwakili oleh 1 spesies. Pada musim ini jumlah spesies Kopepoda tertinggi ditemukan di Ciperet (34 spesies dari 20 genus dan 14 famili), diikuti Dermaga Sleko (14 spesies dari 10 genus dan 9 famili), dan Kutawaru (10 spesies dari 7 genus dan 6 famili). Pada musim ini 14 spesies di antaranya hanya ditemukan di Ciperet saja, 8 spesies (*Acartia sinjiensis*, *A. gibber*, *Paracalanus aculeatus*, *P. crassirostris*, *Pseudodiaptomus aurivilli*, *P. annandalei*, *Oithona*

Tabel 1. Spesies dan jumlah individu Kopepoda di hutan bakau Segara Anakan, Cilacap.
 Table 1. Species and number of copepod individuus in the mangrove of Segara Anakan, Cilacap.

Species	Kutawaru						Dermaga Sleko						Ciperet						Remark
	May			Nov			May			Nov			May			Nov			
	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	
Calanoida																			
<i>Canthocalanus pauper</i>	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	2	1	0	10	0	0	IPA N-O
<i>Clausocalanus arcuicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	IP O
<i>Subeucalanus subcrassus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	IP O
<i>S. subtenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	IPA O
<i>Acartia erythraea</i>	2	0	0	0	0	0	45	32	22	0	2	0	34	21	14	23	16	5	IP E-N
<i>A. pacifica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1	0	IP E-N
<i>A. sinjiensis</i>	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	0	0	25	14	11	6	3	0	IP E-N
<i>Acrocalanus gibber</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	8	5	0	IP N
<i>A. gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	IP N
<i>Paracalanus aculeatus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	IPA N-O
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	1	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	36	21	11	IPA N
<i>Centropages furcatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	IPA O
<i>C. orsini</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0	IP N
<i>Pseudodiaptomus aurivilli</i>	2	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	21	8	5	28	12	5	IPA E-N
<i>P. annandalei</i>	0	2	0	2	0	0	41	20	13	0	1	0	2	0	0	1	0	0	IPA E-N
<i>Calanopia australica</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	1	0	1	0	0	Aus N
<i>Labidocera acuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	IP N
<i>L. minuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	IP N
<i>Pontella kleini</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	7	0	0	2	IP N
<i>Pontellopsis herdmani</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	1	0	IP N
<i>P. krameri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	1	0	IP N
<i>Tortanus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	N
Cyclopoida																			
<i>Oithona oculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	IP O

Species	Kutawaru						Dermaga Sleko						Ciperet						Remark	
	May			Nov			May			Nov			May			Nov				
	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J	F	M	J		
<i>O. plumifera</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	IP	O
<i>O. rigida</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	6	0	IP	O
<i>O. simplex</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	27	20	5	IP	O
<i>Hemicyclops</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0		Par
<i>Apocyclops</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		E-N
Poecilostomatoida																				
<i>Corycaeus andrewsi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	IP	O
<i>C. asiaticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5	3	0	IP	O
<i>C. erythraeus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	IP	O
<i>Kelleria australiensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	Aus	E-N
Harpacticoida																				
<i>Macrosetella gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	IPA	O
<i>Microsetella rosea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	IPA	O
<i>Euterpina acutifrons</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	IPA	O
Monstrilloida																				
<i>Monstrilla</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		Par
Number of individus	5	6	0	14	1	0	94	54	38	14	4	0	105	53	38	182	99	29		
Number of spesies	3	5	0	9	1	0	7	4	5	11	3	0	15	11	5	26	18	6		

Annotations: F = Female, M = Male, J = Juvenile, I = Indian Ocean, P = Pacific, A = Atlantic, Aus = Australian estuary, O = Oceanic, N-O = Neritic-oceanic, N = Neritic, E-N = Estuarine-neritic, Par = Parasite.

plumifera, dan *O. simplex*) ditemukan di Kutawaru, Sleko, dan Ciperet, 5 spesies (*Canthocalanus pauper*, *C. arcuicornis*, *Subeucalanus subcrassus*, *Acartia erythraea*, dan *Pontellopsis krameri*) ditemukan di Sleko dan Ciperet, sedangkan *Hemicyclops* sp. dan *Euterpina acutifrons* hanya ditemukan di Kutawaru dan Ciperet dengan kelimpahan sangat rendah. Kelimpahan rata-rata spesies Kopepoda tertinggi ditemukan di Ciperet, diikuti oleh Sleko dan Kutawaru. Beberapa spesies Kopepoda yang memiliki kelimpahan tertinggi adalah

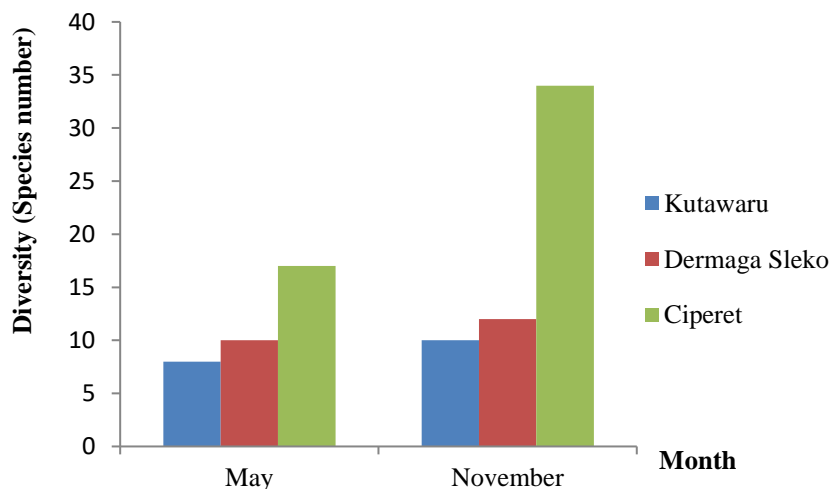
Parvocalanus crassirostris (68 individu), *Oithona simplex* (52 individu), *Pseudodiaptomus aurivilli* (45 individu), dan *Acartia erythraea* (44 individu).

Data di atas menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies Kopepoda tertinggi ditemukan pada musim hujan (Gambar 3). Namun, kelimpahan jumlah individu di tiap lokasi (Gambar 4) dan kelimpahan rata-rata jumlah individu (Gambar 5) di setiap lokasi pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan musim hujan.

Tabel 2. Kisaran salinitas, suhu dan karakteristik perairan Kutawaru, Dermaga Sleko, dan Ciperet pada musim kemarau (Mei) dan musim hujan (November) 2009.

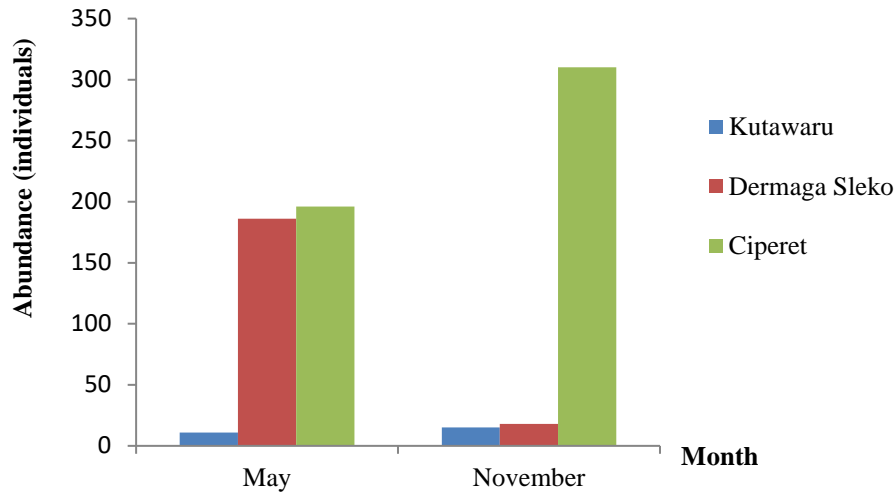
Table 2. Salinity range, temperature, and water body characteristics of Kutawaru, Dermaga Sleko, and Ciperet during dry (May) and rainy season (November) 2009.

Sampling site	Salinity (ppt)		Temperature (°C)	
	May	Nov	May	Nov
Kutawaru (Bojong Langkap estuary): Canal width 30 m, muddy substrate, 0.5–1 m depth, brownish turbid, dirty and oily water. Oil refinery and boat traffic present.	24.5	22.4	31.0	30.5
Dermaga Sleko: Canal width 50 m, sandy-mud substrate, 2–3 m depth, dark blue water. Known as boat crossing point and surrounded by residential areas.	27.4	27.4	29.5	28.7
Ciperet (river mouth): River width 20 m, estuarine bordered directly with Nusa Kambangan, curve river and narrow upstream, 0.5–2 m depth, sandy muddy substrate, clear water. Good condition mangrove and brackish water pond present.	28.5	27.4	29.0	29.0

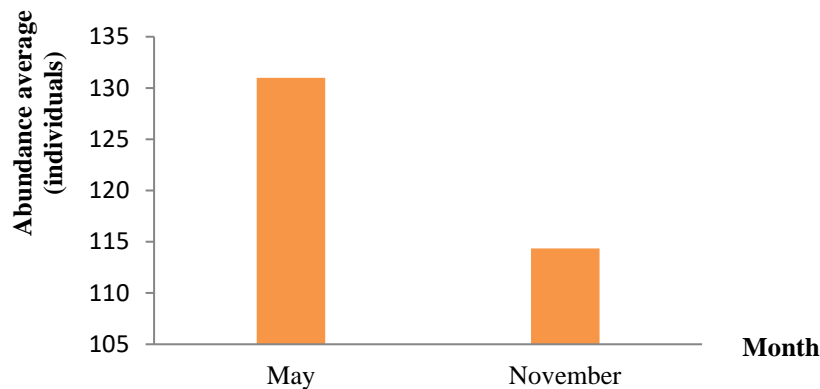


Gambar 3. Keragaman spesies Kopepoda di setiap lokasi pengamatan pada musim kemarau dan musim hujan.

Figure 3. Copepod diversity in each observation site during dry and rainy seasons.



Gambar 4. Kelimpahan Kopepoda di setiap lokasi pengamatan pada musim kemarau dan musim hujan.
Figure 4. Copepod abundance in each observation site during the dry and rainy seasons.



Gambar 5. Kelimpahan rata-rata di seluruh lokasi pada musim yang berbeda.
Figure 5. Average of abundance in all locations at different seasons.

Pembahasan

Perbedaan komposisi, kelimpahan, dan sebaran spesies Kopepoda di setiap lokasi pada setiap musim sangat dipengaruhi oleh perubahan salinitas dan suhu air. Pengamatan tentang toleransi Kopepoda perairan bakau terhadap salinitas memberikan informasi penting untuk mendukung penelitian lebih lanjut tentang sebaran, suksesi musiman, dan respon terhadap perubahan lingkungan, serta untuk mengetahui spesies organisme sekitar pantai yang dapat masuk ke lingkungan bakau. Dominasi spesies Kopepoda oseanik di tiga lokasi berkaitan erat dengan pengaruh massa air dari Samudra Hindia yang cenderung memiliki suhu rendah dan salinitas tinggi, serta sedikit berfluktuasi.

Ditinjau dari kemampuan toleransi terhadap salinitas, spesies Kopepoda dapat dibagi menjadi plankton oseanik, neritik-oseanik, neritik, dan estuarin-neritik (Kim 1985; Madhupratap dan

Haridas 1986). Kopepoda oseanik dapat hidup di luar paparan benua, Kopepoda neritik hidup di muara, pantai, dan lepas pantai, serta Kopepoda estuarin hidup pada salinitas rendah (0,5–30 ppt). Berdasarkan hal tersebut, maka seluruh spesies Kopepoda yang ditemukan di Segara Anakan dapat dikategorikan menjadi 3 tipe, yaitu (1) Kopepoda laut (*Canthocalanus pauper*) yang masuk melalui pelabuhan Tanjung Intan, (2) Kopepoda yang mampu beradaptasi pada kisaran salinitas yang lebar (*Parvocalanus crassirostris*), dan (3) Kopepoda yang toleran terhadap salinitas rendah atau air tawar (*Pseudodiaptomus annandalei* dan *Acartia sinjiensis*) (Mulyadi dan Ishimaru 1994). Kopepoda laut *Canthocalanus pauper* hanya dapat dijumpai di Dermaga Sleko dan Ciperet dengan kelimpahan rendah. Sebaliknya, Kopepoda estuarin-neritik seperti *Acartia erythraea* dan *A. sinjiensis* ditemukan sangat berlimpah, sedangkan *Parvocalanus crassirostris* dapat berpindah-pindah antara laut

dan estuari karena memiliki toleransi tinggi terhadap kisaran salinitas. Meskipun demikian, dari 36 spesies Kopepoda yang ditemukan tidak ada satu spesies pun yang benar-benar bersifat oseanik (laut) maupun limnetik (air tawar). *Subeucalanus subcrassus* dan *Paracalanus aculeatus* yang semula dikelompokkan sebagai plankton oseanik ternyata dapat ditemukan pula di perairan bersalinitas rendah seperti di perairan pantai Laut Jawa (Mulyadi 2004). Sebaliknya, *Bestiola similis* yang semula dikelompokkan sebagai tipe limnetik ternyata dapat hidup pada kisaran salinitas yang cukup luas, yaitu 2–35,6 ppt (Madhupratap dan Haridas 1986).

Keanekaragaman spesies Kopepoda pada musim kemarau dan musim hujan di perairan Kutawaru (8 dan 10 spesies) jauh lebih rendah dibandingkan perairan Ciperet (18 dan 33 spesies) dan Sleko (11 dan 13 spesies). Kutawaru merupakan area hutan bakau yang rusak dan tempat pembuangan limbah minyak dengan perairan yang berwarna kehitaman, dangkal, dan berlumpur. Beberapa spesies Kopepoda yang tidak ditemukan, terutama Kopepoda laut di perairan Kutawaru kemungkinan disebabkan oleh salinitas yang rendah, arah dan kecepatan arus laut, pendangkalan, dan pencemaran. Pada musim kemarau hanya ditemukan 8 spesies dan musim hujan 10 spesies Kopepoda yang diwakili oleh tipe estuarin seperti *Pseudodiaptomus annandalei* dan *P. aurivilli*.

Keanekaragaman dan kelimpahan spesies Kopepoda yang tinggi di perairan Ciperet disebabkan oleh lokasinya yang dekat hutan bakau, dan memiliki hubungan langsung dengan Samudra Hindia. Kondisi ini memberikan keleluasaan bagi Kopepoda oseanik untuk keluar masuk perairan bakau. Selain itu, massa air yang saling bercampur dapat saling menyumbangkan materi, baik faktor fisika, kimia, maupun biologi untuk kehidupan Kopepoda. Perairan Dermaga Sleko terletak di area terbuka dekat perkampungan penduduk yang cukup padat dan menjadi tempat penyeberangan perahu dengan aliran arus yang lambat. Kondisi seperti ini menyebabkan Kopepoda laut yang terbawa ke dalam perairan dermaga pada waktu pasang terjebak dan beradaptasi dengan lingkungan perairan ini.

Hasil pengukuran salinitas air pada musim kemarau (Mei) di Ciperet, Dermaga Sleko, dan Kutawaru masing-masing 28,5, 27,4, dan 24,5 ppt. Kisaran salinitas yang tinggi pada musim ini di ketiga lokasi tersebut disebabkan oleh minimnya suplai air tawar serta pengaruh

intensitas dan fluktuasi pasang-surut yang tinggi. Kondisi seperti ini menyebabkan keragaman dan kelimpahan spesies Kopepoda didominasi oleh tipe oseanik (14 spesies) dan neritik (11 spesies).

Pada musim hujan (November) terjadi penurunan salinitas di ketiga lokasi, yaitu menjadi 27,4 ppt di Ciperet dan di Dermaga Sleko, dan 22,4 ppt di Kutawaru (Tabel 2). Menurut Levinton (1982) Kopepoda di perairan umum dapat hidup pada kisaran salinitas 26,50–35,67 ppt, sedangkan kisaran salinitas untuk kehidupan biota akuatik di perairan sekitar bakau adalah 0–30 ppt. Dengan demikian, salinitas optimum untuk perkembangan Kopepoda laut belum diketahui secara pasti. Meskipun demikian, kisaran salinitas di perairan Segara Anakan cukup sesuai untuk mendukung kehidupan Kopepoda. Perubahan dan gradien pada salinitas diduga merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi sebaran spesies plankton yang berbeda di wilayah ini. Curah hujan yang tinggi pada bulan ini menyebabkan input nutrien yang dibawa oleh air hujan menyebabkan perairan menjadi subur dan membuat populasi fitoplankton sebagai pakan Kopepoda juga meningkat. Hal ini sejalan dengan penelitian Arinardi (1978) di Pulau Panggang, Kepulauan Seribu, bahwa Calanoida ditemukan dalam jumlah sangat banyak bertepatan dengan atau sesudah curah hujan yang lebat. Sutomo (1978) menambahkan bahwa jumlah rata-rata zooplankton tertinggi di perairan Teluk Jakarta ditemukan pada musim peralihan II (November) dan terendah pada musim peralihan I (Mei).

Selain salinitas, suhu adalah faktor penting di perairan sekitar bakau karena memengaruhi aktivitas metabolisme dan perkembangan Kopepoda yang tidak mampu menoleransi perubahan suhu lingkungan yang ekstrem, tetapi mampu hidup pada kisaran suhu 17–30°C (Lawson dan Sorgeloos 1996). Suhu optimal untuk pertumbuhan Kopepoda tergantung dari tipe morfologi dan kebutuhannya dengan batas optimal (15–25°C). Salinitas dan suhu air yang mematikan bagi *Centropages furcatus* dan *Euterpina acutifrons* betina dewasa adalah di bawah 13,1 ppt dan di bawah 26,6°C (Umar 2009).

Kesimpulan

Keanekaragaman spesies Kopepoda pada musim hujan (34 spesies) jauh lebih tinggi dibandingkan musim kemarau (23 spesies). Namun, kelimpahan rata-rata spesies Kopepoda

pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan musim hujan. Keanekaragaman spesies dan kelimpahan di Ciperet lebih tinggi dibandingkan Kutawaru dan Dermaga Sleko pada musim kemarau dan musim hujan. Spesies Kopepoda yang selalu ditemukan di setiap lokasi pada kedua musim adalah *Acartia erythraea*, *A. sinjiensis*, *Pseudodiaptomus aurivilli*, dan *P. annandalei*. Dua spesies Kopepoda dominan lain yang sering ditemukan adalah *Acrocalanus gibber* dan *Parvocalanus crassirostris*. Salinitas tinggi menyebabkan keragaman dan kelimpahan spesies Kopepoda didominasi oleh tipe oseanik dan neritik, sedangkan salinitas rendah menyebabkan dominansi Kopepoda estuarin.

Persantunan

Penelitian ini dibiayai oleh Anggaran DIPA tahun 2009 dan kerja sama LIPI-JSPS dalam program penelitian yang berjudul Biodiversity and Ecological Roles of Jellyfishes and Ctenophore in Indonesian Waters pada tahun 2008–2010. Penulis mengucapkan terima kasih kepada nelayan kampung Kutawaru, Dermaga Sleko, dan Ciperet yang telah membantu selama penelitian di lapangan.

Daftar Pustaka

- Arinardi, O. H. 1978a. Seasonal variations of certain major zooplankton groups around Panggang Island, north-west off Jakarta. *Marine Research Indonesia* 21:61–80.
- Arinardi, O. H. 1978b. Hubungan antara kuantitas fitoplankton dan zooplankton di perairan bagian utara gugus Pulau Pari, Pulau-pulau Seribu. *Oseanologi di Indonesia* 11:273–285.
- Garcia-Coral, L. S., E. Barber, A. Regaudie-de-Gioux, S. Sal, J. M. Holding, S. Agusti, N. Navarro, P. Serret, P. Mozetic, dan C. M. Darte. 2014. Temperature dependence of planktonic metabolism in the subtropical North Atlantica Ocean. *Biogeoscience* 11:4520–4540.
- Huys, R., dan G. A. Boxshall. 1991. *Copepod Evolution*. Ray Society. London.
- Kim, D. Y. 1985. Taxonomical study on calanoid copepod (Crustacea; Copepoda) in Korean waters. Phd Thesis, Hanyang Univ.
- Kohno, H., dan Sulistiono. 1994. Ichthyofauna in Segara Anakan Lagoon. *In*: Takashima, F. & Soewardi, K. eds. Ecological assessment for Management Planning of Segara Anakan Lagoon, Cilacap, Central Java. NODAI Center for International Program, Tokyo Univ. of Agriculture JSPS-DGHE Program. Tokyo University, March 1994. p.77–82.
- Lavens, P., dan P. Sorgeloos. 1996. Manual of the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Tech. Paper no 31. Rome.
- Madhupratap, M., dan P. Haridas. 1986. Epipelagic calanoid copepods of the northern Indian Ocean. *Oceanologica Acta* 9(2):105–117.
- Mori, T. 1937. The pelagic Copepoda from the neighbouring waters of Japan. Sayo Company Inc. Tokyo.
- Mulyadi, dan T. Ishimaru. 1994. Species composition of copepods in the Cilacap mangrove estuary, Central Java, Indonesia. *In*: Takashima, F. & Soewardi, K. eds. Ecological assessment for Management Planning of Segara Anakan Lagoon, Cilacap, Central Java. NODAI Center for International Program, Tokyo Univ. of Agriculture JSPS-DGHE Program. Tokyo University, March 1994. p.39–47.
- Mulyadi. 1997. Three new species of Pontellidae (Copepoda, Calanoida) from coastal waters of Java, Indonesia. *Crustaceana* 70(6):653–675.
- Mulyadi. 2003. Three new species of *Pontella* (Copepoda, Calanoida) from Indonesian waters, with notes on their species-groups. *Crustaceana* 76(4):385–402.
- Mulyadi. 2004. Calanoid copepods in Indonesian waters. Res. Center for Biology, Indonesian Institute of Sciences, Bogor, Indonesia. ISBN 979-579-053-6.
- Rubiyanto. 2007. Menyelamatkan Hutan Mangrove Cilacap. <http://cilacaponline.tripod.com/hutanbakau.htm>.
- Sandersfeld, T., F. C. Mark, dan R. Knust. 2016. Temperature-dependent metabolism in Antarctic fish: Do habitat temperature condition affect thermal tolerance ranges? *Polar Biology*. DOI:10.1007/s00300-016-1934-x.
- Saputro, G. B., S. Sukardjo, S. Hartini, Niendyawati, Susanto, Sumarso, I. N. Edrus, P. Maesarrah, D. Suhendra, dan C. Syah. 2009. Peta Mangrove Indonesia. Bakosurtanal. Bogor.
- Scott, A. 1909. The Copepoda of the Siboga Expedition Part I, Free-swimming, littoral and semi-parasitic Copepoda. *Siboga Exped. Monografieen*. P.1–69.

- Soedjadjad, R. 1999. Fungsi model hidrodinamika estuari dalam pengelolaan ekosistem mangrove (Studi kasus pencemaran minyak estuari Sungai Donan Cilacap). Pros. Seminar VI Ekosistem Mangrove. 15–18 September 1998, Pekanbaru. p.201–209.
- Supriyanto. 2008. Luas Segara Anakan tinggal kurang dari 800 hektar. www.kompas.com.
- Sutomo, A. B., O. H. Arinardi, dan D. P. Praseno. 1977. Pengamatan zooplankton di Teluk Jakarta bagian barat 1974-1975, dan catatan ekologisnya. *In: Teluk Jakarta, Sumberdaya, sifat-sifat oseanologis serta permasalahannya*. M. Hutomo, K. Romimohtarto, dan Burhanuddin (eds.). Lembaga Oseanologi Nasional – LIPI:245–262.
- Sutomo, A. B. 1981. Penelitian zooplankton di perairan Cilacap, Segara Anakan 1980–1981. Kongres Nasional Biologi V. Semarang 26–28 Juni 1981.
- Sutomo, A. B. 1984. The final report of the marine investigation of the Paiton waters, East Java. The report submitted to PT Ciria Jasa. National Institute of Oceanology-LIPI.
- Umar, N. A. 2009. Dinamika Populasi Plankton dalam Area Pusat Penangkapan Benur dan Nener di perairan Pantai Kecamatan Suppa Kabutapen Pinrang, Sulawesi Selatan. Disertasi Pascasarjana Prodi Ilmu Kelautan IPB. IPB. Bogor.
- Yuniar, A. T., dan T. Walter. 2007. Crustacean fish parasites from Segara Anakan Lagoon, Java, Indonesia. *Parasitology Research* 100:1193–1204.
- Yuwono, E., T. C. Jennejahn, I. Nordhaus, E. A. Riyanto, M. H. Sastranegara, dan R. Pribadi. 2003. Ecological status of Segara Anakan, Indonesia: a mangrove-fringed lagoon affected by human activities. *Asia Journal of water* 4(1):61–70.