

Full Paper

POLA SEBARAN HORIZONTAL DAN KERAPATAN PLANKTON Di PERAIRAN BAWEAN
HORIZONTAL DISTRIBUTION PATTERNS AND THE DENSITY OF PLANKTON IN BAWEAN WATER

Djumanto. Tumpak Sidabutar Hanny Pontoring¹, Reinhard Leipary²1

Jurusan Perikanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

LON-LIPI, Jakarta

Universitas Sam Ratu Langi, Manado

Universitas Pattimura, Ambon

Penulis untuk korespondensi: email: lely4192@yahoo.com

Abstract

The objectives of this research were to find out the horizontal distribution patterns, the density and species dominancy of plankton in Bawean waters, Gresik regency. Sampling was done using RV Baruna Jaya VIII on 29-30 April 2009. There were 12 stations for sampling, which arranged latitude 3 stations to the north and longitude 4 stations to the east with the distance of 8 and 12 miles, respectively. Water samples were collected using Kitahara net for phytoplankton and Norpac net for zooplankton by filtering from bottom to surface. The density of plankton for each station was measured base on their biovolume bases, namely settlement for phytoplankton whereas water replacement for zooplankton. Genus of plankton was identified for each station.

The results showed that the highest density of phytoplankton was found in the northern part and was decreased towards the south, while the highest zooplankton was found in the middle area. The density of phytoplankton was distributed homogeneously, while zooplankton was distributed randomly. The density of biomass phytoplankton ranged from 0.294-3.985 ml/rn³ and an average was 1.598 ml/m³. The density of biomass zooplankton ranged from 0.05-0.24 ml/m³, and an average was 0.122 ml/m³. The ratio of biovolume between phytoplankton and zooplankton ranged from 3:1-31:1 with an average was 13:1. The individual density of phytoplankton ranged from 15,843 - 1,755,694 individual/m³, while zooplankton was between 861-29,362 individual/m³. In the phytoplankton was found as much as 34 genus, and there were 5 genus which their populations were abundantly, namely *Caetoceros*, *Skeletonema*, *Rizosolenia*, *Pleurosigma* and *bacteriostratum* with percentage of 25,34%, 24,45%, 13,84%, 10,68% and 8,10%, respectively. The biology index of phytoplankton, namely diversity (H) ranged from 1.11-2.22, uniformities (E) ranged from 0.50- 1.00, and dominancy (D) ranged from 0.16 - 0.50. in the zooplankton was found 65 genus, and there were 5 genus of their populations was abundantly, that was *Ceratium*, *Calanus*, *Cetocerelia*, *Agalma* and *Fritillaria* with percentage 22.26%, 17.10%, 6.96%, 6.92% and 5.21%, respectively. The diversity index of zooplankton ranged from 1.83 - 2.56, uniformities ranged from 0.791.00, and dominancy ranged from 0.12-0.23. The population forming of phytoplankton and zooplankton were very assorted and dynamic.

Key words: Bawean, density, distribution pattern, plankton

Pengantar

Perairan Pulau Bawean terletak di kawasan laut Jawa yang masuk pada wilayah kabupaten Gresik, Jawa Timur. Perairan ini relative (< 100m), dipengaruhi oleh arus musim barat dan timur yang berganti setiap paruh tahun dengan diselingi musim pancaroba (Nontji 1987) sehingga sangat dinamis keberadaannya dan menjadi daerah penangkapan ikan yang sangat potensial bagi nelayan di Pantura. Berbagai jenis ikan pelagis kecil, pelagis besar dan demersal serta biota air lainnya sangat melimpah dan menjadi sasaran tangkapan nelayan. Kemelimpahan berbagai jenis

ikan pelagis kecil, terutama ikan pemakan plankton (planktivora), secara langsung sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan dan kepadatan plankton yang menjadi makanan utamanya (Hickman *et al.* 2009). Kemelimpahan plankton sangat dipengaruhi oleh konsentrasi zat hara yang menjadi makanannya, keberadaan bahan lain dan iklim serta faktor lingkungan lainnya. Konsentrasi riutrien utama dipelajari laut sangat dinamis, keberadaannya dipengaruhi oleh arus dan musim (Zoliner *et al.* 2009) serta zat hara lain, demikian halnya konsentrasi plankton sangat dinamis tergantung konsentrasi zat hara utamanya.

Plankton merupakan organisme mikro yang keberadaannya dalam lingkungan perairan sangat penting, karena sebagai produser primer, plankton akan menghasilkan karbohidrat yang menjadi makanan konsumen primer dan menjadi dasar rantai makanan (Kavanaugh *et al.* 2009). Aktivitas fotosintesis yang dilakukan plankton akan menghasilkan karbohidrat dan oksigen, sehingga dapat meningkatkan kelarutan oksigen dalam perairan. Plankton sebagai penyumbang terbesar kelarutan oksigen pada lingkungan perairan keberadaannya sangat penting untuk menunjang kehidupan dalam air. Fitoplankton tidak memiliki alat gerak dan keberadaannya di lingkungan perairan sangat dipengaruhi oleh gerakan air, arus air dan gelombang serta siklus matahari. Plankton beradaptasi untuk mempertahankan kedudukannya pada kolom air dengan berbagai cara, misalnya saling berikatan membentuk kelompok, meningkatkan daya apung dengan mengembangkan bentuk tubuh yang berduri, berbulu atau bercambuk.

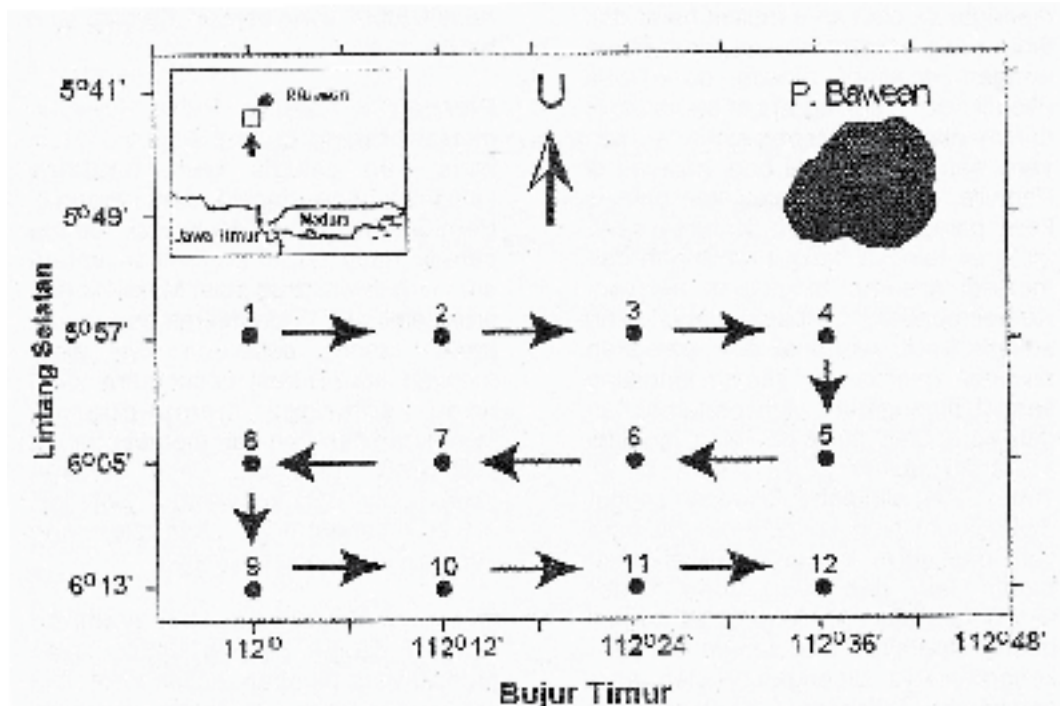
Perairan di sekitar Pulau Bawean menjadi fishing ground bagi berbagai jenis ikan pelagis kecil, terutama kelompok ikan clupeid dan carangid. Perairan ini subur ditengarai karena berada pada posisi pertemuan antara arus laut Jawa, arus selat Makasar dan arus selat Bali. Pada daerah pertemuan (frontal zone), beberapa arus akan memiliki konsentrasi unsur

hara yang tinggi sehingga mempengaruhi kesuburan perairan dan mempengaruhi kelimpahan plankton. Pada perairan yang subur dan konsentrasi populasi plankton sangat tinggi akan ditemukan populasi ikan yang melimpah.

Informasi kelimpahan plankton menjadi sangat penting untuk kajian produktivitas perairan, kajian kapasitas produksi perairan, kajian dinamika populasi ikan dan manajemen sumberdaya perairan. Sebaran spasial plankton sangat penting sebagai dasar evaluasi kesuburan perairan dan kondisi lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran horizontal plankton, kepadatan tiap stasiun dan jenis yang dominan di sekitar Pulau Bawean.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 28 April 2 Mei 2009 menggunakan Kapal Riset Baruna Jaya VIII, bersamaan dengan pelaksanaan program Pelayaran Kebangsaan bagi Ilmuwan Muda yang diselenggarakan oleh LONLIPI bekerja sama dengan Dirjen DIKTI. Lokasi sampling berada di laut Jawa terletak di sebelah barat daya Pulau Bawean (Gambar 1). Jumlah lokasi untuk pengambilan contoh plankton ditetapkan sebanyak 12 stasiun yang membujur ke arah timur sebanyak 4 stasiun dan melintang ke arah utara sebanyak 3 stasiun. Jarak



Gambar 1. Lokasi sampling di perairan Pulau Bawean (tanda panah) dan urutan sampling dari stasiun no 1 sampai 12.

membujur antar stasiun adalah 12 mil, sedangkan jarak melintang antar stasiun adalah 8 mil.

Koleksi sampel menggunakan 2 jenis jaring yang ditarik dari dasar menuju permukaan perairan. Sampel zooplankton diambil dengan menggunakan jaring plankton NORPAC dan sampel fitoplankton diambil dengan menggunakan jaring plankton KITAHARA.

Sebelum jaring plankton diturunkan, pada bagian tengah mulut jaring dipasang flow meter untuk mengukur volume air yang tersaring. Volume air yang tersaring dihitung dengan formula berikut:

$$V = R \times a \times p$$

Keterangan:

V = volume air tersaring (m³)

R = jumlah rotasi baling-baling flowmeter

a = luas mulut jaring (m²)

p = panjang kolom air yang ditempuh untuk satu kali putaran

Jaring ditarik secara vertikal dari dasar perairan menggunakan winch. Jaring NORPAC untuk menyaring zooplankton dimodifikasi dan berbentuk kerucut dengan diameter lingkaran mulut jaring berukuran 45 cm, panjang badan net 180 cm dan mesh size 80 µm. Sampel fitoplankton dikoleksi dengan menggunakan jaring plankton KITAHARA yang dimodifikasi dan berbentuk kerucut dengan diameter mulut jaring 30 cm, panjang badan jaring 100 cm dan mesh size 30 µm. Sampel plankton yang diperoleh dikeluarkan dan botol penampung, dipindahkan ke dalam botol koleksi, diberi bahan pengawet formalin 4 %. Selanjutnya pada botol diberi label yang berisi data nomor stasiun, lokasi pengambilan, tipe alat, hari dan waktu pengambilan contoh plankton.

Pengukuran biomassa dengan menentukan volume plankton untuk mengetahui banyaknya plankton secara kuantitatif. Metode ini dilakukan diatas kapal pada saat pelaksanaan ekspedisi, karena diatas kapal tidak tersedia mikroskop dan kondisi kapal kurang stabil akibat gelombang.

Biomass zooplankton diukur dengan metode pemindahan volume air (*water displacement volume*), dilakukan dengan meniriskan zooplankton kemudian dimasukkan ke dalam botol pengukur volume plankton, kemudian botol diisi dengan air hingga garis batas tertentu di leher botol. Banyaknya air yang diperlukan untuk mencapai garis tersebut

menunjukkan volume pindahan. Pengukuran biomass zooplankton dilakukan dengan cara menuang sampel plankton ke atas selebar jaring plankton yang telah diketahui volumenya. Selanjutnya jaring yang berisi plankton dimasukkan ke dalam tabung gelas yang telah diketahui volumenya. Melalui buret, air dialirkan ke dalam tabung gelas tersebut sampai tanda batas pada leher tabung. Berkurangnya air di dalam buret akan menunjukkan volume plankton didalam tabung pengukur. Pengukuran biomass fitoplankton dilakukan dengan cara mengendapkan sampel fitoplankton (*settling volume*). Sampel yang diperoleh dituang ke dalam gelas ukur dan diendapkan selama 24 jam, kemudian tinggi endapan fitoplankton dicatat. Volume endapan yang terukur adalah volume fitoplankton.

Sampel plankton selanjutnya disimpan dalam botol dan diberi label serta dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi. Pada saat pengamatan dilaboratorium, tiap botol sampel plankton dikocok agar merata, kemudian diambil sebanyak satu mililiter dan diletakkan pada gelas *sadwick rafter*, selanjutnya diamati dibawah mikroskop pada pembesaran 400x. Tiap sampel plankton diidentifikasi hingga tingkat genus. Kelimpahan plankton dihitung dengan formula berikut.

$$N = n_i \times (V_r/V_o) \times (1/V_s)$$

Keterangan:

N = Jumlah individu plankton genus i/m³

V_r = Volume air tersaring (ml)

V_o = Volume yang diamati (ml)

V_s = Volume air yang disaring (m³)

n_i = jumlah plankton genus i pada volume air yang diamati (individu)

Beberapa indeks biotis dihitung untuk mengetahui kondisi komunitas plankton antar stasiun penelitian. Indeks yang dihitung adalah indeks Shannon Wiener untuk mengetahui keanekaragaman spesies (H), kemudian indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D). Penghitungan indeks dilakukan dengan formula berikut:

$$H = -\sum (n_i/N) \ln (n_i/N)$$

E = H²/H_{max}

D = Jumlah (n_i/N)²

Keterangan

n_i = jumlah individu genus ke

N = Jumlah total individu seluruh genera

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Biomass plankton

Hasil pengukuran kelimpahan fitoplankton secara kuantitatif di perairan Pulau Bawean, Laut Jawa, disajikan dalam label 1. Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa biomassa (biovolume) fitoplankton tertinggi terdapat di stasiun 3, kemudian diikuti oleh stasiun 2, stasiun 4, yang berada disisi utara, sedangkan yang terendah adalah stasiun 10 disisi selatan. Biomassa tertinggi yang terdapat di stasiun 3 sebanyak 3,985 ml/m³, diikuti oleh stasiun 2 sebanyak 3,958 ml/m³, dan stasiun 4 sebanyak 3,243 ml/m³, sedangkan terendah sebesar 0,294 ml/m³. Kerapatan fitoplankton pada stasiun 6 sebanyak 2,350 ml/m³ dan stasiun 11 sebanyak 1,277 ml/m³, sedangkan pada stasiun yang lain sebesar < 0,9 ml/m³. Secara keseluruhan rata-rata biomassa fitoplankton adalah sebesar 1,598 ml/m³.

Hasil pengukuran kelimpahan zooplankton secara kuantitatif disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa biomassa zooplankton tertinggi terdapat di stasiun 6, kemudian diikuti oleh stasiun 3, stasiun 5, sedangkan yang terendah adalah stasiun 7. Biomassa tertinggi di stasiun 6 sebanyak 0,24 ml/m³, diikuti oleh stasiun 3 sebanyak 0,20 ml/m³, sedangkan terendah di stasiun 7 sebanyak 0,05 ml/m³. Secara keseluruhan rata-rata biomassa zooplankton adalah sebesar 0,122 ml/m³.

Kelimpahan fitoplankton dan zooplankton pada tiap stasiun disajikan pada Gambar 2. Perbandingan biomassa fitoplankton terhadap zooplankton berkisar antara 3:1 hingga 31:1. Perbandingan tertinggi terdapat di stasiun 2 sebesar 31:1, kemudian stasiun 4 sebesar 26:1 dan terendah di stasiun 5 sebesar 3:1.

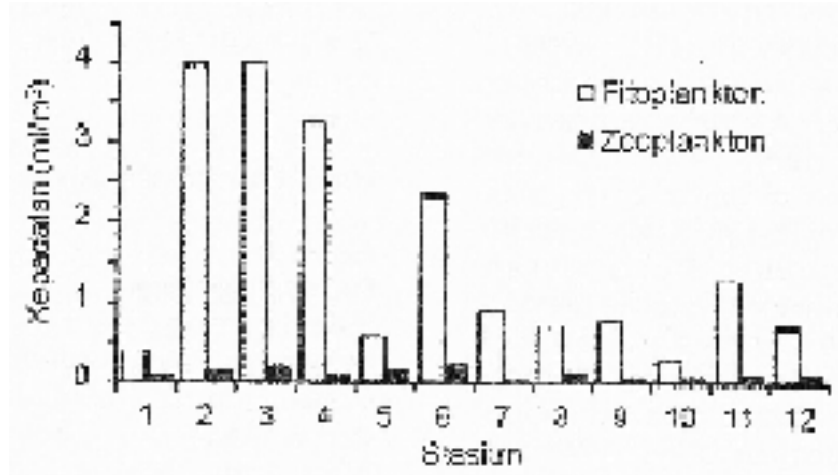
Kerapatan fitoplankton yang tinggi cenderung diikuti oleh kelimpahan zooplankton yang tinggi, namun kelimpahan zooplankton yang tinggi akan

Tabel 1. Posisi stasiun pengamatan dan kelimpahan fitoplankton pada setiap stasiun penelitian

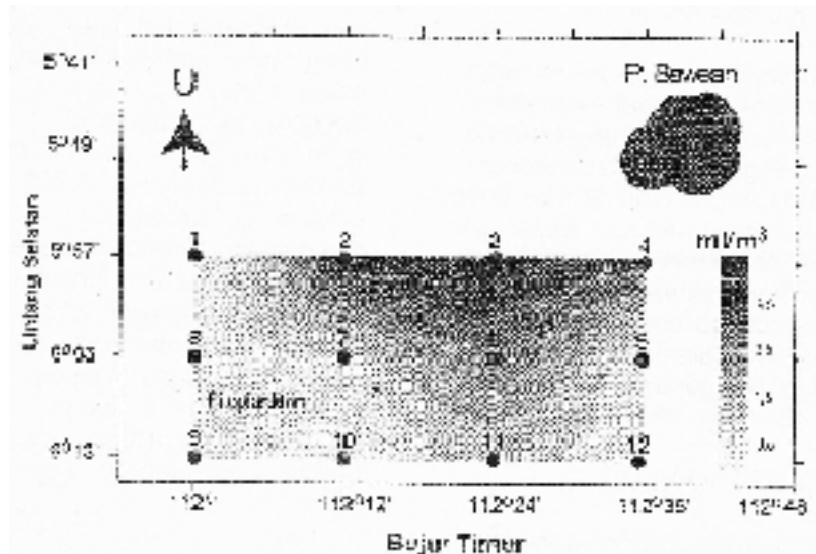
Lintang	Bujur	St.	Kedalaman (m)	Vol Fitoplankton (ml)	Jumlah Putaran (rad)	Luas ring (m ²)	Flow meter (put/m)	Vol air Tersaring (m ³)	Kepadatan (ml/m ³)
05°57' LS	122° 00' BT	1	69	2	532	0,07	0,14	5,08	0,394
05°57' LS	112° 12' BT	2	68	20,1	532	0,07	0,14	5,08	3,958
05°57' LS	112° 24' BT	3	70	20,2	531	0,07	0,14	5,07	3,985
06°57' LS	112° 36' BT	4	69	16,5	533	0,07	0,14	5,09	3,243
06°05' LS	112° 36' BT	5	69	2,8	506	0,07	0,14	4,83	0,580
06°05' LS	112° 24' BT	6	69	12	535	0,07	0,14	5,11	2,350
06°05' LS	112° 12' BT	7	68	4,5	526	0,07	0,14	5,02	0,896
06°05' LS	112° 00' BT	8	68	3,7	537	0,07	0,14	5,13	0,722
06°13' LS	112° 00' BT	9	64	4	535	0,07	0,14	5,11	0,783
06°13' LS	112° 12' BT	10	66	1,5	535	0,07	0,14	5,11	0,294
06°13' LS	112° 24' BT	11	73	6,5	533	0,07	0,14	5,09	1,277
06°13' LS	112° 36' BT	12	66	3,5	524	0,07	0,14	5,00	0,700

Tabel 2. Posisi stasiun pengamatan dan kelimpahan fitoplankton pada setiap stasiun

Lintang	Bujur	St.	Kedalaman (m)	Vol Fitoplankton (ml)	Jumlah Putaran (rad)	Luas ring (m ²)	Flow meter (put/m)	Vol air Tersaring (m ³)	Kepadatan (ml/m ³)
05°57' LS	122° 00' BT	1	69	0,9	532	0,13	0,14	9,30	0,10
05°57' LS	112° 12' BT	2	68	1,2	535	0,13	0,14	9,35	0,13
05°57' LS	112° 24' BT	3	70	1,9	534	0,13	0,14	9,33	0,20
06°57' LS	112° 36' BT	4	69	1,2	548	0,13	0,14	9,58	0,13
06°05' LS	112° 36' BT	5	69	1,6	548	0,13	0,14	9,58	0,17
06°05' LS	112° 24' BT	6	69	2,3	538	0,13	0,14	9,40	0,24
06°05' LS	112° 12' BT	7	68	0,5	531	0,13	0,14	9,28	0,05
06°05' LS	112° 00' BT	8	68	1,2	536	0,13	0,14	9,37	0,13
06°13' LS	112° 00' BT	9	64	0,6	536	0,13	0,14	9,37	0,06
06°13' LS	112° 12' BT	10	66	0,6	548	0,13	0,14	9,58	0,06
06°13' LS	112° 24' BT	11	73	0,8	530	0,13	0,14	9,26	0,09
06°13' LS	112° 36' BT	12	66	1	531	0,13	0,14	9,28	0,11



Gambar 2. Kelimpahan fitoplankton dan zooplankton pada masing-masing stasiun penelitian.



Gambar 3. Sebaran horizontal fitoplankton pada bulan April di perairan Pulau Bawean

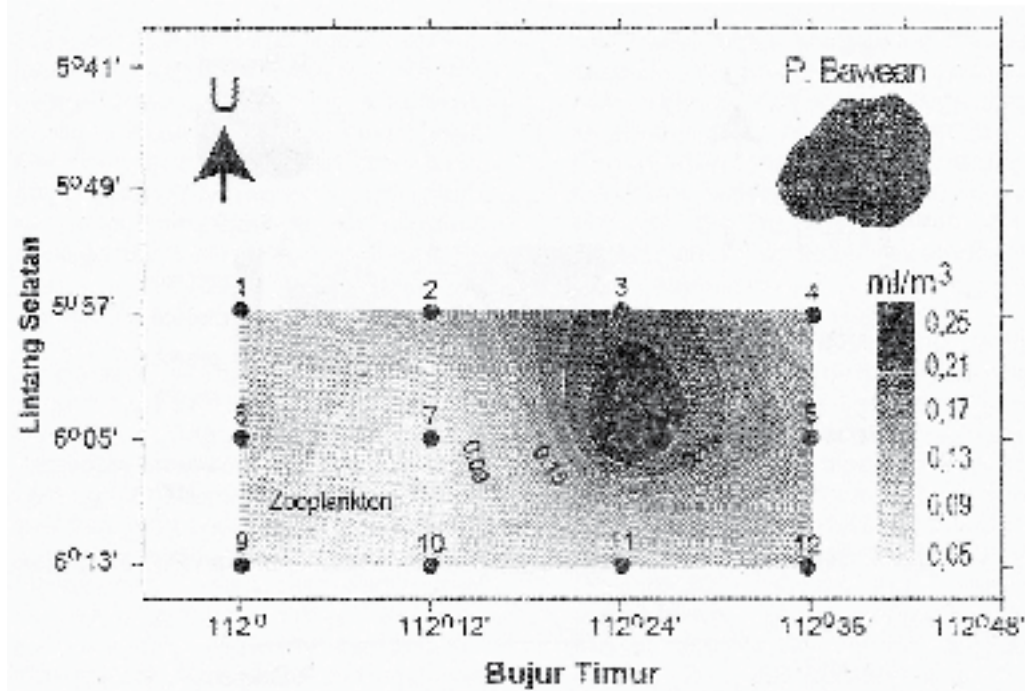
menyebabkan rendahnya kepadatan fitoplankton, sehingga terdapat hubungan yang terbaik antara fitoplankton dan zooplankton.

Kelimpahan zooplankton cenderung akan mengikuti laju pertumbuhan populasi fitoplankton. Secara umum, kepadatan biomasa fitoplankton sebanyak 13 kali lebih banyak daripada biomasa zooplankton.

Pola sebaran horizontal biovolume fitoplankton disajikan pada gambar 3. Sebaran kelimpahan tertinggi fitoplankton terlihat terkonsentrasi di stasiun 2 dan 3. Berdasarkan pola persebaran fitoplankton, maka kepadatan fitoplankton menurun kearah selatan. Kepadatan fitoplankton menurun perlahan-lahan

disisi tengah, sedangkan penurunan disebelah timur dan barat sangat cepat. Pola sebaran kelimpahan fitoplankton menunjukkan keteraturan (uniform) dimana kepadatan populasi yang tinggi terdapat di sisi utara-tengah kemudian menurun kearah selatan menyebar pada sisi barat dan timur.

Pola sebaran horizontal biovolume zooplankton disajikan pada gambar 4. Pola sebaran zooplankton cenderung mengikuti pola sebaran fitoplankton yang kepadatannya menurun kearah selatan, namun konsentrasi tertinggi terdapat di tengah (stasiun 8). Pola sebaran zooplankton bersifat acak, dengan konsentrasi kepadatan yang tinggi dan rendah terdapat terdapat di beberapa tempat.



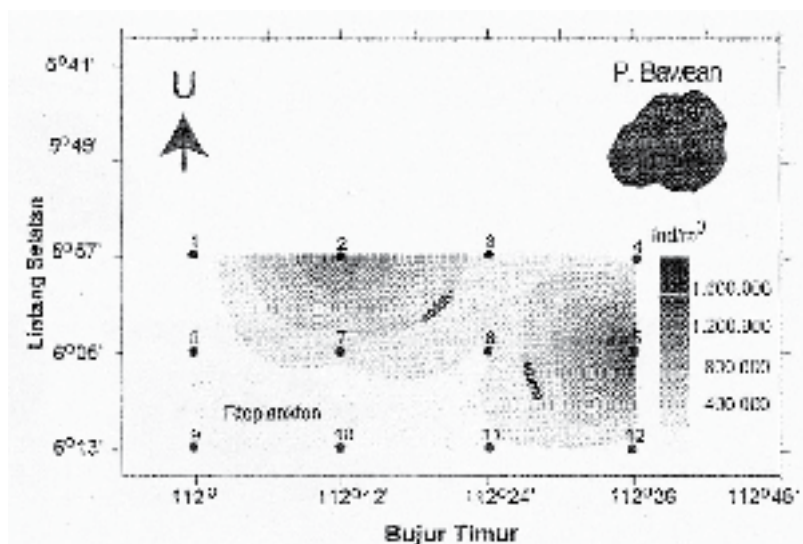
Gambar 4. Sebaran horizontal zooplankton di perairan Pulau Bawean

Kepadatan individu plankton

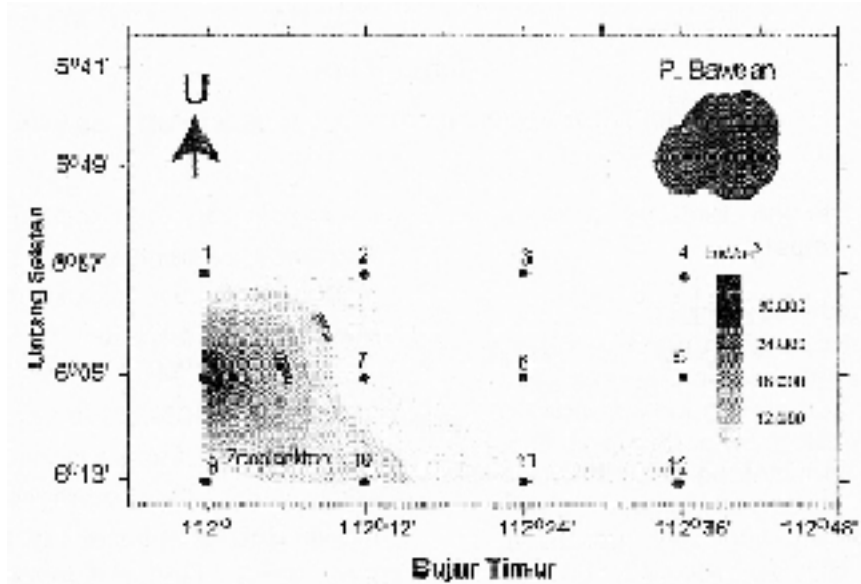
Kepadatan fitoplankton masing-masing genus pada tiap stasiun disajikan pada lampiran 1, sedangkan jumlah individu tiap stasiun disajikan pada Gambar 5. Kepadatan zooplankton disajikan pada lampiran 2, sedangkan jumlah individu zooplankton disajikan pada gambar 6. Kepadatan individu genus fitoplankton berkisar antara 2.228-1.755.694 id/m³, sedangkan kepadatan individu zooplankton berkisar antara

861-29.362 id/m³. Kepadatan tertinggi individu genus fitoplankton terdapat di stasiun 5 dan kepadatan individu genus zooplankton tertinggi terdapat distasiun 8.

Nilai indeks biotis yang meliputi indeks keanekaragaman (H), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (O) untuk genus fitoplankton disajikan pada lampiran 1 dan 2. Pada fitoplankton terdapat sebanyak 34 genus dan ada 5 genus yang populasinya melimpah,



Gambar 5. Sebaran horizontal individu fitoplankton total di perairan Pulau Bawean.



Gambar 6. Sebaran horizontal individu zooplankton total di perairan Pulau Bawean

yaitu *Caetoceros*, *Skeletoriema*, *Rizosolenia*, *Pieurosigma* dan *Bacteriostratum* dengan persentase kelimpahan berturut-turut 25,34%, 24,45%, 13,84%, 10,68% dan 8,10%. Total kelimpahan kelima genus fitoplankton tersebut mencapai 82,42%, sedangkan genus yang lain sebagian besar kerapatannya kurang 0,5%. Genus dominan hampir ditemukan pada setiap stasiun, sedangkan genus yang tidak dominan ditemukan hanya pada beberapa stasiun penelitian. Nilai indeks keanekaragaman (H') berkisar antara 1,11 hingga 2,22, keseragaman (E) berkisar antara 0,50-1,00 dan indeks dominansi (D) berkisar 0,16-0,50. Meskipun populasi beberapa genus fitoplankton kerapatannya sangat tinggi, namun tidak ada yang dominan sehingga perkembangan genus fitoplankton sangat dinamis.

Pada genus zooplankton terdapat sebanyak 65 genus dan ada 5 genus yang populasinya melimpah, yaitu *Ceratium*, *Calanus*, *Cetocerelia*, *Agalma* dan *Fritilaria* dengan persentase kelimpahan berturut-turut 22,26%, 17,10%, 6,96%, 6,92% dan 5,21%. Total kelimpahan kelima genus fitoplankton tersebut mencapai 58,46%. Selain itu ada 4 genus yang kelimpahannya berkisar antara 4,51% hingga 2,20%, 9 genus kelimpahannya berkisar antara 1,75% hingga 1,02%, sedangkan genus yang lain sebagian besar kerapatannya kurang 0,87%. Genus dominan ditemukan pada setiap stasiun, sedangkan genus yang tidak dominan ditemukan hanya pada beberapa stasiun penelitian. Nilai indeks keanekaragaman (H') berkisar antara 1,83 hingga 2,56, keseragaman (E) berkisar antara

0,79-1,00 dan indeks dominansi (D) berkisar 0,12-0,23.

Populasi genus zooplankton sangat beragam, labil dan dinamis. Tingkat kompetisi antar genus untuk mendapatkan prey sangat tinggi, sehingga perubahan struktur populasinya cenderung mengikuti perubahan dan perkembangan populasi pada genus fitoplankton.

Pembahasan

Sebaran biomas fitoplankton menunjukkan kelimpahan yang homogen, tinggi di sebelah utara kemudian menurun ke arah selatan, sedangkan zooplankton menunjukkan sebaran yang acak, meskipun sebaran zooplankton mengikuti pola sebaran fitoplankton, namun zooplankton aktif bergerak mengejar prey. Sebaran biomas fitoplankton cenderung dipengaruhi oleh kondisi perairan dan musim (Eslinger *et al.* 2001), karena pertumbuhan fitoplankton sangat dipengaruhi oleh ketersediaan zat hara (Zoilner *et al.* 1990, Roitz *et al.* 2002). Fitoplankton tidak memiliki alat gerak seperti halnya pada zooplankton (Hirota *et al.* 1984), sehingga kemampuan gerakannya relatif terbatas dengan melakukan berbagai adaptasi untuk mempertahankan kedudukannya pada kolom air. Sebaran biomas zooplankton cenderung acak karena kelompok zooplankton memiliki alat gerak, sehingga zooplankton akan aktif bergerak mengikuti gerakan kelimpahan fitoplankton sebagai mangsanya.

Kepadatan individu genus fitoplankton memperlihatkan konsentrasi yang tinggi di stasiun 2 dan 6, sedangkan kepadatan individu genus zooplankton tertinggi di stasiun 8. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang negatif, yaitu ketika kepadatan zooplankton tinggi maka kepadatan fitoplankton akan menurun yang disebabkan pemanngsaan. Berdasarkan hubungan antara biomas dan kepadatan individu genus fitoplankton, maka diperoleh gambaran bahwa pada biomas yang tinggi tidak diikuti jumlah individu genus yang tinggi.

Disisi lain, genus fitoplankton maupun zooplankton yang dominan tersebar pada seluruh stasiun, sehingga pada kepadatan yang tinggi individu genus fitoplankton maupun zooplankton ditemukan kondisi plankton yang kurus. Hal ini diduga disebabkan oleh persaingan untuk mendapatkan unsure hara maupun prey.

Populasi plankton di perairan sekitar Pulau Bawean memperlihatkan perubahan musiman yang tidak jelas karena berada di daerah tropis, meskipun sangat dipengaruhi oleh musim barat dan timur namun yang paling berperan adalah perubahan ketersediaan bahan gizi atau unsur hara (Eslinger 2001). Kondisi arus ditengarai memodifikasi kondisi biomas lokal melalui pertukaran antara air yang berasal dari selat Makasar, selat Bali dan laut Jawa (Nontji 1987). Stratifikasi fisik lemah sehingga terjadi pengadukan masa air pada seluruh lapisan, menyebabkan perkembangan fitoplankton berlangsung lama dan pertumbuhan hingga populasi maksimum membutuhkan waktu yang lama, akibatnya peluang terjadinya blooming fitoplankton yang merugikan bagi biota air relatif kecil.

Kondisi iklim dan cuaca memegang peranan yang penting terhadap dinamika populasi fitoplankton dan zooplankton (Eslinger 2001). Perubahan jumlah kelimpahan populasi plankton disebabkan curah hujan dan arus. Curah hujan menyebabkan terjadinya pengenceran air dan penurunan salinitas, serta meningkatkan masukan unsur hara dan daratan yang terbawa oleh luapan air sungai. Pada musim penghujan pertumbuhan populasi fitoplankton cenderung tinggi dan melimpah, menyebabkan biota air lainnya, misalnya ikan, melakukan perkembangbiakan karena tersedia cukup makanan (Amundsen *et al.* 2008). Pertumbuhan fitoplankton secara kasar dapat digolongkan menjadi dua tipe, yaitu: (i) singkat, produktivitasnya meledak sangat pesat, (ii) panjang, masa pertumbuhan sangat lambat. Kondisi cuaca yang relatif tenang dan perairan yang

dangkal menyebabkan tidak terjadi stratifikasi suhu, populasi fitoplankton tumbuh dengan cepat di lapisan epilimnion yang tersedia cukup unsur hara dan sinar matahari (Roitz *et al.*, 2002). Akibat pertumbuhan fitoplankton dipermukaan maka unsur hara terutama fosfat cepat habis. Pertumbuhan zooplankton lebih lambat daripada fitoplankton menyebabkan produksi fitoplankton tidak dapat dimanfaatkan maksimal, sehingga akan tenggelam ke dasar perairan yang dimanfaatkan oleh organisme benthik.

Rasio energi antara yang diperoleh dari populasi prey dan tersimpan dalam populasi predator suatu trofik level relatif konstan pada level 10%, pada ekosistem daratan dan ekosistem air tawar mencapai 20% (Uye *et al.* 1987). Namun, efisiensi transfer produktivitas primer terhadap biomas zooplankton (termasuk karnivor) seringkali lebih tinggi (Hickman *et al.* 2009) dan dilaporkan tertinggi mencapai 71%. Pada studi ini, efisiensi transfer produktivitas primer terhadap zooplankton berkisar antara 3,24%-28,83% dengan rata-rata 12,62%. Transfer energi yang terjadi antar wilayah geografis sangat bervariasi dan tidak ada hubungan antara lokasi dengan efisiensi transfer energi. Pada daerah yang eutrofik umumnya rendah, sebaliknya pada daerah yang oligotrofik relative tinggi. Meskipun transfer energi yang terjadi antara produktivitas primer dan konsumen primer di perairan Bawean masih memenuhi postulat umum, namun rendahnya nilai efisiensi transfer energi diduga disebabkan oleh cuaca yang sewaktu-waktu berubah karena musim pancaroba, juga posisi pada daerah frontal zone. Di daerah lintang tinggi dilaporkan terjadi variasi transfer energi antara musim panas dan dingin, dimana pada musim panas transfer energi lebih tinggi (Uye *et al.* 1987).

Sebanyak 6 dan 12 stasiun yang diamati, efisiensi transfer energinya relatif rendah, sedangkan pada stasiun lainnya relatif tinggi. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh pemangsaan herbivor zooplankton, pada stasiun yang populasi herbivor zooplanktonnya tinggi maka efisiensi transfer energinya juga tinggi. Variasi transfer energi yang beragam antar wilayah sangat umum terjadi pada lingkungan perairan laut (Uye *et al.* 1987), karena sebaran fitoplankton dan zooplankton sangat heterogen.

Herbivor zooplankton dari genus *Ceratium* dan *Calanus* ditemukan hampir pada semua stasiun dan populasinya sangat melimpah. Zooplankton tersebut menjadi mangsa utama bagi ikan pelagis kecil, misalnya ikan clupeid dan carangid. Di daerah lintang tinggi, misalnya teluk Tokyo (Tsuda & Nemoto

1988), populasi ikan clupeid (*Engraulis japonicus* dan *Sard mops melanostictus*) ditemukan pada daerah yang populasi zooplankton sebagai mangsanya tinggi. Eksploitasi ikan clupeid di perairan Jepang sangat tinggi dan terjadinya fluktuasi hasil tangkapan disebabkan secara tidak langsung oleh fluktuasi prey. Meskipun produktivitas perikanan tangkap tidak mencerminkan produktivitas perairan yang sesungguhnya karena berbagai alasan, misalnya migrasi, efektivitas alat tangkap, cuaca dan faktor lainnya, namun kelimpahan plankton yang tinggi merupakan salah satu indikator produktivitas perairan.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Biomassa fitoplankton tersebar homogen dengan kepadatan tinggi disisi utara menurun ke arah selatan, sedangkan biomassa zooplankton tersebar acak dengan konsentrasi tinggi di tengah dan cenderung mengikuti sebaran fitoplankton. Kepadatan biomassa fitoplankton berkisar antara 0,294-3,985 ml/m³ dan kepadatan rata-rata sebesar 1,598 ml/m³. Kepadatan biomassa zooplankton berkisar antara 0,05-0,24 ml/m³, kepadatan rata-rata adalah sebanyak 0,122 ml/m³. Perbandingan kelimpahan rata-rata biomassa fitoplankton terhadap biomassa zooplankton adalah 13:1.

Pada fitoplankton terdapat sebanyak 34 genus dan ada 5 genus yang populasinya melimpah, yaitu *Caetoceros*, *Skeletonema*, *Rizosolenia*, *Pleurosigma* dan *Bacteriostratum*. Nilai indeks keanekaragaman fitoplankton (H') berkisar antara 1,11 hingga 2,22, keseragaman (E) berkisar antara 0,50-1,00 dan indeks dominansi (D) berkisar antara 0,16-0,50. Pada zooplankton terdapat 65 genus dan ada 5 genus yang populasinya melimpah, yaitu *Ceratium*, *Calanus*, *Cetocerelia*, *Agalma* dan *Fritillaria*. Nilai indeks keanekaragaman zooplankton berkisar antara 1,83 hingga 2,56, keseragaman berkisar antara 0,79-1,00 dan indeks dominansi berkisar antara 0,12-0,23.

Populasi genus fitoplankton dan zooplankton sangat beragam dan dinamis. Pola persebaran fitoplankton menunjukkan pola penyebaran teratur dimana populasi relatif merata secara divergen dalam komunitas. Pola persebaran kelimpahan zooplankton menunjukkan keberadaan acak, populasi menyebar dalam beberapa tempat dan mengelompok di tempat lain.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang kelimpahan plankton dan relevansinya dengan kelimpahan larva ikan-ikan pelagis kecil pada beberapa wilayah yang sangat produktif.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan atas kesempatan yang telah diberikan oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (DIKTI) Departemen Pendidikan Nasional sebagai pihak yang mendanai dalam kegiatan Pelayaran Kebangsaan bagi Ilmuwan Muda. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pusat Penelitian Oseanografi LIPI sebagai pelaksana kegiatan, para instruktur atas bimbingan dan masukannya, khususnya kepada Bapak Hadikusuma atas bimbingannya dalam analisis data. Terima kasih kami sampaikan kepada Kapten kapal beserta semua awak (khususnya tim pengambil plankton) KR. Baruna Jaya VIII atas bantuan yang telah diberikan selama dalam pelayaran. Kepada Anes dan Indah juga disampaikan terima kasih atas bantuannya dalam identifikasi plankton di laboratorium, serta kepada pihak lain yang banyak membantu demi kelancaran kegiatan dan penulisan makalah.

Daftar Pustaka

- Amundsen P.A., R. Knudsen & A. Klemetsen. 2008. Seasonal and ontogenetic variations in resource use by two sympatric Arctic charr morphs. *Environ Biol Fish.* 83,45-55.
- Eslinger, D.L., R.I. Cooney, C.P. Mcroy, A. Ward, T.C. Kline, F.P. Simpson, J. Wang & J.R. Allen. 2001. Plankton dynamics: observed and modelled responses to physical conditions in Prince William Sound, Alaska. *Fish. Oceanogr.* 10 (suppl. 1), 81-96.
- Hirota Y., T. Nemoto & R. Marumo. 1984. Larval development of *Euphausia similis* (Crustacea: Euphausiacea) in Sagami Bay, Central Japan. *Journal of the oceanographical society of Japan.* Vol. 40, 57-66.
- Hickman A.A., P.M. Holligan, C. Mark Mooreet, J. Sharples, V. Krivtsov & M.R. Palmer, 2009. Distribution and chromatic adaptation of phytoplankton within a shelf sea thermocline. *Limnol. Oceanogr.*, 54(2), 525-536.

- Kavanaugh M.T., K.J. Nielsen, F.T. Chan, B.A. Menge, R.M. Letelier, & L.M. Goodrich, 2009. Experimental assessment of the effects of shade on an intertidal kelp: Do phytoplankton blooms inhibit growth of open-coast macroalgae?. *Limnol. Oceanogr.*, 54(1), 276-288.
- Nontji, A., 1987. Laut nusantara. Penerbit Djambatan. 368 h.
- Roitz J.S., A.R. Flegal & K.W. Bruland. 2002. The Biogeochemical cycling of Manganese in San Francisco Bay: Temporal and Spatial Variations in Surface Water Concentrations. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (2002) **54**,227-239.
- Tsuda A. & I. Nemoto. 1988. Feeding of copepods on suspended particles in Tokyo Bay. *Journal of the oceanographical society of Japan*. Vol. 44, 217-227.
- Uye S., H. Kuwata & T. Endo. 1987. Standing stocks and production rate of phytoplankton and planktonic copepods in the inland sea of Japan. *Journal of the oceanographical society of Japan*. Vol. 42,421-434.
- Zollner A., H.G. Hoppe, U. Sommer & K. Jurgens, 1990. Effect of zooplankton-mediated trophic cascades on marine microbial food web components (bacteria, nanoflagellates, ciliates). *Limnol. Oceanogr.*, 54(1), 262-275.

Lampiran 1. Kelimpahan genus fitoplankton (individu/ m3) yang ditemukan di stasiun 1-12 perairan Bawean, indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) dan indeks dominan (D).

No	Genus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Persen
1	Aphanizoe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	421	0	421	0,01
2	Achnanthes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	577	577	0,01
3	Asterionella	75	0	0	0	0	170	0	0	59	0	421	0	730	0,02
4	Asterionella	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	0,00
5	Asterionella	0	0	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	87	0,00
6	Bacillaria	551	251033	45002	0	2070	25756	4481	536	0	175	421	87	341616	0,10
7	Bacillaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	0	140	0,00
8	Bacillaria	2756	6709	0	0	0	255	0	5902	176	8734	31353	261	115060	2,73
9	Ceratoceros	551	701418	219049	1065	2070	108246	18321	8839	1272	3705	702	695	1038239	25,24
10	Clinocodium	75	0	0	0	0	170	0	0	0	0	140	0	389	0,01
11	Clinocodium	0	0	0	0	72161	0	0	139	0	0	0	0	72300	1,72
12	Clinocodium	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	261	261	0,01
13	Coccolithus	0	0	0	0	0	3681	0	0	0	0	0	0	3681	0,09
14	Coscinodiscus	700	10198	262	1925	24845	0	0	1390	358	1424	400	2016	43570	1,05
15	Cyclotella	354	2813	1196	1474	0	255	8473	0	58	4400	0	174	17230	0,41
16	Dactyloscopus	0	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	0,00
17	Dicella	0	4922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	0,00
18	Dicella	75	1066	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1134	0,03
19	Dicella	75	0	0	0	0	0	3681	0	58	0	0	0	1134	0,03
20	Geometricum	709	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	709	0,02
21	Gomphonema	0	4622	0	1888	0	0	0	0	0	0	0	0	651	0,17
22	Gomphonema	472	4707	162	0	0	4738	0	0	358	712	0	0	11000	0,27
23	Laetia	0	0	0	0	0	0	498	0	0	0	0	0	498	0,01
24	Microcystis	866	43597	7891	16237	57071	5719	38937	3523	1127	3204	3309	3216	134212	4,37
25	Microcystis	5198	22853	211	56817	295010	2380	66711	2376	1545	24034	12494	5302	450076	10,08
26	Microcystis	1075	87856	11978	21128	351867	13451	44812	22855	2136	5408	34375	5041	583600	13,84
27	Microcystis	0	0	3875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3875	0,09
28	Microcystis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
29	Microcystis	4014	39030	20300	12264	610560	11325	37943	2820	5044	18885	13003	23206	1032640	24,49
30	Thalassiosira	158	0	0	0	10052	1816	0	0	0	0	0	0	12068	0,29
31	Thalassiosira	75	0	0	0	0	0	0	0	178	1216	0	0	1573	0,04
32	Thalassiosira	1330	85303	8243	1565	128364	2343	10472	0	415	256	3650	656	213109	5,77
33	Thalassiosira	0	0	0	3439	0	0	4461	0	0	584	140	0	5585	0,13
34	Thalassiosira	504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	504	0,11
Total		22200	1250549	310021	100006	1755391	176272	232025	57132	15613	60601	171673	48026	4215361	
H'		2,22	1,42	1,11	1,73	1,30	1,44	1,06	1,68	1,25	1,60	1,43	1,59		
E		1,09	0,64	0,50	0,78	0,68	0,63	0,84	0,75	0,80	0,67	0,61	0,71		
D		0,18	0,57	0,50	0,21	0,30	0,29	0,19	0,25	0,21	0,20	0,25	0,23		

Lampiran 2. Kelimpahan genus zooplankton (individu/m³) yang ditemukan di stasiun 1-12 perairan Bawean, indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D)

No	Genus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Persent
1	Adriogalea	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	22	0,12
2	Agalmia	98	0	66	174	155	177	490	1604	0	1129	193	129	4217	6,82
3	Brachionia	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0,07
4	Brachionum	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	44	0,07
5	Callinectes	119	124	367	251	193	443	193	6408	62	1519	196	1611	13402	17,10
6	Canthocamptus	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	41	0,07
7	Centropages	0	698	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	703	1,13
8	Centropages	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
9	Cyclops	299	401	625	857	193	621	196	6232	675	1669	1204	1638	13627	22,26
10	Cyclops	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	43	0,07
11	Cyclops	0	0	0	0	0	0	0	4271	0	0	0	0	4271	6,86
12	Cyclops	0	0	0	0	0	44	196	0	0	0	0	0	240	0,38
13	Daphnia	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0,12
14	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	604	0	0	0	0	604	0,97
15	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
16	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
17	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
18	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
19	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
20	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
21	Daphnia	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0,07
22	Daphnia	0	0	45	174	0	0	0	2609	0	65	0	216	3194	5,21
23	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
24	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
25	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
26	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
27	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
28	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
29	Daphnia	0	0	45	0	115	0	0	0	0	0	0	0	160	0,25
30	Daphnia	0	0	174	0	0	0	0	0	0	0	0	43	227	0,36
31	Daphnia	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0,07
32	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
33	Daphnia	46	264	0	0	99	0	0	0	122	0	0	0	471	0,71
34	Daphnia	0	401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	401	0,63
35	Daphnia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
36	Daphnia	0	0	0	0	77	0	0	604	41	0	0	129	732	1,13
37	Daphnia	0	0	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0,12
38	Daphnia	0	0	0	174	0	115	0	1659	41	0	196	259	3957	6,18

Lanjutan Lampiran 2. Kelimpahan genus zooplankton (individu/ m³) yang ditemukan di stasiun 1 -12 perairan Bawean, indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E) dan indeks dominansi (D)

No	Genus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total	Persen
38	Lucicutia	0	0	46	261	118	0	98	634	0	0	0	0	1064	1,72
39	Mesocyclops	0	134	0	0	0	177	261	0	0	265	90	36	1074	1,73
40	Megacyclops	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	41	0,07
41	Mesocyclops	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93	0,15
42	Paracalanus	0	0	46	87	0	38	88	0	0	570	196	819	1970	3,19
43	Diaptomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	198	0	198	0,32
44	Diaptomus	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	41	0,07
45	Diaptomus	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	41	0,07
46	Diaptomus	0	0	46	0	0	0	186	0	0	183	0	0	430	0,70
47	Diaptomus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	46	0,07
48	Paracalanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	0	96	0,16
49	Paracalanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	126	0,21
50	Paracalanus	0	134	0	0	0	0	0	0	0	0	96	126	461	1,21
51	Mesocyclops	0	267	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	267	0,44
52	Mesocyclops	0	0	0	87	0	38	186	0	0	670	0	43	974	1,60
53	Mesocyclops	0	0	0	0	0	0	0	634	0	0	0	0	634	0,07
54	Poecilia	0	0	89	87	0	0	490	0	0	150	96	0	964	1,56
55	Poecilia	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	41	0,07
56	Paracalanus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	96	0	96	0,16
57	Heterochthya	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	41	0,07
58	Cyclops	0	0	46	0	0	0	0	0	0	150	0	0	236	0,38
59	Scaphosoma	46	0	46	0	0	0	0	634	41	150	96	0	2557	4,17
60	Scaphosoma	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	41	0,07
61	Scaphosoma	0	401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	401	0,65
62	Scaphosoma	0	0	0	0	0	0	0	1062	0	265	0	0	1327	2,20
63	Scaphosoma	0	0	0	0	59	0	0	0	41	0	0	0	80	0,13
64	Teuchocera	0	287	46	0	0	0	0	1602	0	854	0	0	2788	4,61
65	Teuchocera	0	0	89	0	0	0	0	634	0	0	0	0	634	1,02
Total		881	1076	2263	2268	1064	1950	2743	29382	1602	8354	2916	1914	61346	
H'		2,00	2,17	2,56	1,50	2,2	1,82	2,39	2,30	2,63	2,20	2,06	2,17		
E		0,79	0,85	1	0,71	0,88	0,75	0,93	0,81	1	0,99	0,8	0,85		
D		0,16	0,15	0,12	0,29	0,19	0,19	0,11	0,19	0,15	0,19	0,22	0,19		