

## KOMUNITAS ZOOPLANKTON DI PERAIRAN WADUK KRENCENG, CILEGON, BANTEN

Sri Handayani<sup>1</sup> dan Mufti P. Patria<sup>2</sup>

1. Fakultas Biologi, Universitas Nasional, Jakarta 12520, Indonesia  
2. Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

*E-mail: mpatria@ui.ac.id*

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komunitas zooplankton dan hubungan antara zooplankton dengan fitoplankton di Waduk Krenceng Cilegon. Kelimpahan zooplankton ditentukan dengan metode *Sedwigck-Rafter Counting Method*. Hubungan antara zooplankton dengan lingkungan dianalisis dengan regresi linier berganda. Keeratan hubungan zooplankton dengan fitoplankton menggunakan analisis korelasi regresi. Hasil identifikasi ditemukan 13 jenis zooplankton yang termasuk dalam 3 kelas. Rotifera merupakan kelompok yang dominan ditemukan pada November 2002 dan Maret 2003. Hasil regresi menunjukkan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kelimpahan zooplankton pada bulan November adalah pH, BOD<sub>5</sub>, nitrat, CO<sub>2</sub> bebas dan kelimpahan fitoplankton, sedangkan pada bulan Maret adalah kecerahan, nitrat, orthoposfat, dan C organik. Keeratan hubungan fitoplankton dengan zooplankton berkorelasi positif.

### Abstract

**Zooplankton communities in the Krenceng Reservoir, Cilegon, Banten.** This research was carried out to know the structure of zooplankton communities and relations between the phytoplankton and zooplankton in the Krenceng Reservoir, Cilegon. The zooplankton abundance with used *Sedwigck Rafter Counting Method*, diversity and evenness were counted. Relations between zooplankton and the environmental factors as well as its relations to phytoplankton calculated with regression. The results showed that are 13 species of the zooplankton found which including in three classes with the highest abundance on Novembers 2002 and March 2003 of the Rotifera. The analysis of regression pointed out that the environmental factors such: pH, BOD<sub>5</sub>, nitrate, CO<sub>2</sub> and abundance of phytoplankton influence the abundance zooplankton in November. While in March, the abundance of zooplankton is influenced by brightness, nitrate, orthophosphates and C organic. The abundance of phytoplankton influenced positively by the abundance of zooplankton.

*Keywords: Banten, Komunitas, Waduk Krenceng, Zooplankton*

### 1. Pendahuluan

Fitoplankton memegang peranan yang sangat penting dalam suatu perairan, fungsi ekologiannya sebagai produsen primer dan awal mata rantai dalam jaring makanan menyebabkan fitoplankton sering dijadikan skala ukuran kesuburan suatu perairan. Tingkat berikutnya adalah pemindahan energi dari produsen ke tingkat tropik yang lebih tinggi melalui rantai makanan. Zooplankton merupakan konsumen pertama yang memanfaatkan produksi primer yang dihasilkan fitoplankton. Peranan zooplankton sebagai mata rantai antara produsen primer dengan karnivora besar dan kecil dapat mempengaruhi kompleksitas rantai makanan dalam ekosistem perairan [1].

Zooplankton seperti halnya organisme lain hanya dapat hidup dan berkembang dengan baik pada kondisi perairan yang sesuai seperti perairan laut, sungai dan waduk. Waduk Krenceng Cilegon merupakan waduk yang dipengaruhi oleh bahan masukan dari beberapa sungai. Di sekitar waduk terdapat aktivitas manusia sehingga dapat mengubah kandungan

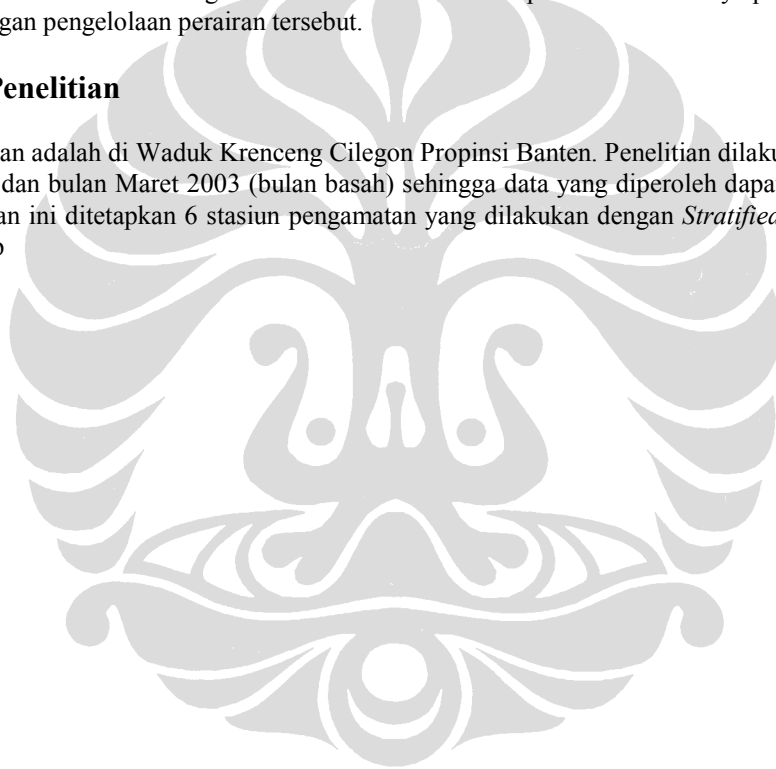
senyawa kimia, kecerahan dan debit air. Kandungan senyawa kimia yang berubah seperti peningkatan kandungan N, P, K dan logam berat, dan penurunan konsentrasi oksigen terlarut.

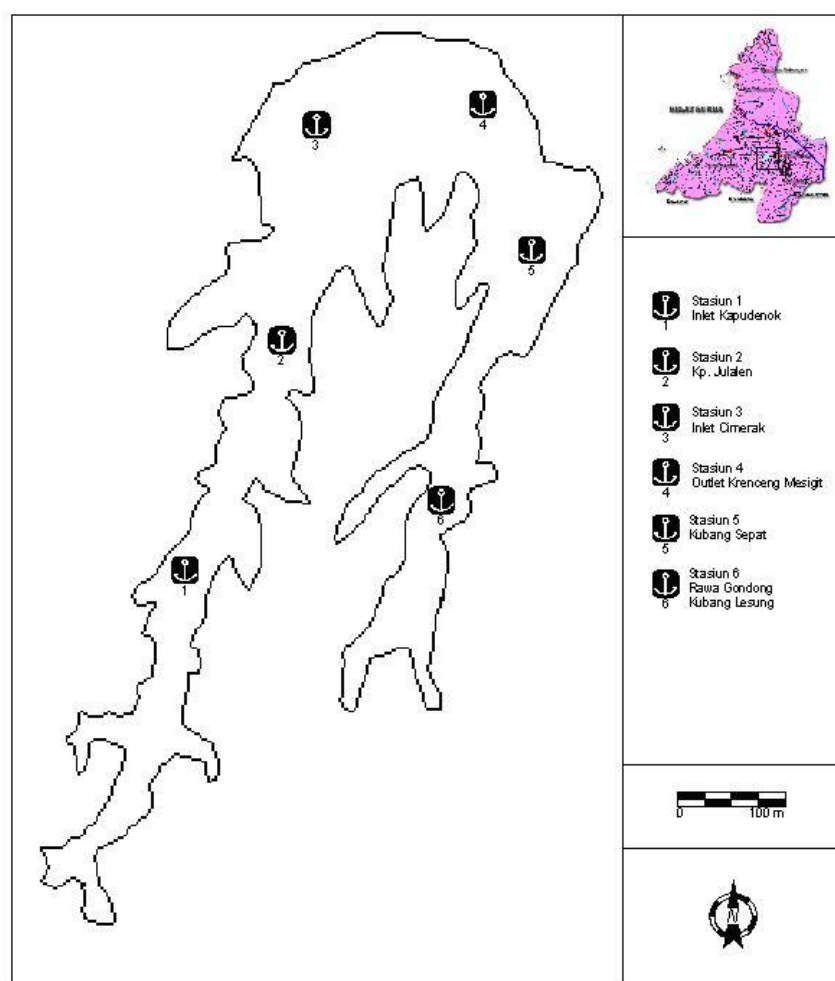
Perubahan lingkungan yang terjadi pada suatu perairan akan mempengaruhi keberadaan zooplankton baik langsung atau tidak langsung. Struktur komunitas dan pola penyebaran zooplankton dalam perairan dapat dipakai sebagai salah satu indikator biologi dalam menentukan perubahan kondisi perairan tersebut [2]. Untuk mengkaji hal tersebut salah satu yang dapat dilakukan yaitu dengan mengetahui komposisi, kelimpahan, dan keanekaragaman zooplankton. Struktur komunitas zooplankton di suatu perairan ditentukan oleh kondisi lingkungan dan ketersediaan makanan dalam hal ini fitoplankton. Apabila kondisi lingkungan sesuai dengan kebutuhan zooplankton maka akan terjadi proses pemangsaan fitoplankton oleh zooplankton. Apabila kondisi lingkungan dan ketersediaan fitoplankton tidak sesuai dengan kebutuhan zooplankton maka zooplankton akan mencari kondisi lingkungan dan makanan yang lebih sesuai [3]. Berdasarkan hal tersebut, komposisi, kelimpahan, dan keanekaragaman zooplankton di Waduk Krenceng Cilegon perlu diteliti untuk mengetahui struktur komunitas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas zooplankton serta mengkaji hubungannya antara kelimpahan zooplankton dengan fitoplankton dan parameter fisika-kimia perairan. Untuk mengetahui kondisi perairan berdasarkan musim, maka penelitian ini dilakukan pada musim hujan dan juga musim panas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai salah satu informasi dasar potensi sumber daya perairan Waduk Krenceng Cilegon untuk kepentingan pengelolaan perairan tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Lokasi penelitian adalah di Waduk Krenceng Cilegon Propinsi Banten. Penelitian dilakukan pada bulan November 2002 (bulan kering) dan bulan Maret 2003 (bulan basah) sehingga data yang diperoleh dapat mewakili dua musim yang ada. Untuk penelitian ini ditetapkan 6 stasiun pengamatan yang dilakukan dengan *Stratified Random Sampling* (Gambar 1). Pada setiap





**Gambar 1. Lokasi Stasiun pengambilan sampel**

titik *sampling* (stasiun pengamatan) dilakukan tiga kali pengambilan sampel pada kedalaman 2 m secara vertikal.

Parameter fisiko-kimia yang diamati meliputi: kecerahan, temperatur air, pH, oksigen terlarut (DO), turbiditas, BOD<sub>5</sub>, CO<sub>2</sub> bebas, zat organik, nitrat, orthofosfat. Pengambilan sampel zooplankton dilakukan dengan menggunakan *plankton net* No. 25. Data fisiko-kimia dianalisis di Laboratorium Quality Control PT. Krakatau Tirta Industri menurut APHA [4], kecuali suhu, oksigen terlarut, kecerahan, pH, dilakukan pengukuran secara *in situ*. Identifikasi dan pencacahan zooplankton dilakukan di Laboratorium Parasitologi Zoologi LIPI Cibinong.

Kelimpahan zooplankton dihitung dengan menggunakan *Sedgwick-Rafter Counting Method* dengan teknik sapuan dan yang diperoleh adalah satuan individu/m<sup>3</sup>. Untuk memperoleh nilai kelimpahan digunakan persamaan modifikasi APHA [4].

Untuk mengetahui keanekaragaman jenis dengan menggunakan formula indeks keanekaragaman dari *Shannon-Wiener*, kesamarataan jenis dengan menggunakan formula indeks kesamarataan *Evenness* [5]. Hubungan antara zooplankton dengan faktor fisika-kimia diperoleh dari uji regresi linier berganda dengan metode *Stepwise Analysis*. Keeratan hubungan antara fitoplankton dengan zooplankton dilakukan dengan korelasi regresi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Kondisi parameter fisiko-kimiawi lingkungan perairan Waduk Krenceng tersaji pada Tabel 1. Pada umumnya tidak terdapat perbedaan yang mencolok antara sifat fisiko-kimiawi di perairan Waduk Krenceng antara bulan November 2002 dengan bulan Maret 2003, terutama pada suhu (29,98 dan 29,43) dan pH (7,96 dan 7,58). Kecerahan di perairan Waduk pada bulan November 2002 sebesar 106,63 cm, sedangkan pada bulan Maret 2003 sebesar 52,48 cm. Oksigen terlarut (DO) pada bulan November 2002 sebesar 7,76 mg/l dan pada bulan Maret 2003 terjadi peningkatan menjadi 10,78 mg/l. Oksigen yang dibutuhkan oleh makhluk hidup (BOD<sub>5</sub>) pada bulan November 2002 sebesar 1,74 mg/l, sedangkan pada bulan Maret 2003 sebesar 3,85 mg/l. Konsentrasi nitrat dan orthofosfat pada bulan November 2002 sebesar 0,85 mg/l dan 0,30 mg/l, sedangkan pada bulan Maret 2003 konsentrasi nitrat dan orthofosfat sebesar 0,27 mg/l dan 0,04 mg/l. Karbon dioksida bebas (CO<sub>2</sub> bebas) pada bulan November 2002 sebesar 11,22 mg/l sedangkan pada bulan Maret 2003 6,8 mg/l.

Hasil identifikasi zooplankton yang tercatat pada bulan November 2002 dan Maret 2003 sebanyak 13 jenis, termasuk dalam 3 kelas masing-masing Crustacea (5 jenis), Rotifera (6 jenis), dan Rhizopoda (2 jenis). Hasil pencacahan sampel berupa komposisi, kelimpahan dan keanekaragaman zooplankton dari 6 stasiun pengamatan pada bulan November 2002 dan Maret 2003 tersaji pada Tabel 2.

Kelimpahan tertinggi zooplankton untuk bulan November 2002 terjadi pada kelas Rotifera terutama jenis *Keratella* sp. diikuti *Trichocera* sp dan *Brachionus* sp. sedangkan kelas Crustacea untuk jenis *Eucyclops* sp. Pada bulan Maret 2003, kelimpahan zooplankton tertinggi adalah kelas Rhizopoda terutama jenis *Diffflugia* sp, sedangkan jenis lain yang kelimpahannya cukup tinggi adalah *Pompholyx* sp dari kelas Rotifera. Jumlah kelimpahan zooplankton pada bulan

**Tabel 1. Rerata parameter fisika-kimia waduk krenceng pada bulan November 2002 dan Maret 2003**

Stasiun	NOVEMBER 2002						mean	MARET 2003						mean
	I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI	
Parameter														
Kecerahan (cm)	95	91,6	103,3	120	113,3	116,6	<b>106,63</b>	50	50	53,3	58,3	53,3	50	<b>52,48</b>
Turbiditas NTU	13,7	12,4	14,4	13,4	12,7	13,3	<b>13,32</b>	39,8	43,1	42,4	36,2	31,6	31,2	<b>37,38</b>
TDS (mg/l)	0,89	0,91	0,9	0,85	0,87	0,88	<b>0,88</b>	0,6	0,55	0,65	0,4	0,21	0,71	<b>0,52</b>
DHL (mmhos)	153,67	160,67	156,33	164	144	156	<b>155,78</b>	164	160,67	164,67	158,33	156,67	164,67	<b>161,50</b>
Suhu ( ° C)	29,7	29,3	29,8	30,5	30,3	30,3	<b>29,98</b>	30	29	29,2	29,3	29,3	29,8	<b>29,43</b>
pH	8,2	8,3	7,9	7,7	7,8	7,9	<b>7,967</b>	7,5	7,6	7,5	7,5	7,7	7,7	<b>7,58</b>
DO (mg/l)	7,83	7,56	7,7	7,73	7,93	7,8	<b>7,76</b>	10,74	11,97	10,25	11,05	11,05	9,63	<b>10,78</b>
BOD <sub>5</sub> (mg/l)	2	1,33	1,63	2,06	1,73	1,66	<b>1,74</b>	3,93	3,37	5,28	3,87	3,87	2,76	<b>3,85</b>
Nitrat (mg/l)	0,93	0,83	1,2	0,77	0,77	0,6	<b>0,85</b>	0,24	0,27	0,35	0,25	0,29	0,24	<b>0,27</b>
Orthofosfat(mg/l)	0,97	0,22	0,11	0,07	0,27	0,14	<b>0,30</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	<b>0,04</b>
CO <sub>2</sub> bebas (mg/l)	5,72	6,75	7,92	5,72	32,99	8,21	<b>11,22</b>	6,83	7,14	7,24	5,91	6,53	7,16	<b>6,80</b>
C Organik (mg/l)	17,47	14,99	17,24	14	12,58	13,69	<b>15,00</b>	20,9	21,98	20,61	21,51	22,34	23,59	<b>21,82</b>
COD (mg/l)	9,36	13,68	6,4	0	21,61	28,63	<b>13,28</b>	82,19	82,88	104,46	105,21	89,29	106,75	<b>95,13</b>
Klorofil a mg/m <sup>3</sup>	3,76	3,43	4,22	5,28	3,43	3,64	<b>3,96</b>	25,07	22,97	16,15	23,66	27,62	22,56	<b>23,01</b>

**Tabel 2.**

**Kelimpahan jenis setiap kelas zooplankton (x 106ind/m<sup>3</sup>) di setiap stasiun pada bulan November 2002 dan Maret 2003**

Kelas zooplankton	NOVEMBER 2002						mean	MARET 2003						mean
	STASIUN							STASIUN						
	I	II	III	IV	V	VI		I	II	III	IV	V	VI	
<b>CRUSTACEA</b>														

<i>Eucyclops</i>	0,04			0,11		0,06	0,04	0,07	0,01	0,07	0,08	0,25		0,08
<i>Microcyclops variabilis</i>	0,02						0		0,03			0,2		0,04
<i>Macrocyclops distinctus</i>			0,01				0	0,05	0,03			0,21		0,05
<i>Acanthocyclops viridis</i>	0,03						0,01					0,2	0,04	0,04
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	0,02		0,01			0,02	1					0,22		0,04
<b>ROTIFERA</b>														
<i>Keratella sp</i>	0,04			0,09		0,08	4	0,02	0,07	0,2	0,11	0,09	0,1	0,09
<i>Branchionus sp</i>	0,09	0,05					2	0,03	0,02			0,04		0,02
<i>Anuraeopsis sp</i>								0,01					0,1	0,02
<i>Asplanchna sp</i>	0,02	0,01					1	0,02	0,01					0,01
<i>Trichocera sp</i>		0,01		0,07		0,08	3	0,17	0,06			0,01		0,05
<i>Pompholyx sp</i>						0,01		0,05	0,07	0,3	0,35	0,26	0,2	0,2
<b>RHIZOPODA</b>														
<i>Diffugia sp</i>		0,03				0,01	1	0,24	0,27	0,4	0,38	0,55	0,2	0,33
<i>Arcella sp</i>	0,01											0,02		0,01
<b>Kelimpahan (ind/m<sup>3</sup>)</b>	0,27	0,1	0,02	0,27	0,12	0,26	7	0,65	0,57	1,02	0,92	2,05	0,54	0,96
<b>Jumlah jenis</b>	8	4	2	3	5	6	12	9	9	7	4	11	7	13
<b>Indeks keanekaragaman H'</b>	2,24	0,86	0,33	1,42	1,42	1,82	1,3	2,20	2,07	1,90	1,59	2,08	1,70	1,88
<b>Indeks kesamarataan (E)</b>	0,91	0,67	0,33	0,89	0,89	0,91	0,73	0,80	0,65	0,90	0,85	0,80	0,70	0,81

November 2002 sebesar 170.000 individu/m<sup>3</sup> (12 jenis), sedangkan pada bulan Maret 2003 kelimpahannya mencapai 960.000 ind/m<sup>3</sup> (13 jenis).

Dari rasio antara jumlah jenis dan jumlah individu zooplankton yang terdapat pada tiap bulan pengamatan dapat diketahui keanekaragaman jenis, kesamaan penyebaran jumlah individu pada tingkat komunitas. Dari penghitungan indeks keanekaragaman dan indeks kesamarataan di perairan Waduk Krenceng diperoleh pada bulan November 2002  $H^1 = 1,3$  dengan 12 jenis dan  $E = 0,73$ . Untuk bulan Maret 2003,  $H^1 = 1,88$  dengan 13 jenis dan  $E = 0,81$ . Perbedaan nilai keanekaragaman pada kedua bulan pengamatan disebabkan perbedaan dari jumlah jenisnya, sedangkan penyebaran individunya tidak merata. Menurut Michael [6] bahwa pola penyebaran suatu organisme akuatik dipengaruhi oleh fisiko-kimia dan keistimewaan organisme tersebut.

Keanekaragaman tergantung pada jumlah jenis yang ada dalam suatu komunitas dan pola penyebaran individu antar jenis [1]. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Brower dan Zar [5], bahwa indeks keanekaragaman tidak hanya ditentukan oleh jumlah jenis dan jumlah individu saja tetapi juga dipengaruhi oleh pola penyebaran, jumlah individu pada masing-masing jenis.

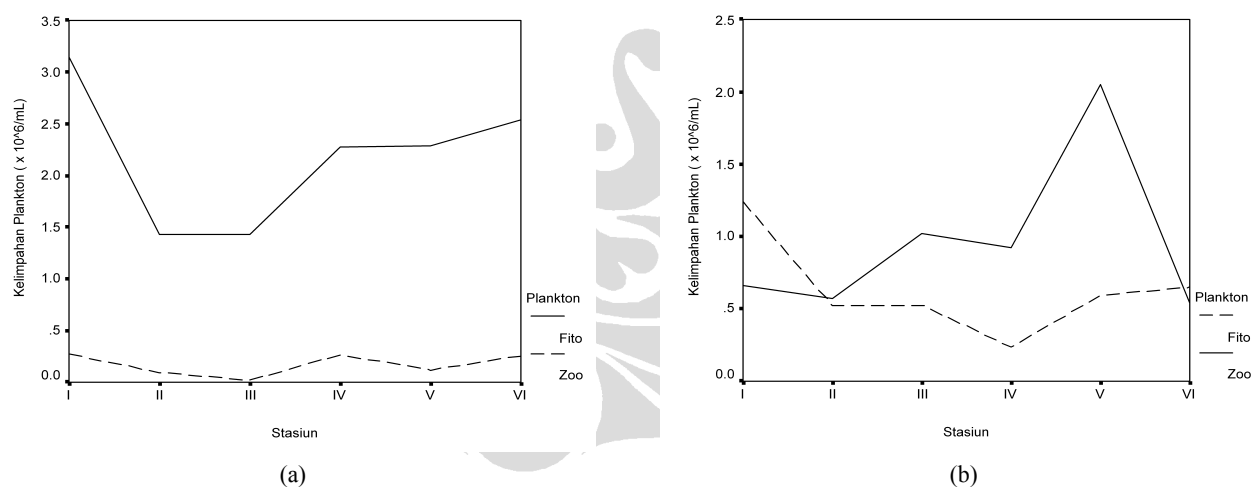
Berdasarkan hasil rata-rata indeks keanekaragaman, baik pada bulan November 2002 dan bulan Maret 2003, perairan Waduk Krenceng masih tergolong cukup stabil, artinya masih terdapat keseimbangan antara kondisi kualitas air dengan keanekaragaman zooplankton. Hal ini sesuai dengan pendapat Parson *et. al.* [7], bahwa nilai indeks keanekaragaman antara 1 – 3 menunjukkan perairan yang cukup stabil.

Hasil analisis regresi berganda pada bulan November 2002 menunjukkan bahwa bahwa pH, BOD5, nitrat, CO<sub>2</sub> bebas, kelimpahan fitoplankton memberikan pengaruh yang nyata terhadap kelimpahan zooplankton pada tingkat  $p < 0,05$ . Derajat keasaman (pH) berpengaruh pada setiap kehidupan organisme, namun setiap organisme mempunyai batas

toleransi yang bervariasi terhadap pH perairan. Toleransi masing-masing jenis terhadap pH juga sangat dipengaruhi faktor lain seperti suhu dan oksigen terlarut. Apabila suhu di perairan tinggi maka oksigen terlarut menjadi rendah. Hal ini akan mengganggu dalam pernafasan dan pengaturan kecepatan metabolisme zooplankton. Kenaikan pH pada perairan akan menurunkan konsentrasi  $\text{CO}_2$  terutama pada siang hari ketika proses fotosintesis sedang berlangsung. Dengan adanya aktivitas fotosintesis, maka kadar oksigen terlarut (DO) meningkat di perairan.

Analisis regresi berganda pada bulan Maret 2003 menunjukkan bahwa parameter kecerahan, nitrat, orthoposfat, dan C organik berpengaruh nyata terhadap kelimpahan zooplankton pada tingkat nyata  $p < 0,05$ . Kecerahan menunjukkan kemampuan cahaya pada intensitas tertentu untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Rendahnya kecerahan pada bulan Maret 2003 disebabkan peningkatan bahan organik akibat dari hujan, limbah pertanian, limbah rumah tangga, dan aliran air sungai sekitar waduk. Hal ini mengakibatkan fitoplankton tidak efektif untuk melakukan fotosintesis, sehingga zooplankton tidak dapat berkembang dengan baik. Menurut Ravera [8], peningkatan kandungan bahan organik di perairan berpengaruh secara tidak langsung terhadap kelimpahan dan keragaman zooplankton.

Berdasarkan data kelimpahan fitoplankton yang diambil pada waktu dan tempat yang sama [9] pada 6 Stasiun pada bulan November 2002 dan Maret 2003 maka didapatkan adanya perbedaan perubahan kelimpahan fitoplankton dan zooplankton. Pada bulan November 2002 kelimpahan zooplankton rendah dan kelimpahan fitoplankton tinggi. Hal tersebut dapat diterangkan dengan teori perbedaan kecepatan pertumbuhan oleh Nielsen bahwa populasi fitoplankton akan lebih cepat memperbanyak diri dibandingkan zooplankton [10]. Pada bulan Maret 2003 terutama di Stasiun III, IV, dan V, saat zooplankton tinggi maka kelimpahan fitoplankton rendah seperti terlihat pada Gambar 2. Rendahnya kelimpahan fitoplankton di ketiga stasiun tersebut kemungkinan berkaitan dengan efek pemangsaan oleh zooplankton. Zooplankton yang banyak terdapat pada stasiun tersebut diduga sebagai kelompok herbivora, sehingga pada saat zooplankton melimpah terjadi penurunan fitoplankton.



Gambar 2. Grafik kelimpahan fitoplankton dan zooplankton pada (a) bulan November 2002 dan (b) bulan Maret 2003

## KOMUNITAS ZOOPLANKTON DI PERAIRAN WADUK KRENCENG, CILEGON, BANTEN

Sri Handayani<sup>1</sup> dan Mufti P. Patria<sup>2</sup>

1. Fakultas Biologi, Universitas Nasional, Jakarta 12520, Indonesia

2. Departemen Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

*E-mail: mpatria@ui.ac.id*

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komunitas zooplankton dan hubungan antara zooplankton dengan fitoplankton di Waduk Krenceng Cilegon. Kelimpahan zooplankton ditentukan dengan metode *Sedwigck-Rafter Counting Method*. Hubungan antara zooplankton dengan lingkungan dianalisis dengan regresi linier berganda. Keeratan hubungan zooplankton dengan fitoplankton menggunakan analisis korelasi regresi. Hasil identifikasi ditemukan 13 jenis zooplankton yang termasuk dalam 3 kelas. Rotifera merupakan kelompok yang dominan ditemukan pada November 2002 dan Maret 2003. Hasil regresi menunjukkan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kelimpahan zooplankton pada bulan November adalah pH, BOD<sub>5</sub>, nitrat, CO<sub>2</sub> bebas dan kelimpahan fitoplankton, sedangkan pada bulan Maret adalah kecerahan, nitrat, orthoposfat, dan C organik. Keeratan hubungan fitoplankton dengan zooplankton berkorelasi positif.

### Abstract

**Zooplankton communities in the Krenceng Reservoir, Cilegon, Banten.** This research was carried out to know the structure of zooplankton communities and relations between the phytoplankton and zooplankton in the Krenceng Reservoir, Cilegon. The zooplankton abundance with used *Sedwigck Rafter Counting Method*, diversity and evenness were counted. Relations between zooplankton and the environmental factors as well as its relations to phytoplankton calculated with regression. The results showed that are 13 species of the zooplankton found which including in three classes with the highest abundance on Novembers 2002 and March 2003 of the Rotifera. The analysis of regression pointed out that the environmental factors such: pH, BOD<sub>5</sub>, nitrate, CO<sub>2</sub> and abundance of phytoplankton influence the abundance zooplankton in November. While in March, the abundance of zooplankton is influenced by brightness, nitrate, orthophosphates and C organic. The abundance of phytoplankton influenced positively by the abundance of zooplankton.

*Keywords: Banten, Komunitas, Waduk Krenceng, Zooplankton*

## 1. Pendahuluan

Fitoplankton memegang peranan yang sangat penting dalam suatu perairan, fungsi ekologisnya sebagai produsen primer dan awal mata rantai dalam jaring makanan menyebabkan fitoplankton sering dijadikan skala ukuran kesuburan suatu perairan. Tingkat berikutnya adalah pemindahan energi dari produsen ke tingkat tropik yang lebih tinggi melalui rantai makanan. Zooplankton merupakan konsumen pertama yang memanfaatkan produksi primer yang dihasilkan fitoplankton. Peranan zooplankton sebagai mata rantai antara produsen primer dengan karnivora besar dan kecil dapat mempengaruhi kompleksitas rantai makanan dalam ekosistem perairan [1].

Zooplankton seperti halnya organisme lain hanya dapat hidup dan berkembang dengan baik pada kondisi perairan yang sesuai seperti perairan laut, sungai dan waduk. Waduk Krenceng Cilegon merupakan waduk yang dipengaruhi oleh bahan masukan dari beberapa sungai. Di sekitar waduk terdapat aktivitas manusia sehingga dapat mengubah kandungan

- [7] T. Parson, R. M. Takahashi, B. Hargrave, *Biological Oceanographic Processes*, Pergamon Press Ltd., Oxford, 1977.
- [8] O. Ravera, *Effect of Eutrofication on Zooplankton*, Pergamon Press, Oxford, 1980.
- [9] S. Handayani, M. P. Patria, S. Wirjoatmodjo, *Sains Indonesia* 8(2003) 6.
- [10] C. R. Goldman, A. J. Horne, *Limnology*, McGraw-Hill, Book Company, New York, 1983.

