

Produktifitas Primer Perairan Waduk Cengklik Boyolali

Primary Productivity of the Cengklik Dam Boyolali

ARI PITOYO, WIRYANTO
Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta 57126

Diterima: 20 Pebruari 2001. Disetujui: 23 Juni 2001

ABSTRACT

Primary productivity dynamic of the water ecosystem was conducted faster in the last decades. This study was intended to find out the primary productivity of Cengklik dam Boyolali, Central Java to explain the ecosystem dynamic and to lead the maintenance of dam. This study used quantitative methods in completely randomized group design (CRD), and the data was analyzed by Analysis of Variance (ANAVA). Samples were taken horizontally in four sampling point, respectively in the riparian zone, around of the floating net ("karamba"), in the center of dam water and around of the ex-paddy fields. There were taken vertically in three-depth point in each of the sampling point, respectively 0.5 meter, 1.5 meter, and 2.5 meter. The results showed that the gross primary productivity of the dam was 11.122.500-22.545.600 mgC/m³/days, and the primary productivity differences in each of the point sampling caused by light intensity, nutrient supply, and abundance of the chlorophyll organisms.

© 2002 Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta

Key words: primary productivity, Cengklik dam

PENDAHULUAN

Waduk Cengklik Boyolali Jawa Tengah, merupakan tipe waduk tunggal guna yang berfungsi sebagai penyedia air bagi sawah-sawah di sekitarnya. Namun waduk ini juga telah digunakan untuk perikanan tangkap dan karamba skala kecil, bahkan Pemerintah Kabupaten Boyolali telah menyiapkan program pengembangan wisata air. Untuk memantau fungsi waduk diperlukan informasi data-data limnologi akurat sehingga perlu dilakukan pengukuran aspek-aspek fisika, kimia, dan biologi perairan secara kontinyu.

Produktivitas primer adalah laju produksi karbon organik per satuan waktu yang merupakan hasil penangkapan energi matahari oleh tumbuhan hijau untuk diubah menjadi energi kimia melalui fotosintesis (Michael, 1995; Odum, 1993). Produktivitas primer kotor adalah jumlah total fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan dalam jangka waktu tertentu. Sedangkan produktivitas

primer bersih adalah besarnya sintesis senyawa karbon organik selama proses fotosintesis dikurangi besarnya aktivitas total respirasi pada terang dan gelap dalam jangka waktu tertentu (Folkowski dan Raven, 1997). Besarnya produktivitas primer suatu perairan mengindikasikan besarnya ketersediaan nutrien terlarut (Krismono dan Kartamihardja, 1995).

Perbedaan tempat dan waktu menyebabkan perbedaan kondisi fisika, kimia, dan biologi perairan (Barnes dan Mann, 1994). Cahaya merupakan komponen utama dalam proses fotosintesis dan secara langsung bertanggung jawab terhadap nilai produktivitas primer perairan (Folkowski dan Raven, 1997). Penetrasi cahaya menembus kolom air akan mengalami pelemahan oleh proses refleksi dan difraksi karena adanya partikel-partikel terlarut, sehingga kurva intensitas cahaya menunjukkan grafik penurunan secara eksponensial dalam arah vertikal ke bawah. Hal ini mengakibatkan fotosintesis tereksplorasi

di permukaan perairan. Titik yang menunjukkan keseimbangan antara proses fotosintesis dan respirasi sering disebut titik kompensasi (Barnes dan Mann, 1994; Folkowski dan Raven, 1997; McNaughton dan Wolf, 1990).

Pasokan nutrisi pada ekosistem danau terjadi dalam dua jalur, yaitu dekomposisi senyawa-senyawa organik menjadi anorganik oleh organisme dekomposer dan masukan dari sungai yang bermuara di danau. Di daerah tropis jumlah nutrisi terlarut relatif lebih banyak, karena suhu yang hangat memacu proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme (Folkowski dan Raven, 1997).

Proses fotosintesis berjalan melalui mekanisme enzimatik, sehingga berlangsung pada rentang suhu tertentu. Kenaikan suhu akan memacu enzim mengkatalis proses fotosintesis, tetapi suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan degradasi enzim dan penghambatan fotosintesis (Folkowski dan Raven, 1997).

Distribusi biomassa organisme fotoautotrof mempengaruhi produktivitas primer perairan (Folkowski dan Raven, 1997). Menurut Jones dan Francis (1982), distribusi biomassa organisme fotoautotrof dapat terjadi secara temporal dan spasial. Distribusi temporal sangat dipengaruhi siklus matahari tahunan dan harian, misalnya alga motil yang melakukan migrasi vertikal harian. Distribusi temporal juga disebabkan siklus reproduksi, seperti peningkatan jumlah beberapa jenis fitoplankton pada bulan-bulan tertentu.

Produktivitas primer dapat diukur dengan beberapa cara, misalnya dengan metode C^{14} , metode klorofil, dan metode oksigen (Michael, 1995). Metode oksigen dengan botol gelap-terang banyak digunakan, meskipun hasilnya terbatas dalam botol (Odum, 1993). Boehme (2000) memperkenalkan metode oksigen melalui pembacaan kurva oksigen harian. Dengan metode ini sampel yang diteliti tidak dibatasi ukurannya dan dapat diukur setiap saat, namun ada kemungkinan terjadi persinggungan oksigen di atmosfer dan di dalam air. Banyaknya model perhitungan produktivitas primer perairan mengakibatkan hasil yang didapat berbeda-beda.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya produktivitas primer perairan Waduk Cengklik, Boyolali, Jawa Tengah, dan faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas primer tersebut.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2000 s.d. Januari 2001 di Waduk Cengklik, Boyolali, Jawa Tengah. Pengambilan sampel dilakukan secara horisontal dan vertikal. Pada arah horisontal ditentukan empat stasiun pengamatan yang mewakili karakteristik habitat berbeda. Stasiun I terletak di tepi waduk yang dipenuhi formasi *Hydrilla verticillata*, stasiun II terletak di sekitar empang/karamba, stasiun III terletak di tengah-tengah waduk, dan stasiun IV terletak di sekitar bekas sawah. Pada setiap stasiun dilakukan pengambilan sampel secara vertikal pada tiga titik kedalaman, yaitu 0,5 m, 1,5 m, dan 2,5 m di bawah permukaan air.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat untuk penghitungan produktivitas primer perairan, kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton, serta pengukuran faktor fisika-kimia perairan, diantaranya: botol oksigen gelap-terang, oksimeter, termometer, jala plankton, secchi disk, *water sampler* tipe khremmer, turbidimeter, conductivity meter, pH meter, *Sadgewick Rafter Counting Cell* (SRCC) dan mikroskop cahaya.

Bahan yang digunakan meliputi bahan untuk fiksasi sampel plankton yaitu formalin 4%, serta bahan untuk operasional peralatan, seperti untuk kalibrasi dan standarisasi yaitu: LGY dan LEG.

Cara kerja

Data yang diamati meliputi: produktivitas primer perairan, diversitas dan kelimpahan fitoplankton, serta data pengukuran faktor fisika-kimia yang meliputi: suhu, transparansi cahaya, turbiditas, pH, konduktivitas, kadar oksigen kimiawi (COD), dan kadar oksigen biokimia (BOD).

Produktivitas primer perairan. Penghitungan produktivitas primer dilakukan dengan menggunakan kombinasi dua metode oksigen, yaitu metode botol oksigen gelap-terang dan analisis kurva oksigen diurnal. Metode botol gelap dan terang untuk menentukan produktivitas primer fitoplankton (Michael, 1995), sedang analisis kurva oksigen untuk penghitungan produktivitas primer total perairan (Boehme, 2000).

Metode botol oksigen gelap-terang. Prosedur kerja metode ini meliputi: pengambilan sampel air, inkubasi sampel, dan penghitungan. Sampel air diambil dengan *water sampler* tipe khremmer dan dicegah persinggungan langsung dengan udara atmosfer. Sampel air kemudian dimasukkan ke dalam botol oksigen gelap dan terang sampai penuh dan dihindari adanya gelembung udara. Air dalam botol sampel diukur kadar oksigen terlarutnya sebagai kadar DO awal. Kemudian botol oksigen gelap dan terang yang telah diisi penuh sampel air, disuspensikan ke dalam kolom air sesuai dengan kedalaman pengambilan sebelumnya. Waktu inkubasi mulai jam 04.00 - 12.00 WIB. Selanjutnya sampel diambil dan diukur kadar oksigen terlarutnya sebagai kadar DO akhir. Konsumsi oksigen pernapasan, produktivitas primer kotor, dan produktivitas primer bersih dihitung dengan persamaan berikut :

- Konsumsi oksigen pernapasan = kadar oksigen awal – kadar oksigen akhir botol gelap.
- Produktivitas primer kotor = kadar oksigen akhir botol terang – kadar oksigen akhir botol gelap.
- Produktivitas primer bersih = produktivitas primer kotor – konsumsi oksigen pernapasan.

Metode analisis kurva oksigen. Prinsip metode ini adalah menghitung produktivitas primer perairan secara total, hasil dari aktivitas metabolisme fitoplankton dan makrofita, melalui pembacaan pulsa oksigen harian/diurnal. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut: Jumlah konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan diukur dengan oksimeter setiap dua jam sejak matahari belum terbit sampai terbenam. Hasil pengukuran tersebut diplot pada sebuah koordinat, dengan konsentrasi oksigen pada sumbu Y (ordinat) dan waktu dalam sumbu X (axis). Produktivitas primer dihitung melalui pembacaan pulsa oksigen dengan memasukan dalam persamaan:

$$\frac{\delta C}{\delta T} = K_2(C_s - C) + BPP + R$$

dimana:

- C : konsentrasi oksigen terlarut
 $K_2(C_s - C)$: pengaruh oksigen atmosfer (nol)
 BPP : Produktivitas Primer Bruto
 R : Respirasi komunitas (konstan)

Diversitas dan kelimpahan fitoplankton.

Sampel plankton diambil pada setiap titik pengamatan dari keempat stasiun. Setiap titik diambil 10 liter air sampel dan dipekatkan dengan jala plankton no. 25, hingga tinggal 10 ml. Hasil pemekatan dimasukkan ke dalam botol flakon dan difiksasi dengan formalin 4%. Sampel plankton kemudian diamati di bawah mikroskop cahaya menggunakan SRCC. Keme-limpahan fitoplankton dihitung dengan rumus:

$$n = \frac{(a \times 1000) c}{l}$$

dengan:

n = jumlah plankton per liter air

a = jumlah rata-rata plankton dalam 1 ml subsampel

c = ml plankton pekat

l = sampel air semula dalam liter

Faktor fisika-kimia. Parameter fisika-kimia yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu, transparansi cahaya, turbiditas, pH, konduktivitas, kadar/ kebutuhan oksigen kimiawi (COD), dan kadar/ kebutuhan oksigen biokimia (BOD).

Analisis data

Percobaan ini menggunakan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dengan perlakuan ke arah horisontal membentuk empat stasiun pengamatan, dan ke arah vertikal dengan tiga titik kedalaman kolom air. Data yang diperoleh dianalisis secara ANAVA untuk mengetahui beda nyata antara ketiga titik sampling pada empat stasiun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas primer perairan

Produktivitas primer suatu ekosistem perairan pada dasarnya merupakan hasil perubahan energi cahaya matahari menjadi energi kimia dalam tubuh organisme autotrof perairan tersebut melalui fotosintesis. Sebagian organisme autotrof dapat melakukan sintesis tanpa bantuan cahaya matahari, namun persentasenya sangat kecil (Barnes dan Mann, 1994), sehingga besarnya produktivitas primer perairan sangat tergantung aktivitas dan efektivitas fotosintesis organisme fotoautotrof.

Laju perubahan energi pada suatu sistem sulit dihitung secara langsung, sehingga

produktivitas primer dihitung secara tidak langsung dengan mengikuti alur fotosintesis. Salah satu alternatif yang digunakan untuk menghitung produktivitas primer perairan adalah dengan menghitung besarnya perubahan oksigen dalam suatu medium, karena oksigen merupakan zat yang akan dilepaskan dalam suatu siklus fotosintesis, dan digunakan untuk penguraian hasil fotosintesis dalam respirasi.

Distribusi biomassa organisme fotoautotrof terjadi secara vertikal dan horisontal. Distribusi vertikal fitoplankton pada umumnya terkait erat dengan intensitas cahaya matahari yang menembus perairan. Stratifikasi cahaya dalam kolom air, menyebabkan kemelimpahan fitoplankton terkonsentrasi pada permukaan air. Sedangkan distribusi horisontal organisme fotoautotrof terkait erat dengan kondisi fisik lingkungannya (McNaughton dan Wolf, 1990).

Dalam penelitian ini dihasilkan dua data produktivitas primer fitoplankton, yaitu produktivitas primer hasil pengukuran dengan metode botol oksigen gelap-terang (Tabel 1), dan produktivitas primer total dari hasil pembacaan kurva oksigen (Tabel 2).

Tabel 1. Hasil pengukuran produktivitas primer fitoplankton dengan metode botol oksigen gelap-terang pada empat stasiun pengamatan di Waduk Cengklik Boyolali Jawa Tengah

Stasiun	Kedalaman (meter)	GPP mgC/m ³ /hari	Respirasi mgC/m ³ /hari	NPP mgC/m ³ /hari
I	0,5	1.051.680	300.288	751.392
	1,5	375.600	150.144	225.456
	2,5	-	-	-
II	0,5	638.520	487.968	150.552
	1,5	488.280	1.313.760	-825.480
	2,5	300.480	675.648	-375.168
III	0,5	1.201.920	150.144	1.051.776
	1,5	1.201.920	900.864	301.056
	2,5	676.080	788.256	-112.176
IV	0,5	1.577.520	150.144	1.427.376
	1,5	488.280	375.360	112.920
	2,5	413.160	375.360	37.800

Keterangan: GPP = produktivitas primer kotor, NPP = produktivitas primer bersih. Pada stasiun I kedalaman 2,5 m tidak dilakukan pengambilan sampel karena kedalamannya tidak mencukupi.

Berdasarkan data Tabel 1 dapat diketahui bahwa fotosintesis masih dapat berlangsung

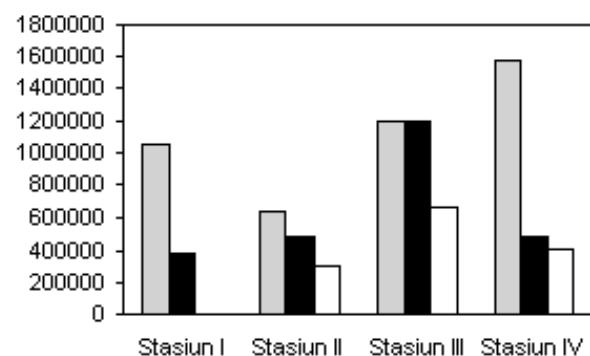
sampai di dasar perairan (kedalaman 2,5 m). Hal ini ditunjukkan dengan data produktivitas primer kotor fitoplankton pada setiap kedalaman adalah positif. Sedangkan dari pengukuran produktivitas primer bersih fitoplankton didapatkan adanya angka negatif, misalkan di stasiun II pada kedalaman 1,5 m dan 2,5 m. Hal ini menunjukkan bahwa proses respirasi komunitas perairan tersebut lebih besar daripada fotosintesis.

Tabel 2. Hasil pengukuran produktivitas primer dengan metode kurva oksigen diurnal pada empat stasiun pengamatan di waduk Cengklik Boyolali Jawa Tengah

Stasiun	Kedalaman (meter)	GPP mgC/m ³ /hari	Respirasi mgC/m ³ /hari	NPP mgC/m ³ /hari
I	0,5	21.643.780	1.578.192	20.065.584
II	0,5	11.122.500	676.368	10.446.128
III	0,5	13.527.360	901.824	12.625.536
IV	0,5	22.545.600	1.278.192	20.967.408

Keterangan: Analisis hanya dilakukan pada daerah permukaan, karena pada daerah dasar tidak didapatkan pulsa yang konstan.

mgC/m³/hari



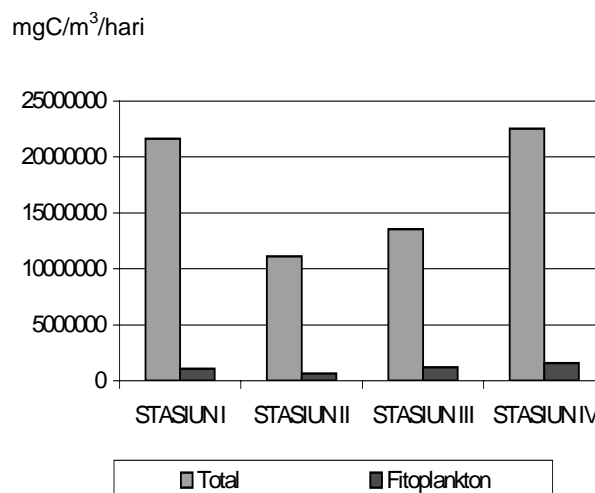
Gambar 1. Produktivitas primer kotor fitoplankton pada empat stasiun pengamatan di Waduk Cengklik.

Produktivitas primer kotor rata-rata tertinggi terdapat di stasiun IV pada kedalaman 0,5 m dengan besar 1.577.520 mgC/m³/hari (Gambar 1), sedangkan produktivitas terendah ditemukan di stasiun I pada kedalaman 2,5 m. Produktivitas primer kotor menurun sejalan dengan kedalaman air. Perbedaan antara produktivitas primer kotor pada kedalaman 0,5

m, 1,5 m, dan 2,5 m signifikan pada taraf uji 0,05. Hal ini disebabkan adanya proses pelemahan cahaya dalam perairan, sehingga proses fotosintesis terhambat di daerah dasar.

Pengukuran produktivitas primer dengan menggunakan metode analisis kurva oksigen menunjukkan adanya perbedaan hasil dengan metode botol oksigen gelap-terang (Gambar 2.). Hal ini dimungkinkan adanya pengaruh tumbuhan makrofita seperti *H. verticillata* yang mendominasi perairan. Dengan metode kurva oksigen, masukan yang diberikan tumbuhan makrofita, dalam hal ini *H. verticillata* ikut terbaca. Analisis kurva oksigen diurnal hanya dilakukan pada daerah permukaan, karena pada daerah dasar tidak didapatkan pulsa yang konstan. Suatu fenomena yang perlu diteliti lebih lanjut.

Kecenderungan produktivitas primer yang semakin besar – terutama akibat dominasi tumbuhan air *H. verticillata* pada permukaan perairan Waduk Cengklik – dapat menurunkan



Gambar 2. Perbandingan antara besarnya produktivitas primer total (metode analisis kurva oksigen) dengan produktivitas primer fitoplankton (metode botol oksigen gelap-terang).

Tabel 3. Hasil pengamatan jenis dan kelimpahan fitoplankton (Cyanophyceae, Chlorophyceae, dan Bacillariophyceae) pada empat stasiun pengamatan di Waduk Cengklik, Boyolali, Jawa Tengah.

Nama Jenis	STASIUN PENGAMATAN							
	I		II		III		IV	
	P (L)	D (L)	P (L)	D (L)	P (L)	D (L)	P (L)	D (L)
Cyanophyceae								
<i>Oscillatoria sp.</i>	0	4000	0	0	10000	6000	8000	4000
<i>Croococcus sp.</i>	30000	24000	30000	18000	80000	60000	60000	58000
<i>Spirulina sp.</i>	36000	22000	16000	14000	164000	80000	204000	100000
Chlorophyceae								
<i>Microtammim sp.</i>	2000	0	0	2000	0	0	0	0
<i>Spermatozoopus sp.</i>	4000	6000	0	2000	8000	4000	6000	4000
<i>Pediastrum sp.</i>	4000	6000	4000	2000	6000	0	14000	6000
<i>Binuclearia tatrana</i>	0	0	0	0	6000	2000	4000	2000
<i>Chlorella sp.</i>	0	4000	0	0	10000	8000	18000	10000
<i>Ulotrix sp.</i>	0	4000	4000	2000	4000	12000	10000	4000
<i>Clamydomonas sp.</i>	140000	72000	100000	50000	180000	134000	228000	156000
<i>Scenedesmus sp.</i>	4000	8000	4000	2000	6000	2000	4000	2000
<i>Gonatozygon kinahan</i>	40000	12000	8000	10000	28000	14000	32000	28000
Bacillariophyceae								
<i>Pinnularia Nobillis</i>	0	2000	8000	0	0	0	0	0
<i>Suriella striatula</i>	10000	6000	0	0	0	0	0	0
<i>Campilodisoma sp.</i>	0	0	0	0	20000	0	24000	24000
JUMLAH TOTAL	270000	170000	174000	102000	522000	322000	612000	398000

Keterangan: P = permukaan (kedalaman 0,5 m), D = dasar (kedalaman 2,5 m).

kualitas perairan. Oleh karena itu diperlukan pengendalian secara kontinyu terhadap perkembangan biomassa tumbuhan ini, disamping itu perlu dicegah peningkatan kesuburan unsur hara perairan secara *allochthonous*, baik akibat kegiatan penduduk di sekitar waduk ataupun erosi lahan di bagian atas waduk.

Pada empat stasiun pengamatan, angka produktivitas primer tertinggi dijumpai pada stasiun IV, yaitu sebesar 22.545.600 mgC/m³/hari, sedangkan yang terendah dijumpai pada stasiun II sebesar 11.122.500 mgC/m³/hari. Tingginya angka produktivitas primer ini mencerminkan adanya kemantapan nutrisi pada lokasi tersebut. Melihat perbandingan antara besarnya produktivitas primer kotor fitoplankton dengan metode botol oksigen gelap-terang dan metode kurva oksigen, maka dapat diprediksikan sumbangan makrofita terhadap produktivitas primer perairan di waduk Cengklik, yaitu sebesar 10.483.980 - 20.968.080 mgC/m³/hari. Tingginya angka produktivitas primer suatu perairan akan berakibat pada percepatan pendangkalan waduk, karena proses evaporasi berjalan cepat dan terjadi penumpukan sisa-sisa organisme mati di dasar perairan. Terlebih di daerah tropis tidak terjadi proses *up-welling* karena tidak adanya stratifikasi suhu yang mencolok pada perairan.

Tingginya proses fotosintesis pada stasiun IV kemungkinan disebabkan masukan nutrisi yang cukup tinggi dan efektivitas penangkapan cahaya oleh fitoplankton. Lokasinya yang terletak di dekat areal persawahan dan dekat dengan saluran outlet,

memungkinkan melimpahnya nutrisi dalam bentuk pupuk dari persawahan dapat memasuki perairan waduk dan mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme perairan menjadi senyawa anorganik yang dapat memacu perkembangan organisme fotoautotrof. Pengukuran terhadap kebutuhan oksigen biokimia (BOD) menunjukkan bahwa pada stasiun IV BOD-nya tinggi. Hal ini berarti proses dekomposisi bahan organik juga tinggi.

Efektivitas pemanfaatan cahaya matahari melalui mekanisme fotosintesis dalam ekosistem perairan dipengaruhi oleh kerapatan klorofil. Semakin banyak jumlah klorofil dalam suatu satuan luas akan meningkatkan aktivitas penangkapan cahaya yang selanjutnya dikonversi menjadi rantai karbon. Dalam penelitian ini kelimpahan fitoplankton tidak terdistribusi secara merata pada setiap lokasi dan kedalaman. Kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton terbesar dijumpai pada stasiun IV. Hal ini secara langsung akan mempengaruhi besarnya produktivitas primer pada lokasi tersebut.

Diversitas dan kelimpahan fitoplankton

Pengukuran turbiditas menunjukkan bahwa stasiun III paling keruh (Tabel 4). Hal ini menyebabkan proses pelemahan cahaya lebih lambat dibandingkan stasiun lainnya. Dengan menggunakan secci-disk terbukti stasiun III mempunyai transparansi cahaya yang lebih besar daripada keempat stasiun lainnya, sehingga proses penurunan laju fotosintesis pada stasiun ini relatif lebih lambat daripada stasiun lainnya.

Tabel 4. Data hasil pengukuran faktor fisika kimia perairan Waduk Cengklik, Boyolali, Jawa Tengah.

Stasiun	Kedalaman	Suhu	Transparansi	Turbiditas	Konduktivitas	BOD	pH
I	0,5	31,5	1,20	16	44	1,2	6,9
	1,5	27			59,6		6,8
	2,5	-			-		-
II	0,5	28,5	1,30	10	25,9	1,3	7,28
	1,5	27,6			32		6,5
	2,5	27			33		5,7
III	0,5	29,3	1,45	14	54	1,7	7,5
	1,5	28,5			52		6,5
	2,5	27			71		6,6
IV	0,5	29,3	1,25	18	57	2,6	10,5
	1,5	27,4			106		6,0
	2,5	27			47		6,0

Kemelimpahan fitoplankton di suatu kawasan mengekspresikan kerapatan klorofil pada kawasan tersebut. Klorofil berpengaruh secara langsung dalam produktivitas primer. Pengamatan fitoplankton pada keempat stasiun menunjukkan adanya perbedaan jenis, dan kelimpahan di setiap lokasi dan titik sampling. Berdasarkan uji ANAVA perbedaan ini sangat signifikan pada taraf 0,05. Kelimpahan fitoplankton tertinggi dijumpai di stasiun IV pada kedalaman 0,5 m yaitu 612.000 individu/liter, sedangkan yang terendah di stasiun II yaitu 170.000 individu/liter. Alga motil dan alga benang seperti *Clamydomonas* sp dan *Spirulina* sp merupakan jenis-jenis yang mendominasi. Kehadiran jenis ini dalam jumlah banyak merupakan salah satu indikator kesuburan perairan waduk dalam status eutrofik.

Pengukuran faktor fisika-kimia

Pengukuran pH dan konduktivitas menunjukkan bahwa penurunan pH sejalan dengan kedalaman, diikuti kenaikan konduktivitas. Hal ini disebabkan proses dekomposisi bahan organik menyebabkan terbentuknya senyawa-senyawa asam organik yang akan menurunkan pH, dan pelepasan senyawa anorganik yang akan memperkaya kandungan ion dalam perairan sehingga meningkatkan konduktivitas.

KESIMPULAN

Produktivitas primer kotor permukaan perairan waduk Cengklik Boyolali Jawa Tengah tergolong tinggi berkisar antara 11.122.500 - 22.545.600 mgC/m³/hari.

Produktivitas primer kotor yang tinggi terutama dipengaruhi oleh cahaya, konsentrasi nutrisi, serta kepadatan klorofil fitoplankton dan makrofita.

DAFTAR PUSTAKA

- Krismono, A.S.N. dan Kartamihardja, S. 1995. Status trofik perairan Waduk Kedungombo, Jawa Tengah, sebagai dasar pengelolaan perikananannya. *Jurnal Perikanan Indonesia* 1 (3): 26 – 35.
- Barnes, R.S.K. dan K.H. Mann. 1994. *Fundamentals of Aquatic Ecology*. Oxford: Blackwell Scientific Publication.
- Boehme, M. 2000. *Primary Production in Stream dan River*. <http://www.germany.edu/boehme>
- Folkowski, P.G. dan A. J. Raven. 1997. *Aquatic Photosynthesis*. New York: Blacwell Science-USA.
- Jones, R.I. dan R.C. Francis. 1982. Dispersion patterns of phytoplankton in lakes. *Hydrobiologia* 86 (1-2): 21-28.
- McNaughton, S.J. dan L.L. Wolf. 1990. *Ekologi Umum* (Terjemahan). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Michael, P. 1993. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan lapangan dan Laboratorium*. Jakarta: Penerbit UI.
- Odum, P. 1995. *Dasar-Dasar Ekologi* (Terjemahan). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.