

## Analisis hubungan produktivitas primer, kelimpahan fitoplankton dan nutrisi di Waduk Cengklik, Boyolali

### Analysis of the relationship between primary productivity, phytoplankton abundance and nutrients in Cengklik Reservoir, Boyolali

Received: 23 August 2023, Revised: 19 January 2024, Accepted: 09 February 2024

DOI: 10.29103/aa.v11i2.12597

Puspa Rose Rezkyta Winneke Pradana<sup>a</sup>, Arif Rahman<sup>a\*</sup>, dan Churun Ain<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Jl. Prof Sudarto No. 13, Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275

#### Abstrak

Waduk Cengklik merupakan waduk yang mempunyai banyak manfaat bagi masyarakat sekitar seperti pengairan dan budidaya perikanan yaitu Keramba Jaring Apung. Sisa pakan kegiatan KJA dapat menyebabkan meningkatnya konsentrasi nutrisi dan terjadinya eutrofikasi di perairan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui produktivitas primer, kelimpahan fitoplankton, nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dan orthofosfat ( $\text{PO}_4$ ) yang berada di Waduk Cengklik, Boyolali. Penelitian dilakukan pada bulan Maret 2023. Metode penentuan titik sampling menggunakan *Stratified Random Sampling* dengan empat stasiun di dua kali pengulangan. Pengolahan data menggunakan analisis regresi linier sederhana dan berganda dengan aplikasi Jamovi. Hasil yang diperoleh pada pengulangan pertama nilai produktivitas primer kotor yaitu stasiun 1: 93,75  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$ , stasiun 2 & 3: 62,5  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$  dan stasiun 4: 93,75  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$  sedangkan produktivitas primer bersih yaitu stasiun 1: 62,5  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$ , stasiun 2, 3 dan 4 yaitu 31,25  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$ . Kelimpahan fitoplankton paling banyak pada kelas Cyanophyceae dengan persentase 50,72 - 65,06%. Hasil pengulangan kedua diperoleh nilai produktivitas primer kotor di stasiun 1: 93,75  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$ , stasiun 2: 125  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$ , stasiun 3: 156,25  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$  dan stasiun 4: 62,5  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$  sedangkan nilai produktivitas primer bersih di stasiun 1: 31,25  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$ , stasiun 2: 93,75  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$ , stasiun 3: 62,5  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$  dan stasiun 4: 31,25  $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$ . Hubungan kelimpahan fitoplankton dengan produktivitas primer kotor diperoleh  $R^2 = 0,142$  sedangkan produktivitas primer bersih  $R^2 = 0,608$  yang artinya hubungan kelimpahan fitoplankton berpengaruh terhadap produksi produktivitas primer bersih di perairan. Hubungan analisis antara nitrat dan fosfat dengan kelimpahan fitoplankton di perairan  $R^2 = 0,311$  yang artinya nitrat dan orthofosfat rendah pengaruhnya terhadap kelimpahan fitoplankton.

**Kata kunci:** Cyanophyceae; Fitoplankton; Nitrat; Orthofosfat

#### Abstract

Cengklik Reservoir is a reservoir that has many benefits for the surrounding community such as irrigation and aquaculture, namely Floating Net Cages. FNC in these waters can have an impact on the remaining feed produced in cultivation. The rest of the feed can cause increased nutrient concentrations and eutrophication in the waters. These impacts can affect water quality conditions, phytoplankton abundance and primary productivity. The purpose of this study was to determine the primary productivity, abundance of phytoplankton, nitrate ( $\text{NO}_3$ ) and orthophosphate ( $\text{PO}_4$ ) in Cengklik Reservoir, Boyolali. The study was conducted in March 2023. The sampling point determination method uses Stratified Random Sampling with four stations in two repeats. Data processing using simple and multiple linear regression analysis with Jamovi application. The results obtained gross primary productivity value is 62.50 – 156.25  $\text{mgC/m}^3/\text{hour}$  while net primary productivity is 31.25 – 93.75  $\text{mgC/m}^3/\text{hour}$ . The abundance of phytoplankton results the most in the Cyanophyceae class with a percentage of 50.72% - 65.06%. The relationship between phytoplankton abundance and gross primary productivity is obtained  $R^2 = 0.142$  while net primary productivity  $R^2 = 0.608$  which means that the relationship of phytoplankton abundance affects the production of net primary productivity in waters. The relationship between nitrate and phosphate analysis with phytoplankton abundance in waters  $R^2 = 0.311$  which means that nitrate and orthophosphate have a low influence on phytoplankton abundance. The abundance of phytoplankton in waters can be influenced by other factors.

**Keywords:** Cyanophyceae; Nitrate; Orthofosfat; Phytoplankton

## 1. Pendahuluan

Waduk Cengklik merupakan waduk yang terletak di daerah Boyolali. Waduk Cengklik mempunyai fungsi dan pemanfaatannya bagi masyarakat sekitar untuk pengairan dan budidaya perikanan. Waduk Cengklik sebagai budidaya perikanan mempunyai Keramba Jaring Apung (KJA). Total KJA di Waduk Cengklik  $\pm$  700. Pemanfaatan waduk Cengklik sebagai tempat KJA menyebabkan kondisi perairan mengalami eutrofikasi dan melimpahnya fitoplankton. Pengaruh kualitas air di perairan sangatlah penting bagi kegiatan perikanan dan pertumbuhan fitoplankton untuk pakan alami biota perikanan. Kegiatan yang tidak terkontrol dapat menimbulkan efek negatif perairan yang dapat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton serta produktivitas primer di waduk Cengklik.

Produktivitas primer merupakan laju produksi dari hasil penangkapan energi matahari oleh tumbuhan hijau dan diubah menjadi energi kimia melalui proses fotosintesis (Pitoyo dan Wiryanto, 2002). Produktivitas primer dapat menentukan kesuburan suatu perairan. Produktivitas primer di perairan dipengaruhi oleh kelimpahan fitoplankton yang dimana fitoplankton membutuhkan nutrisi serta cahaya matahari untuk berfotosintesis (Purina *et al.*, 2018). Hubungan nutrisi, produktivitas primer dan kelimpahan fitoplankton berpengaruh satu sama lain untuk mengetahui kualitas dan kesuburan perairan di waduk Cengklik. KJA yang masih melakukan budidaya perikanan otomatis menggunakan pakan yang mengandung zat seperti formalin dan menghasilkan limbah bagi perairan di waduk. Sisa pakan yang dihasilkan mengandung fosfor dan nitrogen yang menyebabkan penurunan kualitas air dan dapat menimbulkan eutrofikasi. Eutrofikasi dapat dilihat dari kondisi langsung perairan dan pengukuran kualitas air.

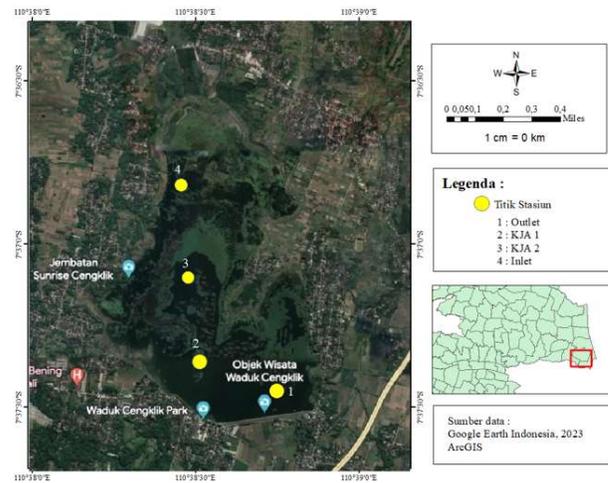
Pengelolaan kegiatan perairan serta perikanan dapat memperhatikan kualitas air serta produktivitas primernya. Berdasarkan penjelasan tersebut penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas primer, kelimpahan dan struktur komunitas fitoplankton serta untuk mengetahui hubungan antara nutrisi dengan kelimpahan fitoplankton dan kelimpahan fitoplankton dengan produktivitas primer di waduk Cengklik, Boyolali. Perlunya penelitian tentang produktivitas primer serta kelimpahan fitoplankton di perairan waduk Cengklik, Boyolali untuk mengetahui kualitas perairan yang nantinya diperlukan untuk mengelola lingkungan perairan agar tetap terjaga dengan baik dan sehat dan terhindar dari efek negatif yang nantinya akan menyebabkan rugi pengelola dan masyarakat sekitar.

## 2. Material dan Metode

### 2.1. Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2023 di perairan Waduk Cengklik, Boyolali. Materi penelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu air sampel yang diambil dari 4 stasiun di perairan Waduk Cengklik yaitu Inlet, KJA 1, KJA 2 dan Outlet. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode penelitian kuantitatif dan metode deskriptif. Metode kuantitatif merupakan metode investigasi sistematis dengan cara mengumpulkan data yang dapat diukur menggunakan teknik statistik, matematika atau komputasi (Priadana dan Sunarsi, 2021). Metode deskriptif ini digunakan untuk membuat gambaran secara sistematis dan aktual melalui data sampel.

\* Korespondensi: Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Indonesia.  
Tel: +62-85224031177  
e-mail: arifbintaryo@live.undip.ac.id



Gambar 1. Lokasi penelitian Waduk Cengklik, Boyolali.

### 2.2. Metode penentuan titik stasiun

Penentuan stasiun untuk pengambilan sampel menggunakan metode *stratified random sampling*. Metode ini digunakan berdasarkan penentuan strata dari rendah ke tinggi maupun sebaliknya dengan memperhatikan ciri khusus sesuai tujuan penelitian (Ngatno, 2015). Penentuan stasiun di Waduk Cengklik berdasarkan strata kepadatan KJA dari tinggi ke rendah. Strata tinggi terletak di dekat outlet di Stasiun 1, strata tinggi kedua yaitu KJA di Tengah di Stasiun 2, strata sedang yaitu KJA di Stasiun 3 dan strata rendah yaitu inlet di Stasiun 4.

### 2.3. Metode pengambilan sampel

Data yang diambil merupakan data primer (*in-situ* dan *ex-situ*) dan sekunder yang diperoleh dari kantor instansi setempat. Air sampel diambil sebanyak 2 kali pengulangan, lalu diukur nilai produktivitas primer dengan metode gelap-terang yang diinkubasi selama 4 jam mulai dari 08.00 WIB – 12.00 WIB dan 13.00 WIB – 17.00 WIB dan variabel kualitas air yaitu suhu, pH, oksigen terlarut, kecerahan, kedalaman, nitrat dan orthofosfat. Air sampel 10 liter yang dilakukan penyaringan dengan menggunakan plankton net dan diawetkan menggunakan Lugol lalu diidentifikasi kelimpahan dan struktur komunitas fitoplankton menggunakan mikroskop Olympus CX23 dan Buku Identifikasi Sulastri (2018) dan Janse Van Vuuren (2006). Pengukuran *in-situ* dilakukan langsung di lokasi penelitian dan pengukuran *ex-situ* dilakukan di Laboratorium PSDIL, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

### 2.4. Metode pengukuran sampel

Pengukuran produktivitas primer menggunakan metode gelap-terang dan dihitung menggunakan rumus menurut Umlay and Cuvin, 1988:

$$GPP = \frac{BT - BG \times 0,375 \times 1000}{t \times PQ} \dots\dots\dots (1)$$

$$NPP = \frac{BT - B}{t \times PQ} \times 0,375 \times 1000 \dots\dots\dots (2)$$

dimana: GPP= produktivitas primer kotor (mgC/m<sup>3</sup>/jam); NPP= produktivitas primer bersih (mgC/m<sup>3</sup>/jam); BT= konsentrasi oksigen terlarut botol terang (mg/L); BG= konsentrasi oksigen terlarut botol gelap (mg/L); BA= konsentrasi oksigen terlarut botol sebelum inkubasi (mg/L); t= waktu inkubasi (jam); 0,375= faktor konversi dari oksigen terlarut ke karbon; PQ= koefisien fotosintesis (1,2).

Kelimpahan fitoplankton dihitung menggunakan

rumus kelimpahan (APHA, 2005):

$$N = n \times \frac{Vt}{Vsrc} \times \frac{Asrc}{Aa} \times \frac{1}{Vd} \dots\dots\dots (3)$$

dimana: N= jumlah fitoplankton (sel/L); n= jumlah fitoplankton yang tercacah (sel); Vt= volume sampel tersaring (50 ml); Vsrc= volume sampel dalam *Sedgewick* (1 ml); Asrc= luas total kotak *Sedgewick* (1000 m<sup>2</sup>); Aa= jumlah kotak yang diamati (30 kotak); Vd= volume air disaring (30 liter).

Struktur komunitas fitoplankton digunakan untuk menghitung indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominasi suatu fitoplankton yang ditemukan di perairan Waduk Cengklik, Boyolali. Indeks keanekaragaman fitoplankton menurut Shannon dan Wiener (1949) dihitung menggunakan rumus:

$$H' = - \sum PiLnPi \dots\dots\dots (4)$$

dimana: H= indeks keanekaragaman; Pi= ni/N; ni= jumlah individu jenis ke-i; N= total individu semua jenis fitoplankton.

Indeks keseragaman menurut Odum, 1993 menggunakan rumus:

$$e = \frac{H'}{\ln S} \dots\dots\dots (5)$$

dimana: H'= Indeks keanekaragaman; S= jumlah total spesies.

Indeks dominansi menurut Odum, 1993 menggunakan rumus:

$$C = \sum Pi^2 \dots\dots\dots (6)$$

$$Pi = ni/N$$

dimana: Pi= proporsi individu dalam genus; ni= jumlah individu dalam genus ke-i; N= jumlah total individu.

2.4. Analisis Data

Analisis data yang digunakan untuk mengetahui hubungan kelimpahan fitoplankton (x) dengan produktivitas primer kotor atau *Gross Primary Productivity* (y) dan kelimpahan fitoplankton (x) dengan produktivitas primer bersih atau *Net Primary Productivity* (y) yaitu menggunakan analisis regresi sederhana sedangkan hubungan antara Nitrat (NO<sub>3</sub>) dan Orthofosfat (PO<sub>4</sub>) (x) dengan kelimpahan fitoplankton (y) yaitu menggunakan analisis regresi linier berganda.

Rumus persamaan yang digunakan dalam analisis regresi sederhana yaitu:

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (7)$$

dimana: Y= Produktivitas primer kotor; a= konstanta; b= koefisien regresi; X= kelimpahan fitoplankton.

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (8)$$

dimana: Y= Produktivitas primer bersih; a= konstanta; b= koefisien regresi; X= kelimpahan fitoplankton.

Rumus persamaan yang digunakan dalam analisis regresi berganda yaitu:

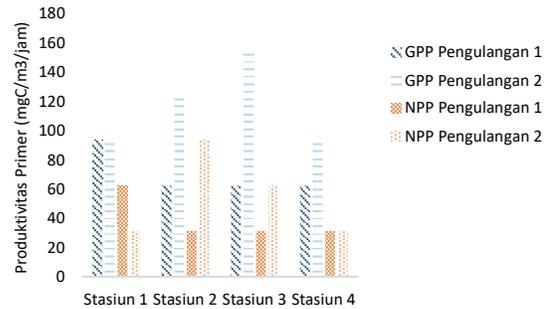
$$Y = a + bX + cX \dots\dots\dots (9)$$

dimana: Y= Kelimpahan fitoplankton; a= konstanta; b= koefisien regresi; X= nitrat dan orthofosfat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

3.1.1. Produktivitas primer

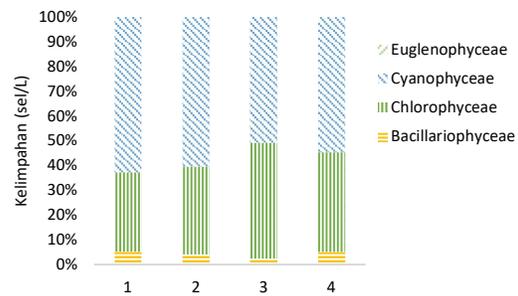


Gambar 2. Perbandingan GPP dan NPP pengulangan pertama dan kedua di Waduk Cengklik.

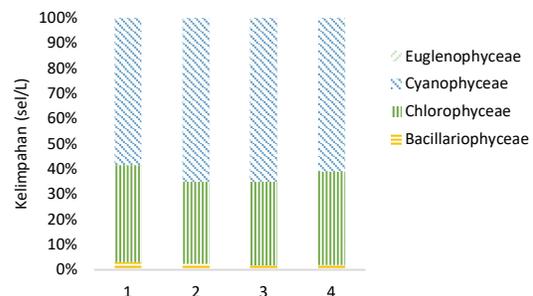
Pengukuran produktivitas primer dilakukan dua kali inkubasi yaitu pengukuran pertama mulai pukul 08.00-12.00 WIB dan pengukuran kedua mulai pukul 13.00-17.00 WIB. Berdasarkan pengukuran produktivitas primer kotor atau *Gross Photosynthesis* (GPP) diperoleh hasil berkisar 62,50 – 156,25 mgC/m<sup>3</sup>/jam sedangkan untuk produktivitas primer bersih atau *Net Photosynthesis* (NPP) diperoleh hasil berkisar 31,25 – 93,75 mgC/m<sup>3</sup>/jam. Perbandingan yang ditampilkan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa hasil GPP paling tinggi diperoleh di stasiun 3 pada pengukuran kedua dengan nilai 156,25 mgC/m<sup>3</sup>/jam sedangkan untuk GPP terendah di stasiun 2,3,4 pada pengukuran pertama dengan nilai 62,50 mgC/m<sup>3</sup>/jam. Hasil NPP tertinggi diperoleh di stasiun 2 pada pengukuran kedua dengan nilai 93,75 mgC/m<sup>3</sup>/jam sedangkan untuk nilai terendahnya diperoleh pada stasiun 2,3,4 di pengukuran pertama dengan nilai 31,25 mgC/m<sup>3</sup>/jam.

3.1.2. Kelimpahan dan struktur komunitas fitoplankton

Berdasarkan hasil kelimpahan fitoplankton ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Presentase kelimpahan kelas fitoplankton pengulangan pertama.



Gambar 4. Presentase kelimpahan kelas fitoplankton pengulangan kedua.

Berdasarkan hasil identifikasi jenis dan kelimpahan fitoplankton diperoleh 4 kelas yaitu Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae dan Euglenophyceae dengan total genera yang didapat yaitu 22 genus. Presentase kelimpahan kelas fitoplankton di pengukuran pertama dan kedua diperoleh nilai tertinggi yaitu pada kelas Cyanophyceae dengan presentase 50,72% - 65,06% sedangkan untuk presentase terendah diperoleh Euglenophyceae dengan nilai 0 - 0,06%. Berdasarkan perhitungan total kelimpahan fitoplankton di Waduk Cengklik diperoleh tertinggi yaitu stasiun 2 dengan nilai 34.933 sel/L dan kelimpahan terendah di stasiun 4 dengan nilai 25.633 sel/L. Stasiun 2 merupakan stasiun keramba jaring apung dengan kepadatan tinggi sedangkan untuk stasiun 4 merupakan inlet waduk yang airnya mengalir dari Sungai Watuleter.

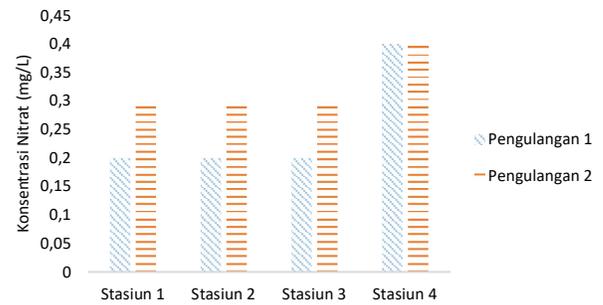
Indeks keanekaragaman fitoplankton dari ke empat stasiun dengan dua kali pengukuran diperoleh nilai berkisar 1,310 - 1,613. Indeks keanekaragaman tertinggi diperoleh stasiun 4 pada pengukuran pertama yaitu 1,613 sedangkan terendah diperoleh stasiun 3 pada pengukuran kedua yaitu 1,310. Indeks keanekaragaman di waduk Cengklik termasuk kategori sedang karena  $H' < 2,3026$ .

Indeks keseragaman fitoplankton yang diperoleh di empat stasiun yaitu berkisar 0,430 - 0,538. Indeks keseragaman tersebut menunjukkan bahwa keseragaman fitoplankton di perairan Waduk Cengklik merata. Menurut Odum (1971), klasifikasi keseragaman fitoplankton  $0,4 < e < 0,6$  termasuk kedalam kategori persebaran merata sedang.

Indeks dominansi yang diperoleh dalam empat stasiun yaitu berkisar antara 0,250 - 0,356. Nilai tersebut termasuk ke dalam kategori  $0 < C < 0,5$  yang artinya tidak ada individu yang mendominasi di perairan Waduk Cengklik. Berdasarkan perhitungan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi yang telah diperoleh dikatakan bahwa perbedaan kategori yaitu adanya keanekaragaman yang sedang, keseragaman yang tinggi dan tidak ada jenis yang mendominasi di perairan tersebut artinya tidak adanya perubahan yang signifikan terhadap jenis fitoplankton yang muncul.

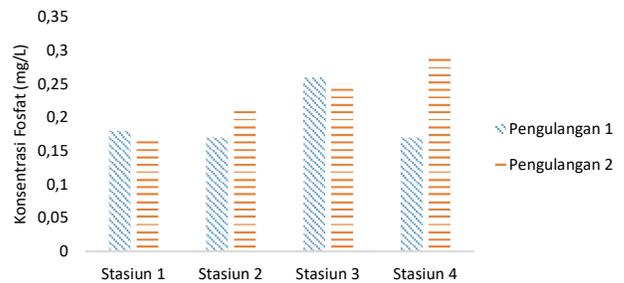
### 3.1.3. Parameter fisika dan kimia

Hasil suhu yang diukur pada pengamatan yaitu antara  $29,6^{\circ}\text{C} - 31,7^{\circ}\text{C}$ . Suhu yang baik bagi pertumbuhan fitoplankton antara  $30 - 35^{\circ}\text{C}$  (Efendi, 2003). Hasil pengukuran pH didapatkan yaitu  $6,56 - 6,79$ . Nilai pH  $6 - 9$  tersebut baik untuk pertumbuhan fitoplankton (Sofarini, 2012). Hasil kecerahan yang diukur menggunakan alat *secchi disk* di empat stasiun berkisar  $60,5 - 98,5$  cm. Kecerahan diperaian dipengaruhi oleh kedalaman serta cahaya matahari yang masuk ke perairan. Pengukuran kedalam di waduk Cengklik berkisar  $1,8 - 6,7$  m, jika semakin dalam waduk maka kecerahan yang masuk ke perairan semakin rendah. Kecerahan berperan untuk membantu pertumbuhan fitoplankton dan laju produktivitas primer. Intensitas cahaya matahari yang diperoleh pada pengukuran yaitu  $253 - 785$  Lux, nilai tersebut termasuk normal karena kondisi saat pengukuran tiap stasiun berbeda-beda. Nilai intensitas cahaya yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan fitoplankton karena fitoplankton juga sensitif terhadap cahaya yang kuat (Rahayu *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil pengukuran oksigen terlarut diperoleh antara  $2,4 - 3,6$  mg/L.



Gambar 5. Nilai konsentrasi nitrat di Waduk Cengklik.

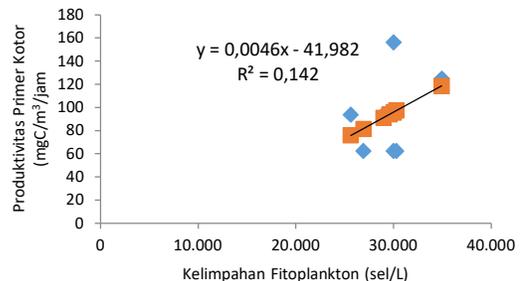
Berdasarkan Gambar 5 konsentrasi nitrat yang diperoleh di delapan kali pengukuran yaitu  $0,2 - 0,4$  mg/L. Berdasarkan pengukuran tersebut perairan Waduk Cengklik termasuk kategori oligotrofik (sedang) menurut Volenweider dalam Wetzel (2001). Konsentrasi nitrat di perairan dipengaruhi oleh tingginya laju oksigen terlarut dan pH yang menyebabkan nitrifikasi (Hendrawan *et al.*, 2021).



Gambar 6. Nilai konsentrasi orthofosfat di Waduk Cengklik.

Berdasarkan Gambar 6 pengukuran orthofosfat diperoleh hasil  $0,17 - 0,29$  mg/L. Konsentrasi orthofosfat tersebut masih dalam kategori optimum dan termasuk kategori Eutrofik menurut Volenweider dalam Wetzel (2001). Orthofosfat di perairan dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya, tetapi juga bisa menjadi penghambat apabila melebihi kadar optimalnya.

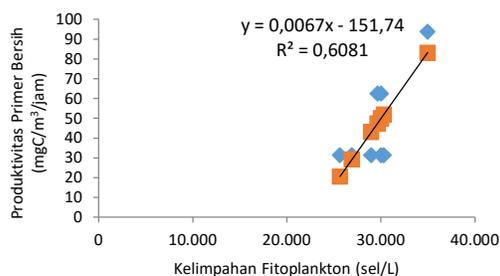
3.1.4. Hubungan kelimpahan fitoplankton dengan Produktivitas Primer Kotor (GPP) dan Produktivitas Primer Bersih (NPP)  
Hubungan kelimpahan fitoplankton dengan produktivitas primer kotor ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan kelimpahan fitoplankton dengan produktivitas primer kotor

Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana dari kelimpahan fitoplankton ditampilkan pada Gambar 5 dengan GPP diperoleh rumus persamaan  $Y = 41,98165 - 0,00459X$ . Nilai koefisien korelasi ( $r$ ) diperoleh  $0,377$  dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) diperoleh  $0,142$ . Nilai koefisien determinasi

tersebut menunjukkan bahwa sebesar 14,2% kelimpahan fitoplankton mempengaruhi hasil produktivitas primer kotor di perairan.



**Gambar 8.** Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dengan Produktivitas Primer Bersih

Hasil analisis regresi linier sederhana dari kelimpahan fitoplankton dengan NPP dapat dilihat pada Gambar 6 yaitu diperoleh rumus  $Y = 151,74319 - 0,0067X$ . Nilai koefisien korelasi ( $r$ ) diperoleh 0,780 dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) diperoleh 0,608 yang artinya sekitar 60,8% kelimpahan fitoplankton di perairan Waduk Cengklik menghasilkan produktivitas primer bersih.

### 3.1.5. Hubungan nitrat ( $NO_3$ ) dan orthofosfat ( $PO_4$ ) dengan kelimpahan fitoplankton

Berdasarkan hasil analisis regresi linier berganda dari nitrat ( $NO_3$ ) dan orthofosfat ( $PO_4$ ) dengan kelimpahan fitoplankton diperoleh rumus  $Y = 31,992 - 2,314X_1 - 8,374X_2$ . Nilai koefisien regresi ( $r$ ) diperoleh 0,176 dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) diperoleh 0,0311 yang artinya 3,11% hubungan nitrat dan fosfat di perairan sangatlah sedikit dengan distribusi kelimpahan fitoplankton di perairan. Kelimpahan fitoplankton di perairan tidak hanya dipengaruhi oleh nitrat dan fosfat tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lainnya seperti suhu, kecerahan, kedalaman, cahaya matahari dan lainnya (Arbianti *et al.*, 2017). Pada model regresi berganda digunakan uji multikolinearitas untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antar variabel. Hasil uji multikolinearitas menunjukkan nilai VIF 1,05 (<10) dan nilai toleransi 0,950 (>0,1) artinya dugaan tersebut tidak terdapat multikolinearitas.

### 3.2. Pembahasan

Produktivitas primer di perairan digunakan untuk menentukan suatu kesuburan yang dipengaruhi oleh aktivitas biota perairan dan unsur hara yang terkandung. Berdasarkan hasil produktivitas primer, perbedaan nilai produktivitas primer yang diukur dipengaruhi oleh waktu inkubasi serta cahaya matahari yang masuk kedalam perairan. Produktivitas primer berhubungan dengan pertumbuhan fitoplankton. Fitoplankton di perairan membutuhkan nutrisi dan cahaya matahari yang nantinya digunakan untuk proses fotosintesis, apabila fitoplankton semakin banyak menggunakan energinya untuk melakukan fotosintesis maka nilai produktivitas primer di perairan tinggi (Aprianto *et al.*, 2020). Produktivitas primer juga dipengaruhi oleh faktor lain yaitu suhu, kedalaman, kecerahan dan kandungan oksigen terlarut (Sunaryo, 2017).

Kelimpahan fitoplankton yang mempengaruhi tinggi rendahnya produktivitas primer juga diidentifikasi keberadaannya. Berdasarkan presentase kelimpahan kelas tertinggi yang diperoleh yaitu Cyanophyceae, Cyanophyceae banyak ditemukan di perairan yang mengandung nutrisi orthofosfat tinggi (Sianipar *et al.*, 2015), di dukung dengan pengukuran orthofosfat yang dilakukan sekitar 0,17 – 0,24 mg/L. Identifikasi jenis yang diperoleh dari kelas Cyanophyceae yang

banyak ditemukan dari jenis *Merismopedia* sp. dan *Mycrocystis* sp. Jenis ini menjadi tolak ukur dan perbandingan untuk mengetahui kesuburan perairan. Jenis ini termasuk jenis yang pertumbuhan dan perkembangannya sangatlah gampang karena mempunyai daya toleransi yang tinggi.

Kelimpahan fitoplankton di perairan dipengaruhi oleh faktor-faktor. Fitoplankton di perairan yang berfungsi sebagai produsen primer dan pemasok oksigen bagi perairan juga membutuhkan parameter fisika dan kimia untuk pertumbuhannya. Faktor seperti nitrat dan fosfat merupakan pengaruh dalam pertumbuhan fitoplankton (Ismunarti, 2013).

Kelimpahan fitoplankton dan tingginya nilai produktivitas primer di perairan berhubungan dengan faktor atau kondisi lingkungan perairan. Faktor yang mempengaruhi biasanya suhu, kecerahan, kedalaman, pH, intensitas cahaya, oksigen terlarut dan nitrat ( $NO_3$ ) dan orthofosfat ( $PO_4$ ). Fitoplankton membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhannya serta intensitas cahaya matahari digunakan untuk fotosintesis. Oksigen terlarut berhubungan dengan produktivitas primer dikarenakan oksigen terlarut merupakan sumber utama yang dihasilkan fitoplankton, fitoplankton lalu membuat oksigen terlarut tersebut menjadi produktivitas primer di perairan. Fitoplankton membutuhkan oksigen terlarut dan cahaya untuk perkembangannya, apabila fitoplankton di suatu perairan tersebut banyak maka otomatis nilai produktivitas primer perairan tersebut juga tinggi (Aprianto *et al.*, 2020).

Hubungan antara kelimpahan fitoplankton dengan produktivitas primer kotor menunjukkan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) yaitu 0,377 yang artinya korelasi antar variabel kuat dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yaitu 14,2% hubungan kelimpahan fitoplankton rendah mempengaruhi hasil produktivitas primer kotor di perairan. Produktivitas primer kotor merupakan produksi total jumlah seluruh bahan organik dalam jaringan tumbuhan yang terbentuk dalam proses fotosintesis termasuk yang digunakan untuk respirasi (Padang, 2012). Produktivitas primer kotor dihasilkan oleh fitoplankton untuk respirasi pada proses fotosintesis. Hasil GPP yang berjumlah sedikit tersebut persen sisanya berasal dari faktor lain yaitu hasil produktivitas primer bersih dan cahaya, suhu dan unsur hara lainnya.

Hubungan antara kelimpahan fitoplankton dengan produktivitas primer bersih menunjukkan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) yaitu 0,780 menunjukkan korelasi yang kuat antar variabel dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sekitar 60,8% hubungan kelimpahan fitoplankton di perairan Waduk Cengklik tinggi menghasilkan produktivitas primer bersih. Produktivitas primer bersih yaitu sisa dari produktivitas primer kotor yang sudah digunakan untuk respirasi biota perairan. Produktivitas primer bersih bisa digunakan untuk komponen ekosistem lainnya.

Hubungan antara nutrisi dengan kelimpahan fitoplankton menunjukkan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) yaitu 0,176 menunjukkan korelasi yang rendah antara variabel nutrisi dengan kelimpahan fitoplankton dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 3,11% pengaruh hubungan antar nitrat dan orthofosfat dengan kelimpahan fitoplankton. Sisanya sekitar 97% dipengaruhi oleh variabel lain yang menyebabkan kelimpahan fitoplankton meningkat seperti suhu yang pada dasarnya merupakan parameter yang memberikan pengaruh dalam pertumbuhan fitoplankton, fitoplankton tumbuh dengan baik di suhu perairan sekitar 29-34°C, selain itu suhu juga dipengaruhi oleh kedalaman serta intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan apabila semakin dalam perairan maka cahaya yang masuk semakin minim dan suhu juga semakin rendah. Kelimpahan fitoplankton juga dipengaruhi oleh oksigen terlarut di perairan. Oksigen terlarut dihasilkan fitoplankton pada saat proses fotosintesis konsentrasi oksigen terlarut tinggi maka dapat dikatakan kelimpahan fitoplankton di perairan tersebut tinggi (Panggabean *et al.*, 2017).

#### 4. Kesimpulan

Produktivitas primer kotor (GPP) pada penelitian ini yaitu 62,50 – 156,25 mgC/m<sup>3</sup>/jam, sedangkan produktivitas primer bersih (NPP) yaitu 31,25 – 93,75 mgC/m<sup>3</sup>/jam. Kelimpahan fitoplankton paling banyak pada kelas Cyanophyceae dengan presentase 50,72 – 65,06% dengan jenis yang dominan yaitu *Merismopedia* sp. dan *Mycrocystis* sp. Kelimpahan fitoplankton mempengaruhi nilai produktivitas primer kotor sebesar 14,2% sedangkan pengaruh kelimpahan fitoplankton terhadap produktivitas primer bersih sebesar 60,8%. Hubungan nitrat dan orthofosfat dengan kelimpahan fitoplankton menunjukkan hubungan yang rendah.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ir. Siti Rudiyantri, M.Si dan Bapak Kukuh Prakoso, S.Pi., M.Si. atas arahan serta saran yang membangun, pihak Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo yang sudah memberikan izin penelitian dan semua pihak yang sudah membantu dalam penelitian tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

#### Bibliografi

- APHA (*American Public Health Association*). 2005. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 21 Edn*. Wangshinton (US): APHA, AWWA, WPCF.
- Arbianti, P., Nurrachmi, I., dan Efriyeldi, E. 2017. Sebaran Nitrat, Fosfat dan Kelimpahan Fitoplankton di Muara Sungai Kampar Kabupaten Pelalawan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 22(2): 1-9.
- Aprianto, T.R., Simarmata, A.H., dan Dahril, T. 2020. Produktivitas Primer Berdasarkan Metode Oksigen di Danau Tuok Tonga Desa Buluh Cina Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 1(1): 40-51.
- Hendrawan, A.K.F., Afiati, N., dan Rahman, A. 2021. Laju Nitrifikasi Pada Bioremediasi Air Limbah Organik Menggunakan *Chlorella* Sp. dan Bakteri Nitrifikasi-Denitrifikasi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 11(2): 309-323.
- Ismunarti, D.H. 2013. Analisis Komponen Utama Pada Hubungan Distribusi Spasial Komunitas Fitoplankton dan Faktor Lingkungan. *Ilmu Kelautan*, 18(1): 14-19.
- Ngatno. 2015. Buku Ajar Metodologi Penelitian Bisnis. Lembaga Pengembangan dan Penjaminan Mutu Pendidikan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Odum, E.P. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. *Gajah Mada University Press*, UGM. Yogyakarta.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology. Third Ed.* W.B. Saunders Company, Philadelphia. Page 574.
- Padang, A. 2012. Peranan Diatom Bagi Produktivitas Primer di Lingkungan Bantik. *J Bimafika*, 4(1): 420-424.
- Panggabean, L.S., dan Prastowo, P. 2017. Pengaruh Jenis Fitoplankton Terhadap Kadar Oksigen di Air. *JBIO: jurnal biosains (the journal of biosciences)*, 3(2): 81-85.
- Priadana S., dan Sunarsi, D. 2021. Metode Penelitian Kuantitatif. Pascal Books. Tangerang Selatan. 220 hal.
- Pitoyo, A., dan Wiryanto, W. 2002. Primary Productivity of the Cengklik DAM Boyolali. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 3(1): 189-195.
- Purina, I., Labucis, A., Barda, I., Jurgensone, I., dan Aigars, J. 2018. Primary Productivity in the Gulf of Riga (Baltic Sea) in Relation to Phytoplankton Species and Nutrient Variability. *Oceanologia*, 60(1): 544-552.
- Rahayu, S.M., Damar, A., dan Krisanti, M. 2022. Perbedaan Konsentrasi Nitrat dan Intensitas Cahaya Terhadap Laju Pertumbuhan Diatom *Chaetoceros Muelleri*. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 9(2): 95-100.
- Sianipar, E.D., Siagian, M., dan Simarmata, A.H. 2015. Nitrate Concentration from the Water around the Folating Cage Fish Culture Area and from the Area with No Cage, in the DAM Site PLTA Koto Panjang. *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 2(1): 1-11.
- Sunaryo, A. 2017. Produktivitas Primer Di Waduk Ir. H. Juanda Kabupaten Purwakarta Propinsi Jawa Barat. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 11(2): 110-120.
- Sofarini, D. 2012. Keberadaan Dan Kelimpahan Fitoplankton Sebagai Salah Satu Indikator Kesuburan Lingkungan Perairan di Waduk Riam Kanan. *EnviroScienteeae*, 8(1): 30-34.
- Umaly, R.C., and Cuvin, L.A. 1988. *Limnology: Laboratory and Field Guide Physico-Chemical Factors, Biology Factors*. National Book Store Publ., Manila. 179.
- Vollenweider, R.A., Giovanardi, F., Montanari, G., dan Rinaldi, A. 1998. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the new adriatic sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index. *Enviromental Journal*, 9: 329-357.
- Wetzel, R.G. 1983. *Limnology*. Saunder Company. Philadelphia.