



POTENSI PRODUKSI PERAIRAN DENGAN PENDEKATAN BIOMASSA FITOPLANKTON DI SUNGAI KUMBE PAPUA

Mirna dwirastina dan Yoga Candra Ditya

Peneliti Balai Riset Perikanan Perairan Umum dan Penyuluhan Perikanan

E-mail : mirna.rastina@gmail.com

Diterima : 22 Maret 2016, Disetujui : 25 April 2017

ABSTRAK

Sungai Kumbe merupakan salah satu sungai yang mengalir di Kabupaten Merauke Papua. Panjang sungai berkisar 300,42 km dengan luas tangkapan air sebesar 3765,90 km². Informasi mengenai potensi dan pemanfaatan sumberdaya ikan serta keragaman biota di wilayah sungai Kumbe masih terbatas. Padahal informasi tersebut merupakan komponen terpenting dalam pengelolaan sumberdaya perikanan perairan umum. Oleh karena itu, penelitian di Sungai Kumbe dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kesuburan perairan menggunakan pendekatan biomassa fitoplankton. Penelitian dilakukan pada bulan Maret dan September 2014 dengan lima stasiun pengambilan sampel yaitu Wapeko, Yakau, Baad, Ingun dan Sakor. Hasil penelitian didapatkan bahwa komposisi kelas fitoplankton tertinggi terdapat pada Chlorophyceae 54,17%, Bacillariophyceae 31,25% dan Cyanophyceae 14,58%. Berdasarkan kelimpahan total fitoplankton bulan Maret-September 2014 berkisar 248 - 5.532 sel/L. Kandungan klorofil di perairan Sungai Kumbe berkisar 0-54,17 µg/L, semestarakonsentrasi biomassa dengan pendekatan nilai klorofil fitoplankton adalah 478,38-3.629,38 mg/m³. Dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan potensi produksi yang dilihat dari nilai biomassa maka perairan Sungai Kumbe masih kategori cukup produktif.

Kata kunci: Biomassa, fitoplankton, Sungai Kumbe, Papua, Potensi

ABSTRACT

PRODUCTION POTENTIAL WATERS WITH APPROACH PHYTOPLANKTON BIOMASS IN KUMBE RIVER PAPUA. *Kumbe River is one of the rivers that flow in Merauke district of Papua. It has 300.42 km length of the river ranges with a catchment area of 3765.90 km². Information on the potential and utilization of fish resources and biodiversity in Kumbe River is still limited. Though the information is the most important component in the management of fishery resources. Therefore, research in Kumbe River was conducted which aims to determine to evaluate the water productivity by phytoplankton biomass approach The study was conducted in March and September 2014 at five sampling stations, which were: Wapeko, Yakau, Baad, Ingun and Sakor. The result showed that the composition of phytoplankton class of Chlorophyceae was the highest 54.17%, followed by Bacillariophyceae 31.25% and Cyanophyceae 14:58%. Total abundance of phytoplankton in March-September 2014 ranging from 248-5,532 cells/L. The chlorophyll content was 0-54.17 mg/L, while the biomass content according to the chlorophyll concentration approach was 478.38 – 629.38 mg/m³. According to these observations, the Kumbe River water in quite productive category.*

Keywords: Biomass, Phytoplankton, Kumbe River , Papua, Potential

PENDAHULUAN

Sungai Kumbe merupakan salah satu sungai di wilayah Kabupaten Merauke, Propinsi Papua. Sungai Kumbe memiliki panjang 300,42 km dengan luas daerah tangkapan air (*catchment area*) sebesar 3.765,90 km² (Departemen PU, 2008). Sungai Kumbe terletak pada posisi 140°37' BT dan 8°00' LS di bagian hulu sungai dan 140°13' BT dan 8° 21' LS di muara sungai yang berbatasan dengan Laut Arafura. Sungai Kumbe sebagai salah satu sungai besar di Kabupaten Merauke merupakan salah satu habitat ikan arwana di paparan sahal. Informasi mengenai potensi dan pemanfaatan sumberdaya ikan dan keragaman biota di wilayah sungai tersebut masih terbatas. Hal ini disebabkan masih minimnya kegiatan riset karena medan yang sulit dijangkau atau belum terpublikasikannya hasil riset sebagai bentuk informasi dari karakteristik sumberdaya di perairan sungai Kumbe ini (Ditya, *et al.*, 2014).

Plankton merupakan organisme tumbuhan dan hewan, hidupnya melayang atau mengambang dalam air, dan selalu bergerak dipengaruhi oleh arus. Plankton dapat dibedakan menjadi dua yaitu fitoplankton (plankton tumbuhan) dan zooplankton (plankton hewan). Peranan plankton salah satunya adalah dalam siklus rantai makanan. Menurut Nontji (2008) fitoplankton mempunyai kemampuan dalam fotosintesis. Senyawa organik yang dihasilkan dari fotosintesis merupakan sumber energi yang diperlukan semua jasad hidup untuk berbagai kegiatannya termasuk bergerak, tumbuh, dan bereproduksi. Dengan demikian, fitoplankton menjadi tumpuan bagi hampir semua kehidupan baik secara langsung maupun tidak langsung melalui rantai makanan (*food chain*). Dalam siklus rantai makanan fitoplankton akan dimakan oleh zooplankton, sedangkan zooplankton sendiri akan dimakan oleh ikan-ikan kecil. Nontji (2008) menyatakan bahwa sebagian besar (65%) ikan pelagis (*pelagic fish*) yang bernilai ekonomi adalah pemakan plankton. Plankton, yang ukurannya relatif kecil, sehingga perlu diamati menggunakan alat bantu mikroskop, terkandung dalam air dengan jumlah dan keragaman yang sangat besar.

Fitoplankton juga memegang peranan penting di perairan Sungai Kumbe, Kabupaten Merauke Papua. Untuk mengetahui seberapa besar peranan fitoplankton, keragaman fitoplankton bahkan mengetahui potensi produksi Sungai Kumbe melalui biomassa fitoplanktonnya, maka dilakukan penelitian tentang keragaman jenis dan biomassa fitoplankton di Sungai Kumbe tersebut. Biomassa fitoplankton merupakan gambaran bobot atau berat dari fitoplankton per unit volume atau luas area air (Arifin, 2009). Biasanya digunakan satuan pengukuran stok adalah µg/l, mg/m², kg/hektar dan lain-lain dengan berat kering, basah dan karbon diketahui (Parson, *et al.*, 1984). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui potensi produksi Sungai Kumbe menggunakan pendekatan biomassa fitoplankton dengan mengukur volume sel geometri fitoplankton dan biomassa klorofil yang ditemukan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Sungai Kumbe, Kabupaten Merauke Papua (Gambar 1) pada bulan Maret dan September 2014, dengan lokasi stasiun pengambilan sampel yaitu: Wapeko, Yakau, Baad, Ingun, dan Sakor (Tabel 1). Sampel biomassa fitoplankton diperoleh dengan cara mengetahui nilai klorofil dan volume geometri fitoplankton.

Sampel fitoplankton diambil menggunakan net plankton sebanyak 50 L disaring dengan net plankton size no. 25, diambil sebanyak 100 ml diberi pengawet larutan lugol sebanyak 1 ml serta diidentifikasi dan diukur volume geometri sel fitoplanktonnya di Laboratorium Pengujian Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum Palembang dengan merujuk APHA (2005). Pengambilan sampel biomassa fitoplankton dilakukan dengan cara sampel air diambil sebanyak 100 ml, dimasukkan dalam botol 100 ml dilapisi aluminium foil dan diawetkan dengan pendinginan serta dibawa ke laboratorium untuk dihitung nilai klorofilnya merujuk APHA (2005).



Gambar 1. Lokasi penelitian Sungai Kumbe

Tabel 1. Lokasi dan titik koordinat pengambilan sampel Sungai Kumbe Kabupaten Merauke Tahun 2014

No.	Nama Stasiun	S	E
1.	Wapeko	S 8 09.976	E 140 24.931
2.	Yakau	S 8 02.130	E 140 31.570
3.	Baad	S 8 06.424	E 140 27.746
4.	Ingun	S 7 59.088	E 140 27.888
5.	Sakor	S 8 06.524	E 140 30.078

Identifikasi fitoplankton dilakukan menggunakan mikroskop inverted dengan pembesaran 40 kali merujuk Mizuno (1979) dan Basmi (2000). Kelimpahan fitoplankton dihitung menggunakan rumus Sedwick Rafter (APHA2005):

$$N = (Ns \times v_a) / (v_s \times v_c)$$

Dimana :

N : Jumlah individu Fitoplankton per liter air contoh

Ns :Jumlah individu Fitoplankton pada Sedwick Rafter

Va : Volume air terkonsentrasi dalam botol vial

Vs : Volume air dalam preparat Sedwick Rafter

Vc : Volume air contoh

Menurut Kartamiharja (2007) pengukuran biomassa fitoplankton dapat dihitung berdasarkan metode biovolume secara geometrik dengan rumus sebagai berikut:

$$B_f = (N_f \times \rho V) / V_c$$

Keterangan :

Bf : Biomassa Fitoplankton (mg/m³)

Nf : Jumlah Fitoplankton (sel)

P : Densitas fitoplankton = 1

V : Volume sel fitoplankton (µm³) dihitung secara geometrika

Vc : Volume air contoh fitoplankton (L)

Menurut Asriyana (2004) volume sel fitoplankton yang dihitung secara geometrik ditentukan oleh bentuk fitoplankton. Selain itu pendugaan biomassa dapat dilakukan dengan mengukur atau menghitung nilai klorofil (Arifin, 2009; Asriyana & Yuliana, 2012). Nilai biomassa fitoplankton didapat berdasarkan pada hasil pengukuran kandungan klorofil-a perairan di zona eufotik. Kandungan klorofil-a diukur menggunakan metode spektrofotometer dengan ekstraksi menggunakan 90 % aseton, dan dihitung sesuai formula sebagai berikut:

$$Cha = 11,9 \times (A_{665} - A_{750}) \times V/L \times 1000/S$$

Dimana :

Cha = Kandungan klorofil-a (µg/L)

A₆₆₅ = Absorban pada panjang gelombang 665 nm

A₇₅₀ = Absorban pada panjang gelombang 750 nm

V = Volume esktraksi aseton (mL)

L = Panjang lintasan cahaya pada kuvet (cm)
S = Volume air contoh yang disaring (mL)
Biomassa fitoplankton dinyatakan dalam kandungan klorofil-a (mg/m^3) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$B = 67 \times \text{Cha}$$

yang mana :

B = biomassa fitoplankton dalam (mg/m^3).

Cha = Kandungan khlorofil-a ($\mu\text{g}/\text{L}$)

Bersamaan dengan pengambilan fitoplankton dan klorofil dilakukan juga pengukuran kualitas air (± 30 cm dari permukaan), meliputi parameter-parameter: suhu, kecerahan, pH, oksigen terlarut, ortophospat dan TP (Tabel 2).

daerah Yakau dan terendah Muara Inggun, Bacillariophyceae 15 genera dengan kelimpahan total tertinggi daerah Wapeko dan terendah Muara Inggun, dan Cyanophyceae 7 genera dengan kelimpahan tertinggi daerah Sakor dan kelimpahan terendah daerah Wapeko. Dari pengamatan yang dilakukan Maret sampai September 2014 maka kelimpahan total tertinggi Sungai Kumbe terdapat di Yakau berkisar 1.238 – 5.532 sel/L dan terendah Muara Inggun berkisar 248-1.158 sel/L (Gambar 2).

Kartamihardja(2007)

mengatakanbahwasecara umum peningkatan kesuburan perairan akan meningkatkan produktivitas perairan, yang dapat terindikasi

Tabel 2 . Parameter kualitas air yang diamati.

No	Parameter	Peralatan	Metode
1	Suhu	Termometer	Visual
2	Keccerahan	Secchi Disk	Visual
3	pH	pH-meter	Visual
4	Oksigen terlarut		Titration Winkler
5	Ortophospat	Spectrofotometer	Spektrofotometri
6	TP	Spectrofotometer	Spektrofotometri

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi fitoplankton di sungai Kumbe terdiri dari 3 kelas, yaitu: Chlorophyceae terdiri 26 genera, Bacillariophyceae terdiri 15 genera dan Cyanophyceae terdiri 7 genera (Tabel 3). Kelimpahan genera masing-masing kelas tertinggi pada kelas *Chlorophyceae* 54,17%, *Bacillariophyceae* 31,25% dan *Cyanophyceae* 14,58% (Tabel 4). Komposisi kelas fitoplankton berpengaruh pada kandungan pigmen klorofil di dalam perairannya, karena setiap jenis fitoplankton mempunyai kandungan yang berbeda (Asih, *et al.*, 2014; Suherman., 2015).

Nilai kelimpahan total fitoplankton setiap kelas dari bulan Maret sampai September, yaitu: *Chlorophyceae* 26 genera dengan kelimpahan total tertinggi terdapat di

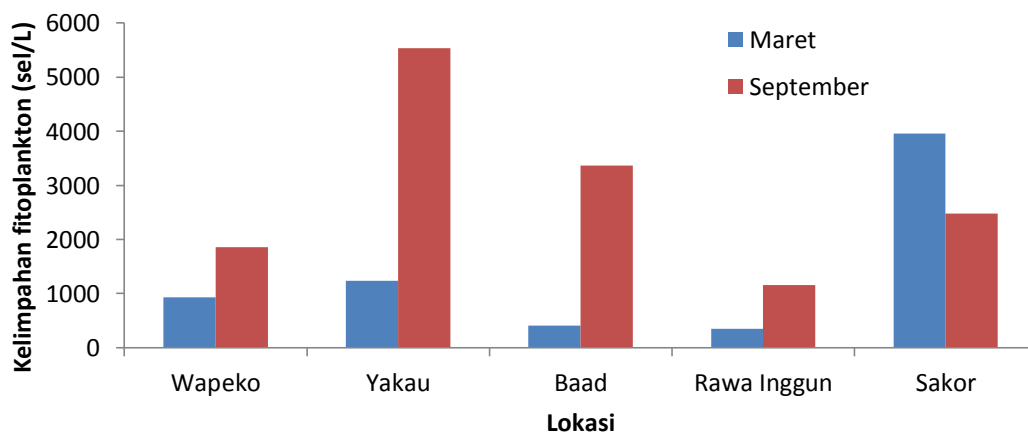
dari keragaman jenis serta kelimpahan dan konsentrasi biomassa fitoplankton. Rata-rata biomassa fitoplankton secara total berdasarkan pengukuran biovolume selnya berkisar 0.0002-15,789 mg/m^3 , dimana konsentrasi tertinggi teramati di daerah Yakau dan terendah di daerah Wapeko, sedangkan kelompok yang dominan berasal dari kelas *Bacillariophyceae* (Tabel 5).Wetzel *dalam* Dwirastina& Makri (2014) menyebutkan *Bacillariophyceae* merupakan kelas fitoplankton yang memiliki laju pertumbuhan cepat dan toleransi yang tinggi terhadap kondisi lingkungan. Adjeet *al.* (2003) menyatakan juga bahwa *Bacillariophyceae* merupakan kelompok *algae* yang secara kualitatif dan kuantitatif banyak terdapat di perairan tipe sungai baik berupa plankton maupun perifiton.

Tabel 3. Genera-genera fitoplankton yang ditemukan di Sungai Kumbe tahun 2014.

No	Kelas dan Genus		
	Chlorophyceae	Bacillariophyceae	Cyanophyceae
1	<i>Batrachospermum macrosporum</i>	<i>Amphora</i>	<i>Anabaena</i>
2	<i>Chodatella</i>	<i>Asterionella</i>	<i>Aphanizomenon</i>
3	<i>Closterium</i>	<i>Coconeis</i>	<i>Aphanocapsa</i>
4	<i>Cosmarium</i>	<i>Coscinodiscus</i>	<i>Gomphospahaeria</i>
5	<i>Cyclotella</i>	<i>Cymbella</i>	<i>Merismopedia</i>
6	<i>Desmidium</i>	<i>Diatoma</i>	<i>Mycrocystis</i>
7	<i>Euastrum</i>	<i>Diploneis</i>	<i>Oscillatoria</i>
8	<i>Kirchneriella lunaris</i>	<i>Eunotia</i>	
9	<i>Micrasterias</i>	<i>Fragilaria</i>	
10	<i>Moegotia</i>	<i>Navicula</i>	
11	<i>Nephrocytium agardhianum</i>	<i>Pleurosigma</i>	
12	<i>Oedogonium</i>	<i>Stauroneis</i>	
13	<i>Pediastrum</i>	<i>Surirella</i>	
14	<i>Pleorotaenium</i>	<i>Synedra</i>	
15	<i>Scenedesmus</i>	<i>Tabellaria</i>	
16	<i>Spirogyra</i>		
17	<i>Spondylosium</i>		
18	<i>Staurastrum</i>		
19	<i>Stigeoclonium</i>		
20	<i>Streptonema trilobatum</i>		
21	<i>Tribonema</i>		
22	<i>Triploceras</i>		
23	<i>Ulothrix</i>		
24	<i>Xanthidium</i>		
25	<i>Xanthidium</i>		
26	<i>Zygnema</i>		

Tabel 4. Komposisi kelas Fitoplankton yang ditemukan di Sungai Kumbe Papua.

No	Kelas	Persentase (%)
1	Chlorophyceae	54.17
2	Bacillariophyceae	31.25
3	Cyanophyceae	14.58



Gambar 2. Kelimpahan Total Fitoplankton di Sungai Kumbe Maret-September 2014.

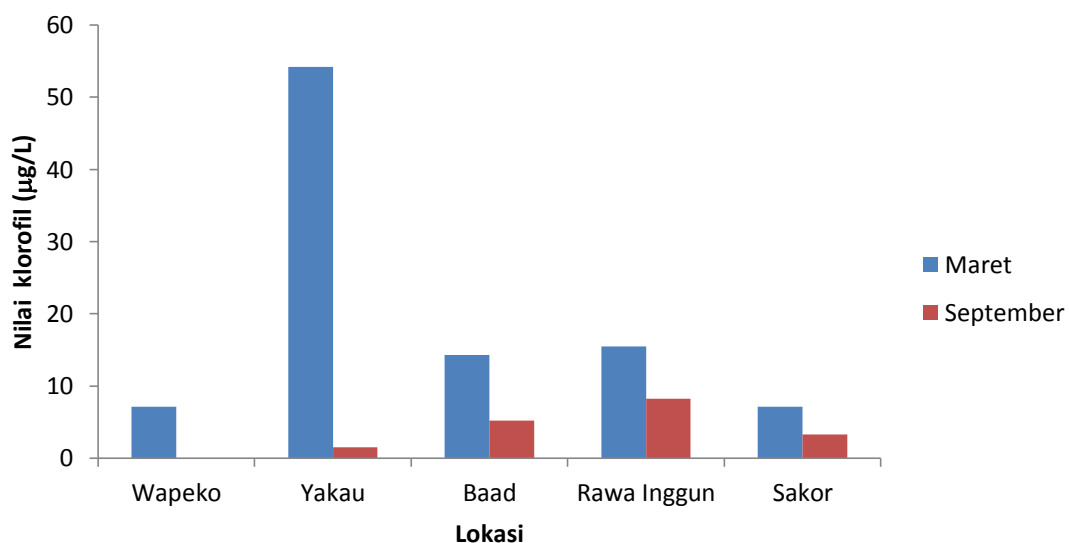
Tabel 5. Biomassa fitoplankton perkelas berdasarkan volume sel (mg/m^3).

Kelas	Wapeko	Yakau	Baad	Inggun	Sakor
Bacillariophyceae	3,766	9,900	10,680	1,720	15,789
Cyanophyceae	0,002	0,001	0,0002	0,00004	0.00136
Chlorophyceae	0,0005	0,00906	0,004	0,0002	0.007

Kesuburan perairan dapat dilihat dari nilai klorofil yang didapat. Di Sungai Kumbe nilai klorofil Maret-September 2014 berkisar 0-54.17 $\mu\text{g}/\text{L}$ (Gambar 3). Nilai rata-rata konsentrasi klorofil-a fitoplankton untuk seluruh perairan Indonesia adalah sebesar 0,19 mg/m^3 . Nilai rata-rata selama musim timur adalah sebesar 0,24 mg/m^3 , sedikit lebih besar daripada kandungan klorofil-a pada musim barat yaitu 0,16 mg/m^3 (Nontji, 1974 dalam Arinardi, 1996). Kandungan klorofil-a pada fitoplankton kurang dari 1 $\mu\text{g}/\text{L}$ adalah perairan yang tidak produktif, kandungan klorofil-a pada fitoplankton 1-20 $\mu\text{g}/\text{L}$ adalah perairan yang cukup produktif, sedangkan kandungan klorofil-a pada fitoplankton lebih dari 20 $\mu\text{g}/\text{L}$ adalah perairan yang produktif (Vollenweider, 1969 dalam Heriyanto, 2009). Berdasar kandungan klorofil tersebut Ditya *et al.* (2014) menyatakan perairan Sungai Kumbe bersifat oligotrofik, sementara Hidayat, *et al.* (2014) mengkategorikan perairan cukup produktif.

Pada bulan Maret klorofil tertinggi terdapat di daerah Yakau yang memiliki kelimpahan fitoplankton tinggi, dan terendah

di daerah Wapeko dan Sakor yang memiliki arus cukup deras sehingga fitoplankton banyak terbawa arus. Fenomena yang sama juga teramati pada bulan September, nilai klorofil tertinggi ditemukan di Muara Inggun, dengan kelimpahan fitoplanktonnya yang tinggi, sementara kelimpahan terendah di Wapeko yang berarus deras. Kandungan klorofil di perairan berhubungan erat dengan kelimpahan fitoplankton di dalamnya (Parsons, *et al.*, 1984; Arinardi, 1996; Nontji, 2008). Hal yang sama juga ditegaskan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup (2008) yang menyatakan bahwa pertumbuhan fitoplankton di perairan merupakan faktor yang menentukan peningkatan konsentrasi klorofil-a pada badan air tersebut. Kandungan klorofil-a pada dapat dijadikan indikator tinggi rendahnya produktivitas suatu perairan (Alkatiri dan Sardjana, 1998 dalam Roshisati, 2002). Klorofil-a digunakan sebagai indikator dari kelimpahan fitoplankton, sementara kelimpahan fitoplankton berhubungan dengan siklus alami dari ketersediaan nutrisi dan dengan input nitrat dan fosfat (omp.gso.uri.edu, 2002).



Gambar 3. Distribusi Spasial nilai klorofil-a Maret-September Sungai Kumbe 2014.

Tabel 6 memperlihatkan kandungan biomassa fitoplankton yang dihitung dari nilai klorofilnya. Biomassa tertinggi teramati di daerah Yakau serta terendah daerah Wapeko. Hal ini sejalan dengan hasil identifikasi fitoplankton yang ditemukan di daerah tersebut. Daerah yang memiliki biomassa tertinggi juga memiliki kelimpahan fitoplankton tinggi.

Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Hasil analisis parameter fisika dan kimia perairan yang berpengaruh terhadap potensi produksi yang dilihat dari biomassa fitoplankton di Sungai Kumbe 2014 (Tabel 7).

Tabel 6. Biomassa fitoplankton dihitung dari kandungan khlorofil dari bulan Maret-September 2014

Stasiun	Biomassa Fitoplankton (mg/m ³)
Wapeko	478,38
Yakau	3629,39
Baad	956,76
Inggun	1036,49
Sakor	1674,33

Tabel 7. Beberapa Parameter kualitas air di Sungai Kumbe Maret – September 2014.

No	Parameter	Lokasi				
		Wapeko	Yakau	Baad	Inggun	Sakor
1	Suhu air (°C)	30,25	30,7	30,85	44,6	45,45
2	Kecerahan (cm)	53	171	162.5	227.5	386
4	PH	6.4	5.5	8.6	8.45	7.75
5	DO	3,85	3,12	3,29	3,36	3,61
8	TP (mg/L)	0,04835	0,0187	0,0838	0,0346	0,0428
9	O-PO ₄ (mg/L)	0,02055	0,00085	0,0008	0,0011	0,0008

Kecerahan

Nilai parameter kecerahan air pada saat penelitian rata-rata berada pada kisaran 53-386 cm, hal ini menunjukkan bahwa kecerahan Sungai Kumbe relative rendah, dengan tingkat kecerahan < 3 m.

Temperatur

Pengukuran terhadap temperatur air selama penelitian tidak menunjukkan variasi yang tinggi yaitu berkisar antara 30 °C - 32 °C. Kondisi rata-rata nilai temperatur air pada semua stasiun penelitian, relatif tinggi yang disebabkan karena suhu udara di wilayah ini relatif tinggi.

Oksigen (O₂)

Oksigen merupakan salah satu gas terlarut di perairan yang keberadaannya sangat diperlukan oleh organisme aerob perairan untuk kelangsungan hidupnya. Keberadaan oksigen terlarut di perairan terutama berasal dari diffusi oksigen yang terdapat di atmosfer. Sumber oksigen di perairan berasal dari proses fotosintesa tumbuhan air terutama oleh fitoplankton. Kandungan oksigen Sungai Kumbe berkisar antara 3,12-3,85 mg/L. Rendahnya kandungan oksigen di perairan Sungai Kumbe disebabkan sungai ini daerah sungai dengan bahan organik yang tinggi dari lahan gambut di sekitar sungai.

Total Phosfat

Phospat bersumber dari pelapukan batuan dan endapan akibat adanya erosi dan terbawa ke perairan. Fospat merupakan senyawa yang tergolong penting bagi kehidupan organisme khususnya plankton, dan pada beberapa ekosistem dijadikan salah satu faktor penentu kesuburan perairan. Kandungan fospat di perairan Sungai Kumbe berkisar 0,0187 – 0,0838 mg/L.

Ortofosfat

Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik. Setelah masuk ke dalam

tumbuhan akuatik (fitoplankton) fosfat anorganik mengalami perubahan menjadi organofosfat (Effendie, 2003). Kisaran kadar orthoposfat pada lokasi penelitian berkisar 0,0008–0,0381 mg/L. Berdasarkan kadar ortofosfat, perairan dapat diklasifikasikan menjadi perairan oligotrofik menuju perairan mesotrofik.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa di perairan Sungai Kumbe kelimpahan total fitoplankton tertinggi terdapat di daerah Yakau dan terendah daerah Muara Inggun, dan komposisinya terdiri dari tiga kelas, yaitu Chlorophyceae (54,17 %), Bacillariophyceae (31,25 %) dan Cyanophyceae (14,58%). Kandungan klorofil di perairan Sungai Kumbe berkisar 0-54.17 µg/L, sementara konsentrasi biomassa dengan pendekatan nilai klorofil fitoplankton adalah 478,38-3.629,38 mg/m³. Berdasarkan hal tersebut Sungai Kumbe dikategorikan perairan yang cukup produktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjie, S., Samuel., & Subagja. 2003. Kelimpahan dan Keragaman Plankton di Danau Arang-Arang, Jambi. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, Vol. 9(7): 1-7.
- Ardiwijaya, R.R., 2002. Distribusi Horizontal Klorofil-*a* dan Hubungannya Dengan Kandungan Unsur Hara Serta Kelimpahan Fitoplankton di Teluk Semangka, Lampung. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan (MSP), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK). Institut Pertanian Bogor (IPB). Skripsi (tidak dipublikasikan).
- Arifin, R., 2009. Distribusi Spasial dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-*a*) dan Keterkaitannya dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas, Jawa Timur. Program Studi MSP. FPIK. IPB. Bogor. Skripsi (tidak dipublikasikan).
- Arinardi, 1996. Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Tengah Indonesia. LIPI. Bogor.
- Asih, P., Muzahar., A.Pratomo. 2014. Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Desa Malang Rapat Kabupaten Bintan. *Jurnal Skripsi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UMRAH*.
- Asriyana. 2004. Distribusi dan makanan ikan tembang (*Sardinella fimbriata* Val) di perairan Teluk Kendari. (Thesis).Bogor : Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Asriyana & Yuliana. 2012. Produktivitas Perairan. Bumi Aksara. Jakarta.
- APHA (American Public Health Association). 2005. Standart Method for the Examination of Water and Wastewater. APHA, AWWA and WPCP. 20th ed. Washington D.C. 1527p.
- Basmi, J., 2000. Diatom Dalam Gambar. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ditya, Y C. Husnah. A.K Gaffar, *et al.* 2014. Potensi dan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan di Perairan Sungai Kumbe Kabupaten Merauke Provinsi Papua. Laporan Teknis. Balai Penelitian Perikanan Perairan Umum. Palembang.
- Dwirastina, M. & Makri. 2014. Distribusi Spasial Terhadap Kelimpahan, Biomassa Fitoplankton dan Keterkaitannya dengan Kesuburan Perairan di Sungai Rokan, Provinsi Riau. LIMNOTEK. Vol 21, No.2 . LIPI. Cibinong.
- Effendi, H., 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisus. Yogyakarta.
- Heriyanto. 2009. Kesuburan Perairan Waduk Nagedang Desa Giri Sako Kecamatan Logas Tanah Darat Kabupaten Kuantan Singingi Riau, Ditinjau Dari Kosentrasi Klorofil-*a* Fitoplankton. Program Studi MSP. FAPERIKA. UNRI. Pekanbaru. Skripsi (tidak dipublikasikan).
- Hidayat, R., L.Viruly,D.Azizah. 2014. Kajian Kandungan Kloroil –*a* Pada Fitoplankton Terhadap Parameter

- Kualitas Air di Teluk Tanjung Pina Kepulauan Riau. Jurnal Universitas Maritim Raja Ali Hajj. Riau.
- Kartamihardja, E.S., 2007. Spektra Ukuran Biomassa Plankton dan Potensi Pemanfaatannya bagi Komunitas. Ikan di Zona Limnetik Waduk Ir.H. Djuanda, Jawa Barat. Disertasi. IPB.Bogor.
- KLH. 2008. Konsep Pedoman Umum Pengelolaan Ekosistem Danau.
- Mizuno, T., 1979. Illustration of The Freshwater Plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co., Ltd. Japan. 335p.
- Nontji. 2008. Plankton Laut. Lipi Press. Jakarta.
- Roshisati, I., 2002. Distribusi Spasial Biomassa Fitoplankton (Klorofil-*a*) di Perairan Teluk Lampung pada Bulan Mei, Juli, dan September 2001. Program Studi MSP. FPIK. IPB. Bogor. 71 hal. Skripsi (tidak di publikasikan).
- Omp.gso.uri.edu. 2002. Estuarine sciences: chlorophyll a. <http://omp.gso.uri.edu/doee/science/physical/chloro.htm>. (17 Februari 2008).
- Parsons, T. R., M. Takeshi, dan B. Hagrave. 1984. Biological oceanographic processes. Third edition. Oxford. Pergamon press. Great Britain.
- Suherman. 2015. Biodiversitas Fitoplankton di waduk Selorejo, Nagntang Malang Jawa Timur. Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daye Alam.Surakarta.