

**PROFIL STATUS KESUBURAN PERAIRAN SECARA VERTIKAL DI WADUK JATIBARANG,
SEMARANG**

Vertical Profile of Water's Fertility Status in Jatibarang Reservoir, Semarang

Khabib Ahsanul Faizin, Siti Rudiyanthi*), Sutrisno Anggoro

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan
Departemen Sumberdaya Akuatik Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax +6224 7474698
Email : khabibaf@gmail.com

ABSTRAK

Waduk Jatibarang terletak di Kota Semarang, waduk ini digunakan sebagai pengendali banjir, tempat wisata, kegiatan menangkap ikan dan sumber air bersih. Pemanfaatan waduk untuk berbagai keperluan serta masukan air dari sungai dapat menyebabkan perubahan kualitas air waduk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui profil status kesuburan perairan secara vertikal melalui analisis TSI Carlson. Studi kasus merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan November 2017, lokasi sampling dibagi menjadi 3 stasiun dan setiap stasiunnya terdapat 3 titik sampling secara vertikal (permukaan, tengah dan dasar). Hasil analisis TSI Carlson menunjukkan bahwa status trofik Waduk Jatibarang berkisar antara 47,898 – 57,440, hasil tersebut dapat dikatakan bahwa status trofik di semua stasiun dengan tiga kedalaman berbeda berada pada tingkat eutrofik ringan sampai mesotrofik. Hasil analisis regresi linear antara nitrat terhadap klorofil-a pada permukaan, tengah, dan dasar berturut-turut didapatkan koefisien korelasi (r) sebesar 0,931; 0,62; 0,51, koefisien determinasi sebesar 86,6%; 38,4%; 26,1%. Analisis regresi linear antara fosfat terhadap klorofil-a pada permukaan, tengah, dan dasar berturut-turut didapatkan koefisien korelasi (r) sebesar 0,221; 0,539; -0,147, koefisien determinasi sebesar 4,9%; 29,1%; 2,2%. Sedangkan, hasil analisis korelasi antara kedalaman dengan kesuburan perairan diperoleh koefisien korelasi (r) sebesar -0,547, yang berarti terdapat keerratan hubungan yang sedang dan bersifat negatif (semakin bertambahnya kedalaman maka semakin rendah kesuburan perairan).

Kata Kunci: Waduk Jatibarang; Klorofil-a; Nitrat; Fosfat; TSI.

ABSTRACT

Jatibarang Reservoir located in Semarang City, this reservoir used as flood control, tourist place, fishing activities and water resource. Utilization of reservoir for any necessity and source of water from two rivers can changes water quality of reservoir. The research purpose is to find out the vertical profile of water fertility through of TSI Carlson analysis. The research method in used is case study. Sampling was conducted in November 2017, location of sampling was divided into 3 stations and each station has 3 vertical sampling points (surface, center and bottom). The results of TSI Carlson analysis showed that the trophic status of Jatibarang Reservoir ranged in 47.898 – 57.440, that result can be told that trophic status at all stations with three different depths are mild eutrophic to mesotrophic level. The result of linear regression analysis between nitrate against chlorophyll-a respectively on surface, center, and bottom was obtained by correlation coefficient (r) equal to 0.931; 0.62; 0.51, coefficient of determination equal to 86.6%; 38.4%; 26.1%. The linear regression analysis between phosphate against chlorophyll-a respectively on surface, center, and bottom was obtained by correlation coefficient (r) equal to 0.221; 0.539; -0.147, coefficient of determination equal to 4.9%; 29.1%; 2.2%. Meanwhile, the result of correlation analysis between depth and water fertility obtained by correlation coefficient (r) of -0.547, which means there is a medium and negative relationship (the deeper a depth, the lower water's fertility it gets).

Keywords: Jatibarang Reservoir; Chlorophyll-a; Nitrate; Phosphate; TSI.

*) Penulis Penanggungjawab

1. PENDAHULUAN

Waduk merupakan badan perairan yang dibangun untuk membendung air sungai sehingga air yang terbendung tersebut dapat digunakan sewaktu-waktu jika diperlukan. Salah satu waduk yang dibangun oleh Pemerintah adalah Waduk Jatibarang. Menurut Hidayah *et al.* (2016) waduk tersebut digunakan sebagai pengendali banjir, tempat pariwisata, kegiatan menangkap ikan, dan menurut rencana akan digunakan sebagai sumber air bersih melalui PDAM. Pemanfaatan waduk untuk berbagai keperluan kemungkinan dapat menurunkan kualitas air dari waduk tersebut. Menurut Harsono (2012) aktifitas kegiatan menangkap ikan, tempat pariwisata, dan adanya sumber pemasukan air dari sungai memberi masukan bahan organik dan anorganik ke perairan yang dapat menyebabkan perubahan kualitas air dan tingkat kesuburan perairan. Limbah domestik dan industri yang terbawa oleh aliran sungai akan memperburuk kondisi endapan waduk. Beban masukan bahan organik dan anorganik yang masuk bersamaan dengan air sungai ini berasal dari pertanian yang berupa pestisida, limbah rumah tangga, dan buangan industri yang sangat mempengaruhi kehidupan biota perairan.

Akumulasi masuknya bahan organik yang tinggi kedalam ekosistem perairan waduk akan meningkatkan ketersediaan nutrisi. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat mendorong terjadinya eutrofikasi. Dampak lainnya dari bahan organik yang tinggi adalah penurunan konsentrasi oksigen terlarut bahkan sampai kondisi anoksik (Hopkins *et al.*, 1994). Eutrofikasi di perairan berpotensi menyebabkan *blooming algae*. Pertumbuhan algae yang berlimpah dapat membentuk lapisan pada permukaan air yang menghambat penetrasi cahaya matahari untuk proses fotosintesis sehingga merugikan bagi ekosistem perairan.

Tingkat kesuburan suatu perairan sangat menentukan jumlah biomassa sumberdaya perikanan yang berada di dalamnya. Kesuburan perairan biasanya dihubungkan dengan konsentrasi klorofil-a dan kandungan nutrisi dalam badan perairan. Tinggi rendahnya kandungan klorofil-a sangat erat hubungannya dengan pasokan nutrisi yang berasal dari darat melalui aliran sungai yang masuk ke badan perairan waduk. Kesuburan suatu perairan merupakan sesuatu yang penting untuk dikaji karena memberikan informasi untuk dijadikan acuan bagi pengelola maupun masyarakat yang ingin memanfaatkan kawasan perairan tersebut. Melalui konsentrasi klorofil-a dan kandungan nutrisi serta parameter kualitas air yang lainnya, pendugaan nilai kesuburan suatu perairan dapat ditentukan. Metode perhitungan untuk menentukan tingkat kesuburan suatu perairan salah satunya adalah Trophic State Index (TSI) Carlson. TSI merupakan salah satu metode analisis untuk mengetahui tingkat kesuburan suatu perairan yang menguji beberapa parameter yaitu fisika, kimia, dan biologi yang meliputi angka kecerahan, kandungan total fosfor, dan kandungan klorofil-a.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui profil status kesuburan perairan secara vertikal di Waduk Jatibarang melalui perhitungan TSI (*Trophic State Index*);
2. Mengetahui besar pengaruh unsur hara nitrat dan fosfat terhadap keberadaan klorofil-a di Waduk Jatibarang;
3. Mengkaji status kesuburan perairan Waduk Jatibarang dalam hubungannya dengan tingkat kedalaman perairan.

2. MATERI DAN METODE

2.1. Materi

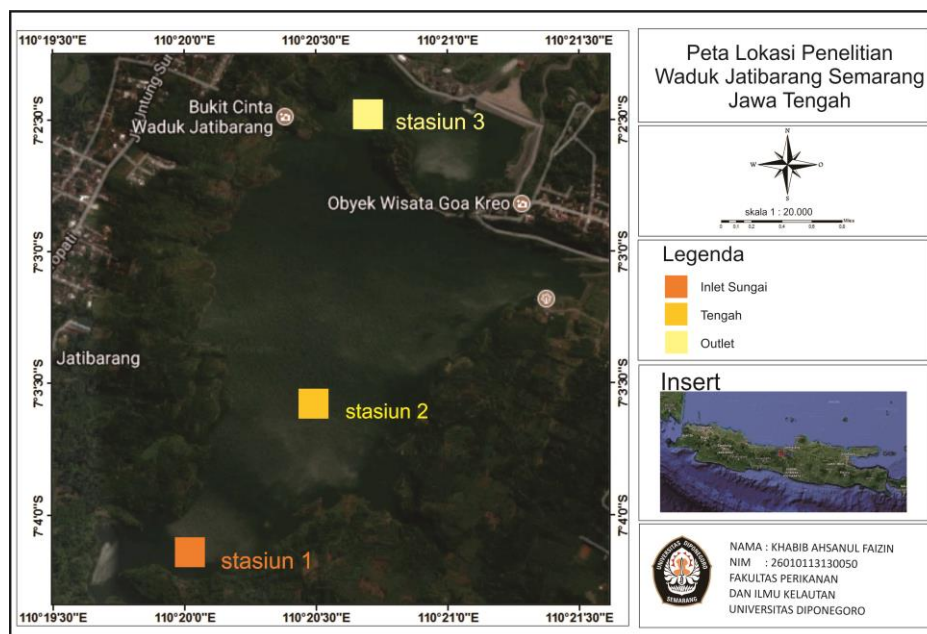
Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Roll meter*, *Van Dorn Water Sampler*, *secchi disk*, botol sampel, GPS, WQC, *cool box*, bola arus, kertas saring, dan spektrofotometer. Bahan yang digunakan diantaranya adalah aquades, aseton 90%, reagen untuk nitrat dan fosfat. Data primer yang diambil terdiri dari data lapangan berupa data kualitas air, baik yang diukur dan diamati di lapangan maupun yang dianalisis di laboratorium. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber seperti hasil penelitian terdahulu dan studi pustaka.

2.2. Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode studi kasus. Studi kasus adalah studi yang mempelajari objek secara mendalam pada waktu, tempat dan populasi yang terbatas sehingga memberikan informasi tentang situasi dan kondisi secara lokal dan hasilnya tidak berlaku untuk tempat dan waktu yang berbeda.

Penentuan titik sampling diawali dengan survey pendahuluan untuk mengetahui kondisi riil di lapangan sekaligus menentukan titik lokasi pengambilan sampel air. Lokasi penelitian terketak di badan perairan Waduk Jatibarang. Peneliti menentukan daerah pengambilan sampel di 3 stasiun berbeda. Jumlah tersebut tentunya sudah dipertimbangan oleh peneliti yang sebelumnya telah melakukan konsultasi kepada pembimbing. Berikut ini 3 titik stasiun yang akan digunakan untuk pengukuran yaitu: Stasiun I dengan pertimbangan pada lokasi tersebut merupakan masuknya air dari sungai Kaligarang dan Sungai Kreo yang membawa bahan pencemar. Stasiun II merupakan bagian tengah perairan Waduk Jatibarang. Stasiun III adalah daerah outlet Waduk dengan pertimbangan bahwa pada titik ini hanya sedikit aktivitas dari masyarakat maupun pengunjung karena tempat tersebut dijadikan untuk persediaan air bersih dalam mendukung program pembangunan PDAM. Pengambilan sampel dilakukan pada musim hujan. Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2017 pada waktu siang hari pukul 12.00-14.00 WIB dengan pengulangan sebanyak 2 kali dalam kurun waktu tiga hari. Hal tersebut dikarenakan terbatasnya waktu dan biaya dari peneliti.

Peta lokasi penelitian di Waduk Jatibarang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian di Waduk Jatibarang

Pengambilan Air Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Pengambilan air sampel dilakukan di tiga stasiun berbeda dan pada tiap stasiun ditentukan 3 titik sampling secara vertikal yaitu titik pertama berada pada bagian permukaan perairan, titik kedua berada pada tengah kolom perairan, titik ketiga berada pada kedalaman 1 meter sebelum dasar perairan, hal ini dimaksudkan agar pada saat pengambilan air sampel substrat dasar perairan tidak ikut terbawa yang dapat mempengaruhi pengukuran parameter pada air sampel yang akan dianalisis. Parameter-parameter yang diukur pada air sampel antara lain suhu, pH, oksigen terlarut (DO), nitrat, fosfat, dan klorofil-a. Untuk pengukuran nitrat, fosfat, dan klorofil-a dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Sumberdaya Ikan dan Lingkungan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

Pendugaan Status Kesuburan Perairan

Status kesuburan perairan dapat diketahui dengan metode Carlson *Trophic State Index* (TSI). Analisis TSI dilakukan dengan menguji beberapa variabel, yaitu fisika, kimia, dan biologi yang meliputi angka kecerahan, kandungan total fosfor, dan kandungan klorofil-a. Penentuan ketiga parameter tersebut berdasarkan adanya keterkaitan yang erat dari masing-masing parameter, dimana unsur pencemaran yang masuk ke perairan danau yang berupa fosfat akan menyebabkan terjadinya pertumbuhan fitoplankton di perairan tersebut yang ditandai dengan konsentrasi klorofil-a. Akibat lebih lanjut dengan adanya kandungan klorofil-a tersebut akan menyebabkan terhambatnya cahaya yang masuk ke dalam kolom perairan danau yang ditandai makin pendeknya kecerahan perairan (Suryono *et al.*, 2010).

Hasil pengukuran parameter kualitas air, yaitu kecerahan, total P, dan klorofil-a untuk perhitungan TSI Carlson rata-rata. Perhitungan rata-rata TSI (Carlson, 1977) adalah:

$$\begin{aligned} \text{TSI Chl-a} &= 9.81 \text{ Ln (Chl-a)} + 30.6 \\ \text{TSI Sd} &= 60 - 14.41 \text{ Ln (Sd)} \\ \text{TSI TP} &= 14.42 \text{ Ln (TP)} + 4.15 \\ \text{Rata-rata TSI} &= (\text{TSI-TP} + \text{TSI-Chl-a} + \text{TSI-Sd}) / 3 \end{aligned}$$

Keterangan:

TSI-Sd	= Nilai indeks status trofik untuk kedalaman Secchi disc
TSI-Chl-a	= Nilai indeks status trofik untuk klorofil-a
TSI-TP	= Nilai indeks status trofik untuk fosfat total
SD	= Secchi disc (m)
Chl-a	= Klorofil-a ($\mu\text{g/l}$)
TP	= Fosfat total ($\mu\text{g/l}$)

Tingkat kesuburan perairan danau yang dihitung berdasarkan perhitungan Trophic state index (TSI) Carlson (1977) merupakan gabungan antara nilai TSI pada kedalaman Secchi disc (TSI-SD), TSI klorofil-a (TSI-Chl-a), dan TSI fosfat total (TSI-TP).

Analisis Data

Data penelitian yang diperoleh akan dianalisis menggunakan uji korelasi dan uji regresi. Analisis tersebut dilakukan dengan bantuan software SPSS 21. Variabel yang akan dianalisis menggunakan uji korelasi adalah

kedalaman dan nilai kesuburan perairan. Sedangkan variabel yang dianalisis menggunakan uji regresi adalah nitrat, fosfat dan klorofil-a yang mana nitrat dan fosfat sebagai variabel independen dan klorofil-a sebagai variabel dependen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Klorofil-a, Nitrat, dan Fosfat

Hasil pengukuran konsentrasi klorofil-a ($\mu\text{g/L}$), nitrat (mg/L) dan fosfat (mg/L) di Waduk Jatibarang tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran konsentrasi klorofil-a, nitrat dan fosfat di perairan Waduk Jatibarang

Stasiun	Kedalaman	Klorofil-a			Nitrat			Fosfat		
		P 1	P 2	Rerata	P 1	P 2	Rerata	P 1	P 2	Rerata
I	Permukaan	1,974	3,107	2,540	0,705	0,962	0,833	0,136	0,302	0,219
	Tengah	1,232	1,426	1,329	1,988	2,020	2,004	0,279	0,189	0,234
	Dasar	0,831	0,697	0,764	2,533	2,597	2,565	0,200	0,415	0,3075
II	Permukaan	1,898	1,928	1,913	0,673	0,673	0,673	0,158	0,238	0,198
	Tengah	0,597	0,518	0,557	0,962	2,382	1,672	0,151	0,219	0,185
	Dasar	0,576	0,288	0,432	0,898	2,116	1,507	0,211	0,358	0,284
III	Permukaan	1,024	0,896	0,96	0,641	0,449	0,545	0,166	0,294	0,230
	Tengah	0,404	0,215	0,309	0,802	0,834	0,818	0,215	0,106	0,1605
	Dasar	0,497	0,213	0,355	0,673	0,930	0,801	0,472	0,257	0,364

Keterangan: P1= Pengulangan 1; P2= Pengulangan 2

Konsentrasi klorofil-a di Waduk Jatibarang menunjukkan pada kisaran 0,213 - 3,107 $\mu\text{g/L}$. Pada permukaan perairan dari tiga stasiun konsentrasi klorofil-a berada pada kisaran 0,896 - 3,107 $\mu\text{g/L}$. Hasil tersebut merupakan yang tertinggi dari titik kedalaman dibawahnya. Hal tersebut dikarenakan pada permukaan perairan cahaya matahari dapat melakukan penetrasi ke dalam air secara optimal, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan dengan optimal. Menurut Arum *et al.* (2014) bahwa besar kecilnya konsentrasi klorofil-a di perairan berkaitan dengan penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan. Pada bagian tengah kolom perairan berada pada kisaran 0,215 - 1,426 $\mu\text{g/L}$. Konsentrasi klorofil-a pada dasar perairan berada pada kisaran 0,213 - 0,831 $\mu\text{g/L}$. Hasil tersebut hampir selalu terkecil dari kedalaman diatasnya. Di dasar perairan yang rata-rata diatas 10 meter, cahaya matahari sudah tidak dapat lagi menembus sampai dasar. Maka dari itu, wajar jika konsentrasi klorofil-a pada kedalaman ini sangat rendah. Hal ini juga dikemukakan oleh Nuriya *et al.* (2010) bahwa konsentrasi klorofil-a sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara seperti nitrat dan fosfat serta intensitas cahaya matahari di suatu perairan tersebut.

Konsentrasi klorofil-a di Waduk Jatibarang menurun seiring bertambahnya kedalaman. Di semua titik kedalaman dari permukaan sampai dasar perairan waduk, konsentrasi klorofil-a tidak mencapai 8 $\mu\text{g/L}$. Oleh karena itu, perairan di Waduk Jatibarang tergolong oligotrofik. Menurut Ryding dan Rast (1989) bahwa konsentrasi perairan tipe oligotrofik sebesar < 8,0 $\mu\text{g/l}$, tipe mesotrofik sebesar 8 - 25 $\mu\text{g/l}$ dan tipe eutrofik sebesar 25 - 75 $\mu\text{g/l}$.

Konsentrasi nitrat di Waduk Jatibarang menunjukkan pada kisaran 0,449 - 2,597 mg/L . Pada permukaan perairan, konsentrasi nitrat berada pada kisaran 0,449 - 0,962 mg/L . Konsentrasi nitrat di permukaan lebih rendah dari kedalaman dibawahnya diakibatkan oleh pemakaian unsur hara (nitrat) sebagai bahan dasar pada proses fotosintesis. Menurut Wetzel (2001) bahwa proses fotosintesis berlangsung jika unsur hara (nitrat dan fosfat) dan cahaya tersedia. Pada bagian tengah kolom perairan, konsentrasi nitrat berada pada kisaran 0,802 - 2,382 mg/L . Pada kedalaman ini, konsentrasi nitrat menunjukkan perbedaan yang signifikan dari permukaan perairan yang dikarenakan cahaya matahari sudah tidak dapat lagi menembus secara maksimal sehingga unsur hara nitrat tidak digunakan dalam proses fotosintesis. Konsentrasi nitrat di dasar perairan waduk ini berada pada kisaran 0,673 - 2,597 mg/L . Angka tersebut selalu lebih besar dari konsentrasi nitrat pada kolom air diatasnya. Hal ini dikarenakan besaran konsentrasi nitrat bertambah seiring bertambahnya. Hal ini sejalan dengan Pratiwi (2006) bahwa penyebaran NO_3 (nitrat) akan berbeda pada tiap kedalaman, idealnya kandungan nitrat akan bertambah dengan bertambahnya kedalaman seiring dengan berkurangnya kandungan oksigen.

Rata-rata konsentrasi nitrat di Waduk Jatibarang yaitu 1,269 mg/L , dengan konsentrasi yang demikian maka perairan waduk melalui konsentrasi nitrat dapat dikategorikan ke dalam perairan mesotrofik. Menurut Effendi (2003) bahwa kadar nitrat antara 0 - 1 mg/L termasuk ke dalam perairan oligotrofik, 1 - 5 mg/L termasuk kedalam perairan mesotrofik, sedangkan kadar nitrat 5 - 50 mg/L termasuk kedalam perairan eutrofik.

Konsentrasi fosfat di Waduk Jatibarang menunjukkan pada kisaran 0,106 - 0,472 mg/L . Pada permukaan perairan konsentrasinya berkisar antara 0,136 - 0,302 mg/L . Konsentrasi fosfat di permukaan tergolong rendah jika dibandingkan dengan kolom air di bawahnya. Rendahnya konsentrasi fosfat di permukaan diduga karena unsur hara ini dimanfaatkan pada proses fotosintesis. Menurut Sinurat *et al.* (2013) bahwa terdapat penggunaan unsur hara nitrat dan fosfat dalam proses fotosintesis oleh pigmen klorofil-a dengan bantuan cahaya matahari.

Pada bagian tengah kolom perairan konsentrasi fosfat berada pada kisaran 0,106 – 0,279 mg/L. Pada kedalaman ini unsur fosfat tidak dimanfaatkan secara optimal oleh proses fotosintesis. Pada bagian dasar perairan konsentrasi fosfat berada pada kisaran 0,200 – 0,472 mg/L. Pengukuran fosfat pada dasar selalu diperoleh konsentrasi yang besar, hal ini diduga karena pada dasar perairan terjadi proses dekomposisi oleh organisme air yang menghasilkan unsur hara fosfat. Hal tersebut juga diperkuat oleh Salmin (1997) yang menyatakan bahwa lapisan dasar terjadi proses dekomposisi yang menghasilkan fosfat, yang ditandai dengan rendahnya oksigen terlarut.

Konsentrasi fosfat bertambah seiring bertambahnya kedalaman. Menurut Hutagalung dan Rozak (1997) secara umum kandungan fosfat meningkat terhadap kedalaman. Kandungan fosfat yang rendah dijumpai di permukaan dan kandungan fosfat yang lebih tinggi dijumpai pada perairan yang lebih dalam. Hasil penelitian didapatkan rata-rata konsentrasi fosfat sebesar 0,242 mg/L, dengan hasil tersebut maka perairan Waduk Jatibarang tergolong hipertrofik. Menurut Hakanson dan Bryann (2008) bahwa konsentrasi fosfat memiliki keterkaitan dengan tingkat kesuburan suatu perairan, konsentrasi fosfat >0,13 mg/L termasuk kedalam perairan hipertrofik.

Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia di Waduk Jatibarang tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran parameter fisika dan kimia di perairan Waduk Jatibarang

Stasiun	Kecerahan (cm)			Kedalaman Total (m)			Kecepatan Arus (m/s)		
	P 1	P 2	Rerata	P 1	P 2	Rerata	P 1	P 2	Rerata
I	64,5	60,5	62,5	11	10,9	10,95	0,0435	0,0238	0,0336
II	77	77,5	77,25	21,7	24	22,85	0,0714	0,0455	0,0584
III	75,5	83,5	79,5	25,2	33,8	29,5	0,0179	0	0,0089

Stasiun	Kedalaman	Suhu (°C)			pH			DO (mg/L)		
		P 1	P 2	Rerata	P 1	P 2	Rerata	P 1	P 2	Rerata
I	Permukaan	30,4	30,6	29,85	8,5	7,74	8,12	5,1	3,7	4,4
	Tengah	27,9	27,1	27,6	7,72	7,89	7,80	4,6	2,9	3,75
	Dasar	27,4	26,9	27,15	7,89	7,6	7,74	3,8	2,1	2,95
II	Permukaan	30,1	29,1	29,6	8,29	8,16	8,22	3,9	3,5	3,7
	Tengah	27,6	26,9	27,25	7,52	7,76	7,64	2,6	2,8	2,7
	Dasar	27,2	26,4	26,8	7,65	7	7,32	2,3	2,4	2,35
III	Permukaan	30,6	29,4	30	8,24	8,14	8,19	3,6	2,9	3,25
	Tengah	27,1	26,8	26,95	7,52	7,3	7,41	2,8	2,2	2,5
	Dasar	26,9	26,4	26,65	7,1	7	7,05	2,5	1,8	2,15

Keterangan: P1= Pengulangan 1; P2= Pengulangan 2

Hasil pengukuran suhu air di Waduk berada pada kisaran 26,4 – 30,6 °C. Pada permukaan, suhu stasiun I sampai III berkisar antara 29,1 – 30,6 °C. Suhu pada bagian tengah kolom perairan berada pada kisaran 26,8 – 27,9 °C. Sedangkan di dasar perairan suhu air berada pada kisaran 26,4 – 27,4 °C. Suhu di permukaan perairan menunjukkan angka yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan suhu pada kolom air dibawahnya. Di dasar perairan waduk, suhu air menurun >2°C dari pada suhu air di permukaan. Adanya stratifikasi suhu tersebut diduga karena pengaruh radiasi cahaya matahari yang dapat mempengaruhi suhu air waduk. Hal tersebut diperkuat Nontji (2002) variasi suhu air dapat dipengaruhi oleh kondisi meteorologi seperti curah hujan, penguapan, kelembaban udara, suhu udara, kecepatan angin, dan intensitas radiasi matahari. Suhu merupakan variabel yang mempengaruhi kesuburan perairan dilihat pada pengaruhnya terhadap pengkayaan unsur hara nitrat. Menurut Effendi (2003) bahwa suhu optimum dalam proses nitrifikasi adalah 20 – 25 °C. Pada kondisi kurang atau lebih dari kisaran tersebut akan mempengaruhi kecepatan proses nitrifikasi. Hasil pengukuran suhu di perairan Waduk Jatibarang berkisar antara 26,4 – 30,6 °C, hasil tersebut sangat wajar mengingat daerah penelitian merupakan daerah tropis. Hal tersebut juga dikemukakan oleh Souhoka dan Patty (2013) bahwa variasi suhu perairan tropis tergolong wajar apabila nilainya berkisar antara 25,6 – 32,3 °C.

Hasil pengukuran kecerahan di perairan Waduk Jatibarang didapatkan nilai kecerahan yang berkisar antara 60,5 – 83,5 cm. Nilai kecerahan berbeda-beda setiap stasiun, hal ini diduga disebabkan oleh perbedaan jumlah partikel tersuspensi di suatu perairan. Menurut Effendi (2003) nilai kecerahan sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi serta ketelitian orang yang melakukan penelitian. Nilai kecerahan tertinggi terdapat pada stasiun III, sedangkan nilai kecerahan terendah terdapat pada stasiun I. Rendahnya nilai kecerahan di stasiun I diduga disebabkan oleh lokasi stasiun ini yang berada di inlet waduk yang mana merupakan aliran masuknya air dari sungai. Air sungai membawa serta partikel-partikel tersuspensi yang akan mengakibatkan bertambahnya kekeruhan suatu perairan sehingga menghambat penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan. Hal ini juga dikemukakan oleh Sari dan Ledhyane (2014) bahwa nilai kekeruhan yang tinggi dapat disebabkan karena turbulensi air dan juga masukan bahan organik. Kecerahan sangat mempengaruhi nilai kesuburan suatu perairan. Apabila perairan tersebut kecerahannya rendah maka proses fotosintesis menjadi tidak optimal. Menurut Nuriya *et al.* (2010) bahwa ketersediaan nutrisi dan intensitas cahaya matahari sangat mempengaruhi konsentrasi klorofil-a di suatu perairan. Apabila nutrisi dan intensitas cahaya matahari tersedia secara cukup, maka konsentrasi klorofil-a akan tinggi.

Kedalaman di Waduk Jatibarang selama penelitian berkisar antara 10,9 – 33,8 m. Variasi kedalaman di waduk disebabkan oleh kondisi bathimetri perairan, seperti pada stasiun I (10,95 m) yang lebih dangkal dibanding kedalaman pada stasiun II (22,85 m) dan kedalaman di stasiun II lebih dangkal dibanding dengan stasiun III (29,5 m). Tinggi rendahnya kedalaman dapat mempengaruhi kesuburan suatu perairan, dikarenakan proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton hanya dapat berlangsung secara optimal pada kedalaman dimana sinar matahari masih dapat menembus kedalam perairan. Sejalan dengan Hutabarat dan Evans (2000) bahwa fitoplankton sebagai produsen primer hanya didapat pada daerah atau kedalaman dimana sinar matahari masih dapat menembus badan perairan.

Kecepatan arus di Waduk Jatibarang berkisar antara 0 – 0,0714 m/s. Nilai kecepatan arus tertinggi berada pada stasiun II (0,0714 m/s) dan terendah berada pada stasiun III (0 m/s) yang kecepatan arusnya hampir tidak terasa. Besarnya angka kecepatan arus pada stasiun II diduga disebabkan oleh kondisi daerahnya yang berada pada bagian tengah waduk yang mana tiupan angin tidak terhalangi oleh tebing maupun pepohonan disekitar badan perairan, sehingga pengaruh angin sangat besar dalam menentukan besarnya kecepatan arus waduk. Kecilnya kecepatan arus pada stasiun III diduga disebabkan oleh kondisi daerahnya yang sempit dan dikelilingi oleh pepohonan yang tinggi, sehingga kecepatan arusnya hampir tidak terpengaruh oleh tiupan angin. Pada perairan yang terbuka seperti waduk, kekuatan dan arah arus pada lapisan permukaan sangat dipengaruhi oleh angin. Menurut Nontji (2002) bahwa arus adalah gerakan aliran massa air yang disebabkan oleh tiupan angin. Arus pada perairan terbuka di lapisan permukaan sangat banyak dipengaruhi oleh angin.

Nilai pH di Waduk Jatibarang berada pada kisaran 7 – 8,5. Pada permukaan perairan dari stasiun I sampai stasiun III, didapatkan nilai pH yang berada pada kisaran 7,74 – 8,5. pH pada bagian tengah kolom perairan di semua stasiun berkisar antara 7,3 – 7,89. Sedangkan di dasar perairan waduk berkisar antara 7 – 7,89. Nilai pH terendah pada masing-masing stasiun berada pada lapisan permukaan perairan, sedangkan nilai pH tertinggi pada masing-masing stasiun berada di dasar perairan waduk. Tingginya pH di dasar perairan diduga disebabkan oleh aktivitas dari dekomposer yang melakukan proses dekomposisi bahan organik, sehingga akan membuat kadar CO₂ meningkat yang mana nilai pH juga semakin meningkat. Sejalan dengan Araoye (2009) yang menjelaskan bahwa meningkatnya nilai pH pada bagian dasar dikarenakan oleh meningkatnya aktivitas mikroba untuk menguraikan bahan organik sehingga O₂ menurun dan CO₂ meningkat. Meningkatnya CO₂ akan membuat perairan menjadi lebih asam. Keberadaan unsur hara di suatu perairan dapat dipengaruhi oleh perubahan nilai pH. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. (Effendi, 2003). Nilai pH yang didapat selama penelitian di Waduk Jatibarang yang berkisar antara 7 – 8,5 termasuk kedalam perairan yang baik, karena dengan nilai pH tersebut biota air dapat hidup dengan baik. Menurut Effendi (2003) bahwa sebagian biota akuatik sensitif terhadap pH dan menyukai nilai pH yang berkisar antara 7 – 8,5. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Tatangindatu *et al.* (2013) bahwa pH yang ideal bagi kehidupan biota air tawar adalah antara 6,8-8,5.

DO di Waduk Jatibarang berada pada kisaran 1,8 – 5,1 mg/L. Pada permukaan perairan oksigen terlarut berkisar 2,9 – 5,1 mg/L. Konsentrasi oksigen terlarut pada bagian tengah kolom perairan berkisar antara 2,2 – 4,6 mg/L. Sedangkan di dasar perairan waduk konsentrasi oksigen terlarut berkisar antara 1,8 – 3,8 mg/L. Rendahnya konsentrasi oksigen terlarut di waduk diduga disebabkan oleh tingginya bahan organik di perairan. Menurut Kotut *et al.* (1999) yang menyatakan bahwa, bahan organik yang terakumulasi dalam perairan dapat menyebabkan penurunan oksigen dalam air. Konsentrasi DO terendah selalu berada di dasar waduk. Hal ini diduga dikarenakan semakin bertambahnya kedalaman maka proses fotosintesis semakin berkurang. Menurut Adiwilaga *et al.* (2009) bahwa pada perairan stagnan seperti danau atau waduk, kondisi oksigen terlarut pada umumnya mengalami stratifikasi. Konsentrasi oksigen terlarut pada umumnya mengalami penurunan dengan bertambahnya kedalaman. Selain itu, pada lapisan dasar perairan terjadi dekomposisi bahan organik. Nilai oksigen terlarut yang berkisar antara 1,8 – 5,1 mg/L menunjukkan bahwa perairan ini tidak cocok untuk kegiatan perikanan. Menurut Effendi (2003), perairan yang diperuntukkan bagi kepentingan perikanan sebaiknya memiliki kadar oksigen lebih dari 5 mg/L, dan jika kurang dari 4 mg/L akan menimbulkan efek yang kurang menguntungkan bagi hampir semua organisme akuatik.

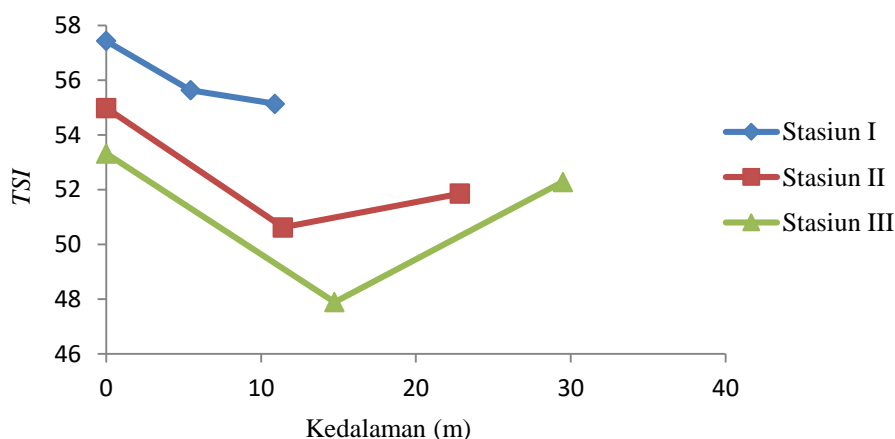
Trophic State Index Carlson

Hasil analisis Trophic State Index Carlson (1997) di Waduk Jatibarang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis TSI Carlson

Stasiun	Kedalaman	TSI Chl a	TSI TP	TSI SD	TSI Carlson	Tingkat Kesuburan
I	Permukaan	39,746	65,685	66,888	57,440	Eutrofik ringan
	Tengah	33,390	66,641	66,888	55,639	Eutrofik ringan
	Dasar	27,959	70,580	66,888	55,142	Eutrofik ringan
II	Permukaan	36,963	64,232	63,766	54,987	Eutrofik ringan
	Tengah	24,868	63,252	63,766	50,629	Eutrofik ringan
	Dasar	22,366	69,458	63,766	51,863	Eutrofik ringan
III	Permukaan	30,199	66,392	63,396	53,329	Eutrofik ringan
	Tengah	19,094	61,204	63,396	47,898	Mesotrofik
	Dasar	20,440	73,032	63,396	52,289	Eutrofik ringan

Pola kesuburan perairan secara vertikal di Waduk Jatibarang disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 2.



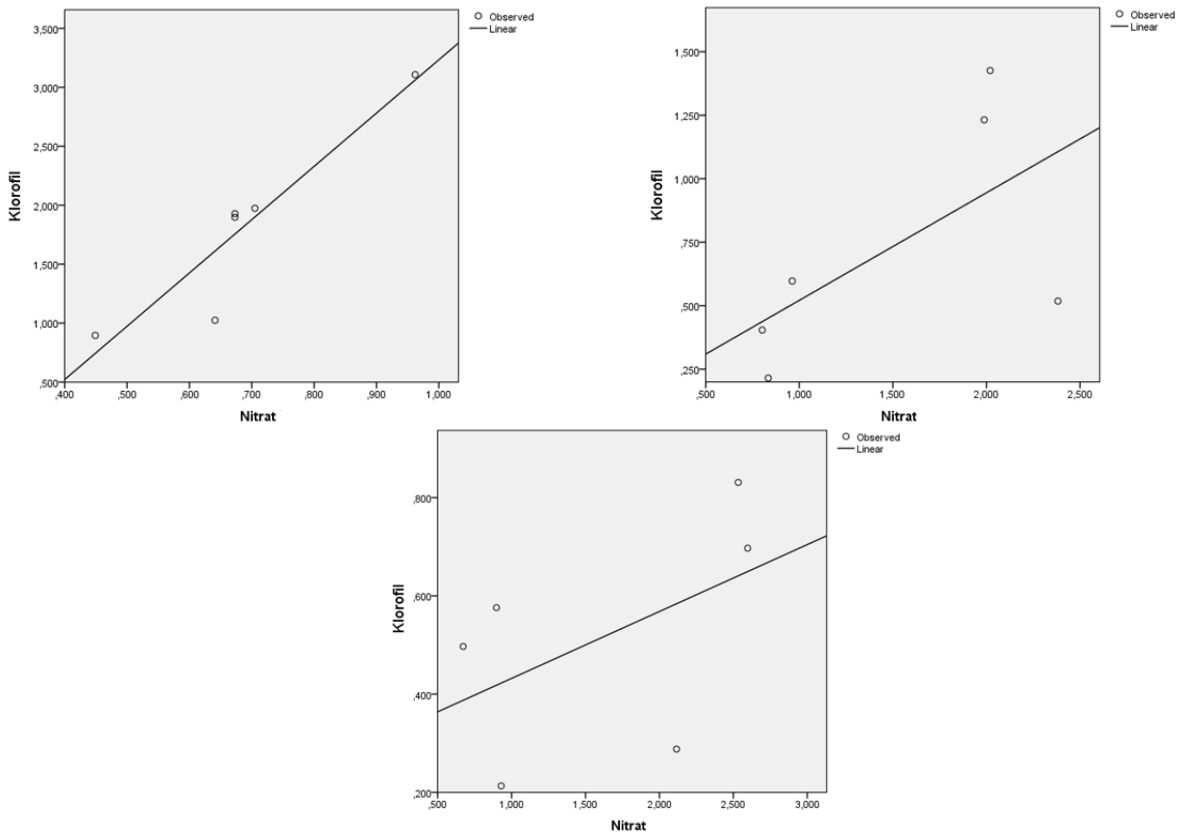
Gambar 2. Grafik Kesuburan Perairan secara Vertikal di Waduk Jatibarang

Tingkat trofik di permukaan, bagian tengah kolom air, dan dasar pada stasiun I secara berturut-turut diperoleh hasil 57,440; 55,639; 55,142 sehingga dapat disimpulkan bahwa stasiun ini mempunyai status trofik dengan tingkat eutrofik ringan. Tingkat trofik di permukaan, bagian tengah kolom air, dan dasar pada stasiun II 54,987; 50,629; 51,863 sehingga dapat disimpulkan bahwa stasiun II mempunyai status kesuburan dengan tingkat eutrofik ringan. Seangkan tingkat trofik di permukaan, bagian tengah kolom air, dan dasar pada stasiun III 53,329; 47,898; 52,289 sehingga secara keseluruhan tingkat kesuburan pada stasiun III tergolong dalam tingkat eutrofik ringan.

Secara keseluruhan status kesuburan perairan di Waduk Jatibarang pada tingkat eutrofik ringan. Tingkat trofik yang demikian masih mendukung kehidupan organisme air. Menurut Carlson (1977) bahwa kisaran angka TSI 50 – 60 tergolong dalam status eutrofik ringan, hal ini ditandai dengan penurunan kecerahan air, zona hipolimnion bersifat anoksik, terjadi masalah tanaman air, dan hanya ikan-ikan yang mampu hidup di air hangat.

Uji Regresi Linear

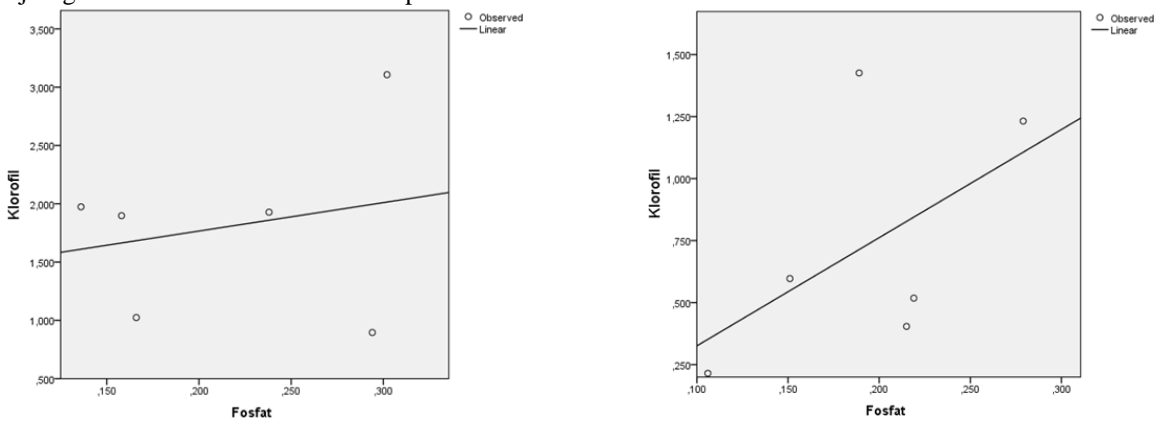
Uji regresi linear antara nitrat terhadap klorofil-a di semua titik kedalaman tersaji pada Gambar 3.

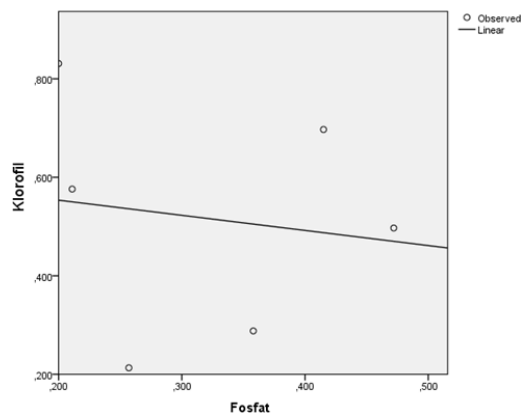


Gambar 3. Kurva Regresi antara Nitrat terhadap Klorofil-a di Permukaan, Tengah Kolom Air, dan Dasar

Pada permukaan perairan, koefisien korelasinya (r) sebesar 0,931 artinya terdapat keeratan hubungan yang kuat, koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0,866 yang artinya besar pengaruhnya sebesar 86,6 %. Pada bagian tengah kolom air koefisien korelasinya (r) sebesar 0,62 artinya terdapat keeratan hubungan yang sedang, koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0,384 yang artinya besar pengaruhnya sebesar 38,4 %. Pada bagian dasar perairan, koefisien korelasinya (r) sebesar 0,51 artinya terdapat keeratan hubungan yang sedang, koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0,261 yang artinya besar pengaruhnya sebesar 26,1 %.

Uji regresi linear antara fosfat terhadap klorofil-a di semua titik kedalaman :



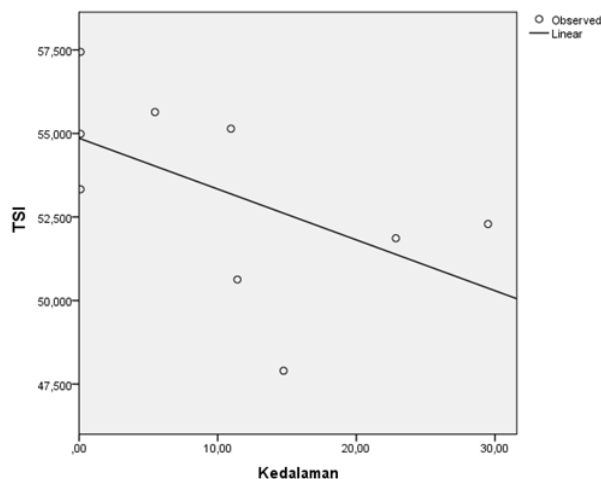


Gambar 4. Kurva Regresi antara Fosfat terhadap Klorofil-a di Permukaan, Tengah Kolom Air, dan Dasar

Pada permukaan perairan, koefisien korelasinya (r) sebesar 0,221 artinya terdapat keeratan hubungan yang lemah, koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0,049 yang artinya besar pengaruhnya sebesar 4,9 %. Pada bagian tengah kolom air koefisien korelasinya (r) sebesar 0,539 artinya terdapat keeratan hubungan yang sedang, koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0,291 yang artinya besar pengaruhnya sebesar 29,1 %. Pada bagian dasar perairan, koefisien korelasinya (r) sebesar 0,147 artinya terdapat keeratan hubungan yang lemah, koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0,022 yang artinya besar pengaruhnya sebesar 2,2 %.

Uji Korelasi

Korelasi antara kedalaman dengan nilai kesuburan perairan dilihat dari nilai TSI Carlson di Waduk Jatibarang tersaji pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva Korelasi antara Kedalaman dengan Nilai Kesuburan Perairan

Hasil uji korelasi antara kedalaman dengan nilai kesuburan perairan menurut TSI Carlson, didapatkan koefisien korelasi (r) sebesar -0,547 artinya terdapat keeratan hubungan yang sedang dan bersifat negatif. Hal ini berarti setiap bertambahnya kedalaman perairan, maka nilai TSI akan berkurang. Sedangkan koefisien determinasinya (R^2) sebesar 0,299 yang artinya besar pengaruh kedalaman terhadap nilai kesuburan perairan sebesar 29,9 % dan sisanya 70,1 % dipengaruhi oleh variabel lain.

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhan status kesuburan perairan di semua stasiun dan titik kedalaman berada pada tingkat eutrofik ringan, kecuali pada bagian tengah kolom air stasiun III yang berada pada tingkat mesotrofik. Perairan dengan tingkat kesuburan eutrofik ringan ditandai dengan menurunnya kecerahan perairan. Besar pengaruh konsentrasi nitrat terhadap keberadaan klorofil-a pada permukaan, tengah, dan dasar berturut-turut adalah 86,6%; 38,4%; 26,1%. Besar pengaruh konsentrasi fosfat terhadap keberadaan klorofil-a pada permukaan, tengah, dan dasar berturut-turut adalah 4,9%; 29,1%; 2,2%. Uji korelasi antara nilai kesuburan dengan tingkat kedalaman perairan di Waduk Jatibarang diperoleh koefisien korelasi (r) sebesar -0,547, yang berarti memiliki tingkat hubungan yang sedang dan bersifat negatif. Jadi, semakin bertambahnya kedalaman maka semakin berkurang nilai kesuburan perairan tersebut.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Arif Rahman, S.Pi, M.Si dan Ir. Anhar Solichin, M.Si yang telah memberikan saran dan kritik yang sangat bermanfaat bagi penulis. Kepada semua pihak yang telah membantu sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwilaga, E.M., S. Hariyadi, dan N.T.M. Pratiwi. 2009. Perilaku Oksigen Terlarut Selama 24 Jam pada Lokasi Karamba Jaring Apung di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Jurnal Limnotek*. 16 (2): 109-118.
- Araoye, P.A. 2009. *The Seasonal Variation of pH and Dissolved Oxygen (DO₂) Concentration in Asa Lake Ilorin, Nigeria*. *International Journal of Physical Science*. 4(5): 271-274.
- Arum, F.R.M., M. Siagian dan C. Sihotang. 2014. *The Vertical Profile of Chlorophyll-a in Pinang Dalam Lake Buluh Cina Village Siak Hulu Subdistric Kampar Distric Riau Province*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Air dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta. Kanisius, Yogyakarta, 258 hlm.
- Hakanson, L. dan A.C. Bryann. 2008. *Eutrophication in the Baltic Sea Present Situation, Nutrient Transport Processes, Remedial Strategies*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 261 hlm.
- Hidayah, S.N., N. Widyorini dan P.W. Purnomo. 2016. Analisis Kesuburan Perairan Waduk Jatibarang Berdasarkan Distribusi dan Kelimpahan Bakteri Heterotrofik. *Diponegoro Journal of Maquares*. 5(4) : 443-452.
- Hopkins, J.S., P.A. Sandifer dan C.L. Browdy. 1994. *Sludge Management in Intensive Pond Culture of Shrimp: Effect of Management Regime on Water Quality, Sludge Characteristic, Nitrogen Extinction and Shrimp Production*. *Aquaculture Engineering*. 13 : 11-30.
- Hutabarat, S. dan S.M. Evans. 2000. *Pengantar Oceanografi*. UI Press. Jakarta.
- Hutagalung, H.P. dan A. Rozak. 1997. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. LIPI, Jakarta.
- Kotut, K., G. Stephen, Njuguna, M. Francis, Muthuri dan L. Krienitz. 1999. *The Physico-Chemical Conditions Gorge Reservoir, a New Man Made Lake in Northern Kenya*, *Limnologica*. Journal Urban & Fischer Vertag, 377-392.
- Nontji, A. 2002. *Laut Nusantara*. Djambatan, Jakarta. 372 hlm.
- Nuriya, H., Z. Hidayah dan A.N. Wahyu. 2010. Pengukuran Konsentrasi Klorofil-a dengan Pengolahan Citra Landsat ETM-7 dan Uji Laboratorium di Perairan Selat Madura Bagian Barat. *Jurnal Kelautan*. 3(1) : 60-65.
- Pratiwi, N.T.M., E.M. Adiwilaga, M. Krisanti dan W.H. Dwi. 2006. Distribusi Spasial Fitoplankton pada Kawasan Keramba Jaring Apung di Waduk Ir.H. Juanda, Jatiluhur, Purwakarta, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi Tahun 2006*. Puslit Limnologi-LIPI. 222-240.
- Ryding, O.S. dan W. Rast. 1989. *The Control of Eutrofication of Lakes and Reservoirs Man and the Biosphere Series*. UNESCO. Paris. 37-40 p.
- Salmin. 1997. Derajat Keasaman (pH) dan Kadar Fosfat di Perairan Sungai Dadap dalam Kaitannya dengan Penelitian Foraminifera sebagai Bioindikator Pencemaran. *Jurnal Oseanografi, LIPI*. 2(2) : 26-67.
- Sari dan Ledhyane. 2014. Kelayakan Kualitas Perairan Sekitar Mangrove Center Tuban untuk Aplikasi Alat Pengumpul Kerang Hijau (*Perna Viridis L.*). *Research Journal of Life Science*. 1(2) : 137 hlm.
- Sinurat, L.W., M. Siagian dan A. Simarmata. 2013. Profil Vertikal Klorofil-A di Oxbow Tanjung Putus Desa Buluh Cina Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Universitas Riau.
- Souhoka, J. dan S.I. Patty. 2013. Pemantauan Kondisi Hidrologi dalam Kaitannya dengan Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Talise, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platak*. 1(3) : 138-147.
- Suryono, T., Senny, Endang dan Rosidah. 2010. Tingkat Kesuburan dan Pencemaran Danau Limboto, Gorontalo. *Oseanolog dan Limnologi di Indonesia (2010)*. 36 (1): 49-61.
- Tatangindatu, F., O. Kalesaran dan R. Rompas. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondono Desa Paleloan Kabupaten Minahasa. *Jurnal Budidaya Perairan*. 1(2) : 8-19.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystem*. P. 120-164. 3rd ed. Academic Press. San Diego, Ma. 1006 p.