

# Sebaran Klorofil-a, Nitrat, Fosfat dan Plankton Sebagai Indikator Kesuburan Ekosistem di Mangrove Tapak Tugurejo Semarang

Anik Prihatin<sup>1\*</sup>, Prabang Setyono<sup>2</sup>, dan Sunarto<sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Program Pascasarjana Biosain Universitas Sebelas Maret, Surakarta

<sup>2)</sup> Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta (email: prabangsetyono@gmail.com)

<sup>3)</sup> Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta (email : rm.sunarto@yahoo.co.id)

<sup>\*</sup> author correspondence. Phone : 085753360765, E-mail: anikprihatin663@gmail.com

## ABSTRAK

Ekosistem mangrove merupakan suatu interaksi yang terjadi antara tanaman – tanaman mangrove dengan faktor lingkungan perairan mangrove sehingga dapat menyebabkan terjadinya kesuburan perairan dan sebagai tempat mencari makan alami bagi biota – biota perairan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran klorofil-a, nitrat dan fosfat serta plankton pada ekosistem mangrove yang berguna untuk kelestarian hidup biota – biota perairan Mangrove. Penelitian ini dilaksanakan bulan Oktober – November 2017 di Mangrove Tapak Tugurejo Semarang. Hasil penelitian ini didapatkan kandungan klorofil a rata – rata 0,165 mg/l, kandungan nitrat rata – rata 2,188 mg/l dan kandungan fosfat rata – rata 0,045 mg/l. Kelimpahan fitoplankton ditemukan sebanyak 23 spesies dan zooplankton ditemukan sebanyak 5 spesies. Berdasarkan status indeks trofik perairan Mangrove Tapak Tugurejo Semarang termasuk dalam kategori perairan mesotrofik, yakni unsur hara dan nutrisi dalam perairan mangrove kurang tersedia banyak atau sedang dan belum tercemar. Kondisi kesuburan ekosistem mangrove terpantau cukup baik bila dibandingkan dengan kandungan – kandungan unsur hara, klorofil a dan plankton yang melimpah di perairan penelitian, sehingga memungkinkan banyak terdapat kehidupan biota – bioata perairan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah kandungan unsur hara (nitrat dan fosfat) dan klorofil a serta plankton diperairan mangrove sangat mempengaruhi kesuburan ekosistem perairan, serta plankton yang mendominasi tempat penelitian ialah dari kelas Bacillariophyceae sebanyak 21 spesies.

**Kata kunci:** Status trofik, Plankton, Ekosistem Mangrove, Mangrove Tapak Tugurejo Semarang.

## ABSTRACT

Mangrove ecosystem is an interaction that occurs between mangrove plants with environmental factors of mangrove waters that can cause the occurrence of water fertility and as a place of natural foraging for aquatic biota. The purpose of this research is to know the distribution of chlorophyll a, nitrate and phosphate and plankton in mangrove ecosystem which is useful for the preservation of biota life of Mangrove waters. This research was conducted in October - November 2017 at Tapak Mangrove Tugurejo Semarang. The results of this study obtained an average chlorophyll-1 content of 0.165 mg / l, an average nitrate content of 2.188 mg / l and an average phosphate content of 0.045 mg / l. Abundance of phytoplankton found as many as 23 species and zooplankton found as many as 5 species. Based on the trophic index status of Mangrove waters Tapak Tugurejo Semarang included in the category of mesotrophic waters, the nutrients and nutrients in the mangrove waters are less available or moderate and not contaminated. The condition of mangrove ecosystem fertility is observed quite well when compared with nutrient content, chlorophyll-a and plankton abundant in research waters, thus allowing many life biota - bioata waters. The conclusion of this research is the content of nutrients (nitrate and phosphate) and chlorophyll a and plankton in mangrove waters greatly affect the fertility of aquatic ecosystems, and the plankton that dominate the research site is from the Bacillariophyceae class of 21 species.

**Keywords :** Trophic Status, Plankton, Mangrove Ecosystem, Mangrove Tapak Tugurejo Semarang

**Citation:** Prihatin, A, Setyono, P dan Sunarto (2018). Sebaran Klorofil-a, Nitrat, Fosfat dan Plankton Sebagai Indikator Kesuburan Ekosistem di Mangrove Tapak Tugurejo Semarang. Jurnal Ilmu Lingkungan, 16(1), 68-77, doi:10.14710/jil.16.1.68-77

## 1. PENDAHULUAN

Suatu ekosistem mangrove terbentuk antara perpaduan ekosistem lautan dan daratan dan berkembang di daerah

tropika dan subtropika yaitu pada pantai – pantai yang landai, muara sungai dan teluk yang terlindung dari hempasan gelombang air laut (Harahab, 2010).

Ekosistem mangrove juga memiliki fungsi diantaranya ialah fungsi ekologis, sebagai penampung dan pengolah limbah alami yang berguna untuk menanggulangi pencemaran lingkungan (Kordi, 2012). Mangrove juga sangat berguna untuk keberlangsungan hidup biota – biota akuatik, diantaranya ekosistem mangrove berguna untuk daerah pemijahan (*spawning ground*), tempat asuhan (*nursery ground*) dan tempat mencari makan (*feeding ground*), ekosistem laut hanya menampung 10 % luas laut akan tetapi menampung 90 % kehidupan air laut (Suryoatmodjo, 1996).

Kesuburan suatu ekosistem mangrove sangat didukung oleh adanya faktor – faktor nutrien yang ada di perairan yang biasa disebut dengan status trofik perairan. Status trofik perairan ialah suatu indikator yang digunakan untuk mengukur unsur hara (nutrien) dan tingkat kecerahan serta aktivitas biologi yang terjadi di perairan (Shaw *et al.*, 2004; Leitao, 2012). Penggolongan status trofik antara lain hipertrofik, eutorofik, mesotrofik dan oligotrofik (Welcomme, 2001, Wetzel, 2001, Jorgensen, 1980). Adapun pengertian dari masing – masing status trofik (PerMenLH No 28 tahun 2009), yaitu : oligotrofik, mesotrofik, eutrofik dan hipertrofik.

Kesuburan suatu ekosistem perairan didukung oleh adanya unsur hara (nutrien) dan adanya klorofil-a perairan (Jeffrey, 1980). Unsur hara yang terjadi di Mangrove Tugurejo Semarang disebabkan oleh pembusukan gulma yang terdapat pada Mangrove itu sendiri, selain itu banyaknya unsur hara dapat disebabkan oleh adanya sisa pakan dan sisa – sisa metabolisme ikan budidaya yang masuk dalam perairan (Guritno, 2003) dikarenakan Mangrove Tugurejo, Semarang pada salah satu stasionnya dekat dengan tambak ikan bandeng. Proses dekomposisi yang terjadi pada Mangrove tersebut akan menghasilkan unsur – unsur hara seperti nitrat dan fosfat yang dibutuhkan oleh tumbuhan – tumbuhan sekitar Mangrove. Pengklasifikasi tingkat kesuburan perairan ialah dengan cara menghitung konsentrasi klorofil-a, fosfat dan nitrat. Menurut Nybakken (1988), salah satu metode yang digunakan untuk mengklasifikasi tingkat kesuburan adalah dengan cara menghitung kandungan nitrat dan fosfat serta kelimpahan plankton di perairan. Nitrat dan fosfat merupakan nutrien utama untuk pertumbuhan tanaman dan alga di perairan Mangrove. Nitrat dihasilkan oleh adanya proses oksidasi secara sempurna senyawa nitrogen di perairan dengan bantuan bakteri (Effendi, 2003). Davis dan Cornwell dalam Effendi (2003), menyatakan bahwa fosfat merupakan bentuk fosfor yang sangat berfungsi untuk unsur esensial bagi tumbuhan dan alga, sehingga unsur ini dijadikan faktor pembatas bagi tumbuhan dan alga perairan. Selain adanya nitrat dan fosfat, klorofil-a juga sangat berpengaruh terhadap kesuburan perairan karena klorofil-a merupakan jenis klorofil yang paling banyak terdapat pada fitoplankton (Jeffrey, 1980). Sehingga unsur hara (nitrat & fosfat) saling keterkaitan dengan klorofil-a.

Kesuburan suatu ekosistem perairan Mangrove juga sangat bergantung pada produktivitas primer perairan yang berhubungan sangat erat dengan kandungan plankton, semakin tinggi pasokan unsur hara maka akan semakin tinggi produktivitas primer plankton, jika produktivitas primer plankton rendah maka daya dukung perairan juga rendah (Suedy, 2010). Produktivitas primer perairan di hasilkan oleh proses fotosintesis yang dilakukan oleh plankton. Menurut Lancar & Krake (2002), menyatakan bahwa kelimpahan fitoplankton suatu perairan dapat mengasimilasi zat hara dari perairan. Banyaknya plankton di perairan disebabkan oleh adanya faktor lingkungan perairan Mangrove yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan biota – biota perairan. Menurut Vithanage (2009), menyatakan bahwa ada tiga faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan plankton yaitu suhu, cahaya dan nutrien. Bila suhu, cahaya dan nutrien dalam kondisi yang sangat optimum maka plankton akan tumbuh dengan sangat pesat. Pada dasarnya komponen dasar rantai makanan ekosistem mangrove terdiri dari serasah (daun, ranting, buah, batang dan lain sebagainya) yang jatuh dan terdekomposisi oleh mikroorganisme (bakteri & jamur) yang menjadi zat hara yang langsung dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton, alga atau tumbuhan mangrove untuk proses fotosintesis (Kordi, 2012). Serasah – serasah yang dihasilkan tumbuhan mangrove antara lain mengandung unsur N dan P yang tinggi dan akan terlarut didalam air dan dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan, sehingga terdapat hubungan yang sangat erat antara N dan P serasah dan N dan P yang ada di dalam perairan (Welch & Lindell, 1980).

Sebaran klorofil a, unsur hara (nitrat & fosfat) dan plankton juga sangat dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di Mangrove Tapak Tugurejo, Semarang karena di Mangrove tersebut banyak dijumpai kegiatan manusia (seperti pertanian, pemukiman dan pertambakan) terutama pada stasiun penelitian 1 yang dekat dengan pemukiman dan tambak ikan bandeng, sehingga menjadi penyebab terjadinya perubahan status trofik perairan. Status trofik sangat berguna untuk memantau kualitas perairan Mangrove (Leitao, 2012), melalui pengamatan status trofik tersebut terhadap siklus nutrien dan interaksinya dengan jaring – jaring makanan pada suatu ekosistem (Dodds, 2007). Pentingnya sebaran klorofil-a, unsur hara (fosfat & nitrat) dan plankton yang berguna sebagai indikator kesuburan ekosistem perairan Mangrove Tapak Tugurejo Semarang yang melatarbelakangi penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui sebaran klorofil-a, nitrat dan fosfat serta plankton pada ekosistem mangrove yang berguna untuk kelestarian hidup biota – biota perairan Mangrove. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai sebaran klorofil a, unsur hara (fosfat & nitrat) dan plankton sebagai indikator kesuburan ekosistem perairan, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan acuan untuk pengelolaan dan pelestarian biota – biota perairan Mangrove.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober – November 2017 di Mangrove Tugurejo Semarang. Stasiun pengambilan sampel ada 3 stasiun yang masing – masing stasiun 1 dekat dengan tambak bandeng, stasiun 2 dekat dengan mangrove edupark dan stasiun 3 dekat dengan pantai maroon (Gambar 1). Penentuan lokasi dan titik sampling dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Metode pengambilan sampel air serta plankton dan parameter perairan (faktor lingkungan) yang meliputi salinitas, suhu, pH, DO, kecerah, kekeruhan dan intensitas cahaya menggunakan *Composite sampling* (teknik pengambilan pada tempat yang sama dengan selang waktu tertentu) dan *Grab sampling* (teknik pengambilan sesaat yang tidak berubah).

Contoh pengambilan sampel air (klorofil a, nitrat dan fosfat) pada masing – masing stasiun diambil di permukaan dengan menggunakan *Sampling water*. Pengambilan air sampel dimaksudkan untuk mendapatkan homogenitas air sampel (Hadi, 2005). Contoh sampel air dimasukkan kedalam botol gelap, tujuan dimasukkan dalam botol gelap yaitu untuk menghindari terjadinya fotosintesis yang dilakukan oleh plankton. Contoh sampel plankton di ambil dengan menggunakan jaring plankton net yang berbentuk kerucut dengan mata jaring 30 µm. Contoh plankton disimpan dalam botol contoh dan diberi larutan formalin 4%. Pengukuran faktor lingkungan salinitas dengan menggunakan refraktometer, suhu diukur dengan termometer, ph diukur menggunakan ph meter, DO diukur dengan menggunakan titrasi, kecerahan dengan menggunakan *secchi disk*, kekeruhan dengan menggunakan turbidimeter dan intensitas cahaya dengan menggunakan lux meter.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air mangrove, larutan aseton 90%, serbuk kalium (KNO<sub>3</sub>), butir kadmium (Cd), HCL, CuSO<sub>4</sub>, CHCL<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, larutan kalium antimonil tartat, larutan amonium molibidat, larutan asam askorbat, MnSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, larutan PP, NaOH, dan kertas saring.

Analisis klorofil a dengan menggunakan metode APHA (2005), analisis nitrat (NO<sub>3</sub>-N) mengacu pada SNI 6989.79:2011 dan analisis fosfat (PO<sub>4</sub>-P) dengan menggunakan SNI 19-6989.31-2005. Semua metode yang dianalisis menggunakan alat bantuan spektrofotometer. Plankton akan dianalisis mengacu pada buku "PLANKTON" A Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality (Rissik et al., 2009). Analisis contoh sampel klorofil-a dan plankton di lakukan pada Laboratorium Pusat Kimia UNS dan uji nitrat dan fosfat dilakukan pada Laboratroiium Lingkungan Perum Jasa Tirta I, Mojokerto, Jawa Timur.

Status kesuburan perairan dapat diketahui dengan metode Carlson Trophic State Index (TSI). Analisis Tsi dilakukan dengan menguji beberapa variabel, yaitu klorofil-a, kecerahan dan total fosfat. Perhitungan rata – rata TSI (Carlos, 1997) adalah :

$$\begin{aligned} \text{TSI (SD)} &= 60 - 14,41 \ln (\text{SD}) \\ \text{TSI (CHL)} &= 30,6 + 9,81 \ln (\text{CHL}) \\ \text{TSI (TP)} &= 4,15 + 14,42 \ln (\text{TP}) \\ \text{Rata-rata} &= \frac{\text{TSI (SD)} + \text{TSI (CHL)} + \text{TSI (TP)}}{3} \end{aligned}$$

Keterangan :

SD = Secchi disk (m)  
CHL = Klorofil a (µg)  
TP = Total Fosfor (µg/l).

Berdasarkan hasil perhitungan TSI, tingkat kesuburan perairan dikelompokkan menurut Carlson (1977) menjadi : ultraoligotrofik (<30), Oligotrofik (30-40), Mesotrofik (50-60), eutrofik (70 – 80) dan hipereutrofik (>80).

### Analisis Data

#### a. Indeks Keanekaragaman Shannon Whiener (H')

$$H' = \sum p_i \log p_i \quad (p_i = \frac{n}{N})$$

Keterangan :

H' = Keanekaragaman Shannon- Winner  
Pi = Indeks kemelimpahan  
n = Jumlah individu tiap spesies  
N = Jumlah total seluruh jenis

#### b. Indeks Kemerataan Shannon-Evenness (E)

$$E = \frac{H'}{\log S}$$

Keterangan :

E = Indeks kemerataan Shannon-Evenness  
H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Winner  
S = Jumlah spesies

#### c. Indeks Dominansi Simpson's (C)

$$C = \sum P_i^2 \quad (p_i = \frac{n}{N})$$

Keterangan :

D = Indeks dominansi Simpson's  
ni = Jumlah individu suatu jenis  
N = Jumlah individu seluruh jenis



Gambar 1 : Lokasi Penelitian di Mangrove Tapak Tugurejo Semarang

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Sebaran Klorofil-a, nitrat dan fosfat

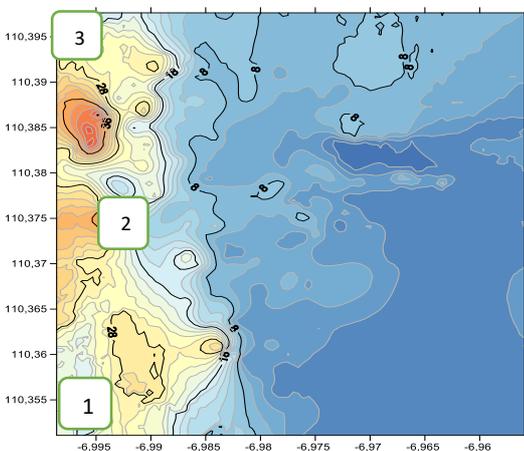
Hasil analisis sampel air untuk pengujian klorofil-a, nitrat dan fosfat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 : Kandungan klorofil a, nitrat dan fosfat

Parameter	Stasiun			Mutu
	1	2	3	
Klorofil-a (mg/l)	0.015	0.740	1.092	-
Nitrat (mg/l)	2.566	2.333	1.665	<0.008
Fosfat (mg/l)	1.155	1.149	0.141	<0.015

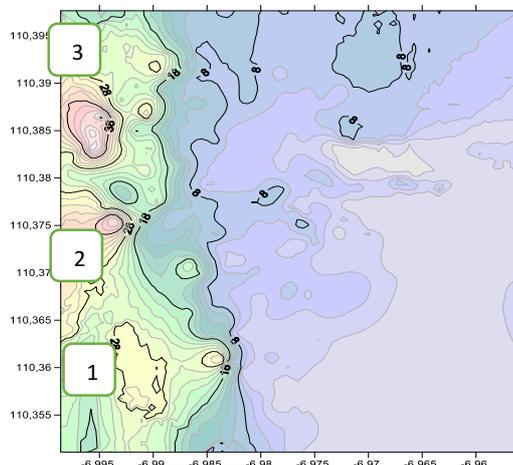
perbedaan pada faktor fisika dan kimianya. Sebaran klorofil a dapat dilihat pada gambar 2a.

Terdapat perbedaan hasil klorofil a pada tiap – tiap stasiun, stasiun 1 sebesar 0,015 mg/l, stasiun 2 sebesar 0,740 mg/l dan stasiun 3 sebesar 1,092 mg/l. Perbedaan tersebut disebabkan oleh letak masing – masing stasiun penelitian pada stasiun 3 kandungan klorofil a lebih banyak dikarenakan dekat dengan perairan laut yaitu pantai maroon yang mana kaya akan unsur fitoplankton karena ukuran sel fitoplankton pada daerah tersebut cukup tinggi. Pengambilan sampel juga sangat berpengaruh terhadap kandungan klorofil a dikarenakan pengambilan sampel dilakukan antara musim kemarau–penghujan jadi kandungan klorofil-a tiap stasiun berbeda-beda.



Gambar 2a : Sebaran klorofil-a pada mangrove Tapak Tugurejo Semarang dengan indeks status trofik masuk kategori perairan Oligotrofik

Keterangan warna :  
 ● = Stasiun 3  
 ● = Stasiun 2  
 ● = Stasiun 1  
 ● = Perairan Pantai



Gambar 2b : Sebaran nitrat pada mangrove Tapak Tugurejo Semarang dengan indeks status trofik perairan Mesotrofik

Keterangan warna :  
 ● = Stasiun 3  
 ● = Stasiun 2  
 ● = Stasiun 1  
 ● = Perairan pantai

Klorofil a memiliki rata – rata pengukuran 0,165 mg/l. Nitrat memiliki rata – rata pengukuran 2,188 mg/l. Fosfat memiliki rata – rata pengukuran 0,045 mg/l. Perbedaan dari kandungan klorofil a, nitrat dan fosfat tiap stasiun berbeda – beda hal tersebut dikarenakan

Kadar klorofil a perairan bergantung pada musim, bila musim hujan maka kandungan klorofil a tinggi karena curah hujan secara langsung membawa unsur hara ke perairan dari daratan (Susanti, 2012). Sebaran dan rendahnya kandungan klorofil a suatu perairan sangat berkaitan dengan kondisi perairan Mangrove itu sendiri (Gambar 2a). Jika dilihat dari kandungan klorofil

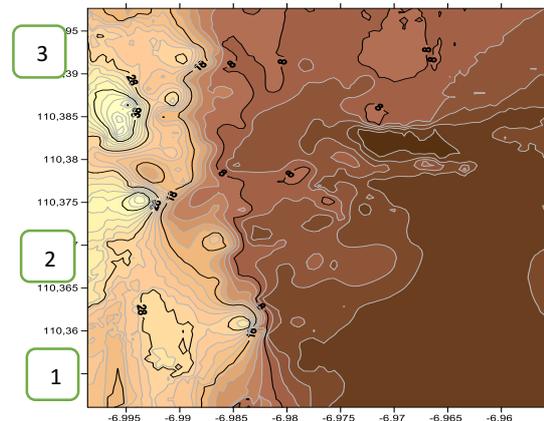
a pada Mangrove Tapak Tugurejo tergolong pada perairan oligotorfik yang mana unsur hara rendah dan belum tercemar unsur N dan P. Perbedaan kandungan klorofil a juga sangat berpengaruh karena adanya faktor lingkungan, tingkatan faktor lingkungan sangat mempengaruhi produktivitas primer perairan.

Nitrat merupakan parameter utama dalam penentuan suatu kualitas perairan. Kandungan nitrat pada masing – masing stasiun penelitian yakni : pada stasiun 1 sebesar 2,566, stasiun 2 sebesar 2,333 dan stasiun 3 sebesar 1,665. Dilihat dari semua stasiun bahwa besarnya kandungan nitrat telah melewati batas baku mutu yang ditetapkan  $<0,008$  mg/L, keadaan ini mengindikasikan bahwa Mangrove Tapak masuk dalam kondisi yang buruk karena adanya cemaran unsur N. Konsentrasi unsur N yang sangat besar kemungkinan disebabkan oleh kegiatan yang terjadi dekat di daerah tambak bandeng dan pemukiman penduduk yang mana banyak terjadi aktivitas yang menyebabkan sumber N masuk ke perairan mangrove sehingga menyebabkan perairan eutrofikasi (Huang *et al.*, 2011). Unsur nitrat yang terendah terdapat pada stasiun 3 dikarenakan berada dekat dengan pantai. Hal tersebut dikarenakan sebaran nitrat semakin kecil jika mendekati pantai karena dipengaruhi oleh pasang surut air laut, menurut Mann & Lazier (1991), menyebutkan bahwa pasang surut air laut dapat menyebabkan pengaruh arus pasut. Sedangkan kandungan nitrat tertinggi ditemukan pada stasiun 1 yakni sebesar 2,566 karena dekat dengan daratan diduga adanya dekomposisi sedimen maupun senyawa – senyawa organik yang berasal dari jasad biota – biota yang mati dapat mempengaruhi tinginya kandungan nitrat di perairan mangrove (Maslukah, 2014). Sebaran unsur nitrat perairan Mangrove dapat dilihat pada gambar 2b.

Komposisi unsur fosfat juga terlihat berbeda – beda pada semua stasiun penelitian. Pada stasiun 1 kandungan fosfat sebesar 1,155 mg/l, kandungan fosfat stasiun 2 sebesar 1,149 mg/l dan kandungan fosfat stasiun 3 sebesar 0,141 mg/l. Dari hasil perbedaan kandungan fosfat terlihat bahwa nilai fosfat menunjukkan melewati batas baku mutu  $<0,015$  mg/L.

Konsentrasi N dan P sangat memicu kenaikan status trofik dan dapat mengalami kondisi perairan menjadi eutrofikasi akan tetapi konsentrasi unsur N lebih banyak dibandingkan unsur P (Howarth & Marino, 2006). Pernyataan tersebut terlihat pada Tabel 1 yang mana lebih tinggi kandungan unsur N ( $\text{NO}_3$ ) daripada unsur P ( $\text{PO}_4$ ) yang mana kandungan N lebih dominan bila dibandingkan unsur P. Rasio dari unsur N dan unsur P memberikan suatu petunjuk untuk penggunaan penekanan unsur yang lebih dominan (Paerl, 2009). Dapat dilihat bahwa kandungan fosfat yang paling tinggi terdapat pada stasiun 1 karena dekat dengan daratan tanpa ada gangguan dari aktivitas pasang surut air laut, sedangkan yang paling rendah terdapat pada stasiun 3 karena dekat dengan perairan pantai yang dibatasi oleh

pasang surut air laut. Sebaran unsur fosfat dapat dilihat pada Gambar 2c.



**Gambar 2c :** Sebaran fosfat pada mangrove Tapak Tugurejo Semarang dengan indeks status trofik perairan Mesotrofik

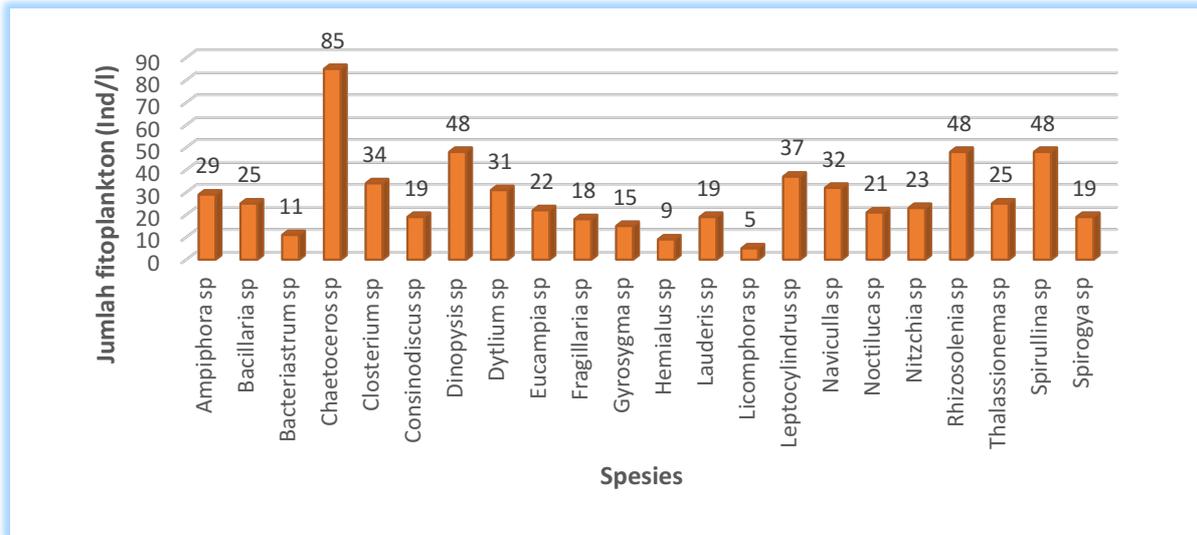
Keterangan warna :  
● = Stasiun 3  
● = Stasiun 2  
● = Stasiun 1  
● = Perairan pantai

### 3.2 Indeks status trofik

Menurut perhitungan yang telah dilakukan dan mengacu pada rumus perhitungan rata – rata yang mengacu pada Carlos (1997), diperoleh hasil bahwa perairan mangrove tergolong dalam tipe perairan mesotrofik karena mencapai angka 45, penggolongan perairan tersebut sesuai dengan kriteria yang dikemukakan oleh Carlos (1997). Perairan mesotrofik merupakan status trofik berkadar sedang yang artinya unsur hara dalam perairan tersebut masih masuk dalam kategori sedang.

### 3.3 Kelimpahan Plankton

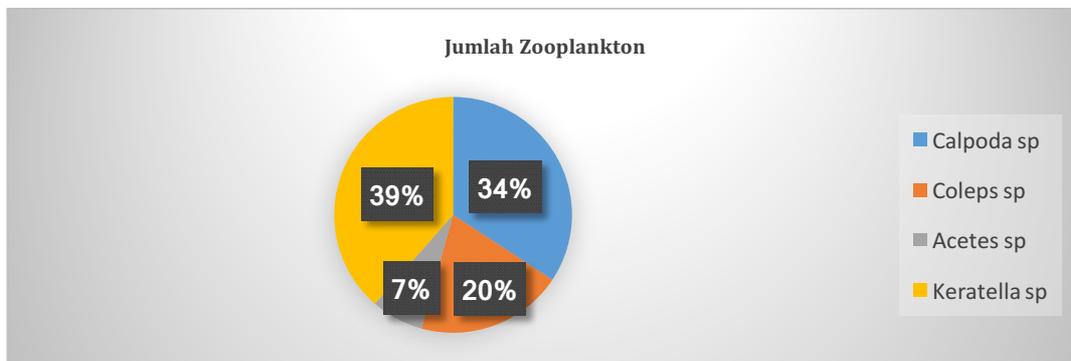
Pada ketiga stasiun penelitian banyak ditemukan macam – macam plankton, yakni : fitoplankton dan zooplankton. Tetapi yang paling banyak mendominasi perairan Mangrove ialah fitoplankton, dikarenakan pertumbuhan fitoplankton sangat didukung oleh adanya unsur hara (Nitrat dan fosfat) yang tinggi dalam perairan. Fitoplankton merupakan suatu organisme yang melayang di atas permukaan perairan yang hidupnya tergantung banyaknya cahaya matahari dan pergerakannya dipengaruhi oleh arus air karena tidak memiliki daya gerak (Odum, 1971). Pada stasiun penelitian 1, 2 dan 3 diperoleh 23 fitoplankton yang terdiri dari kelas *Baccilariophyceae* sebanyak 21 genera, *Cynophyceae* sebanyak 1 genera dan chlorophyta sebanyak 1 genera. Jenis fitoplankton yang paling banyak mendominasi ialah dari kelas *Baccilariophyceae*, dikarenakan pengaruh dari pengambilan sampel plankton itu sendiri dilakukan pada siang hari sampai sore hari.



Gambar 3a : Diagram Kelimpahan Fitoplankton di Mangrove Tapak Tugurejo Semarang

Pada waktu tersebut kelas *Baccilariophyceae* berperan aktif karena bersifat fototaksis sehingga pada siang hari komposisinya cenderung lebih banyak (Madinawati, 2010). Serta kelas *Baccilariophyceae* merupakan kelompok kelas yang toleran terhadap perubahan lingkungan dan bersifat kosmopolit dan cepat berkembang (Sachlan, 1972). Kelas *Baccilariophyceae* merupakan organisme yang euryhaline, karena kelas *Baccilariophyceae* dapat hidup pada kisaran salinitas 5% - 30% (Aunurohim, 2008). Selain itu kelas kelas tersebut juga memiliki perkembangbiakan yang sangat pesat sehingga diperkirakan kelas tersebut paling banyak mendominasi wilayah Mangrove. Pada penelitian ini kelas *Baccilariophyceae* pada spesies *Chaetoceros* sp yang paling banyak pada stasiun 2 dan 3, sedangkan pada stasiun 1 yang paling banyak ialah spesies *Closterium* sp. Akan tetapi fitoplankton yang ditemukan pada tempat penelitian belum bersifat *blooming* atau berlebihan (Veronica, 2014). Kelimpahan fitoplankton dapat dilihat pada diagram gambar 3a.

Zooplankton pada masing – masing tempat penelitian sedikit ditemukan, dikarenakan keadaan lingkungan yang tidak mendukung pada waktu pengambilan sampel, adanya perubahan lingkungan tersebut maka mengakibatkan zooplankton tidak mampu beradaptasi terhadap perubahan – perubahan tersebut. Oleh karena itu, zooplankton hanya ditemukan sebanyak 5 jenis yang terdiri dari kelompok Ciliata ada 2 genera, Sergestide ada 1 genera dan kelompok rotifera adan 2 genera. Banyaknya zooplankton pada tempat penelitian dapat dilihat pada gambar 3b. Jumlah zooplankton sedikit dikarenakan beberapa faktor antara lain seperti aliran dari sepanjang daratan dan pasang surut air laut juga sangat mempengaruhi (Arinardi *et al.*, 1994). Selain itu adanya faktor keterbatasan pergerakan yang dimiliki oleh zooplankton mengakibatkan keberadaan zooplankton sangat bergantung pada pola sirkulasi air (Kennish, 1990). Menurut Reynold *et al.*, (1984), menambahkan bahwa perubahan kondisi lingkungan juga mempengaruhi banyak sedikinta plankton di perairan.



Gambar 3b : Komposisi Kelimpahan Zooplankton di Mangrove Tapak Tugurejo Semarang

### 3.4 Distribusi fitoplankton dan zooplankton

Dari hasil penelitian terlihat bahwa yang paling banyak mendominasi perairan penelitian ialah fitoplankton pada kelas *Baccillariophyceae*. Melihat banyaknya kelas *Baccillariophyceae* maka persebaran kelompok ini tidak merata melainkan hidup secara berkelompok, karena diakibatkan proses fisik, kimia dan biologi perairan mangrove. Menurut Basmi (2002), menyatakan bahwa pengelompokan plankton banyak disebabkan oleh pengaruh faktor lingkungan. Kelimpahan zooplankton paling banyak mendominasi stasiun 3 karena stasiun tersebut paling dekat dengan perairan pantai yaitu pantai maroon, hal ini dimungkinkan karena adanya suatu proses predasi yang telah berjalan (Sutomo, 1987). Kelimpahan zooplankton sangat bergantung pada kelimpahan zooplankton akan tetapi produksi zooplankton paling lambat daripada produksi fitoplankton sehingga puncak produksi zooplankton selalu akan terjadi setelah produksi dari fitoplankton, maka dari itu banyak dijumpai fitoplankton yang lebih besar dibandingkan zooplankton di perairan tersebut (Basmi, 2002).

### 3.5 Faktor Lingkungan

Hasil dari penelitian faktor lingkungan dapat dilihat pada Tabel 2. Perbedaan salinitas pada tempat penelitian berbeda – beda yaitu pada stasiun 1 sebesar 14 ppt, stasiun 2 sebesar 21,4 ppt dan stasiun 3 sebesar 21,6 ppt. Berdasarkan baku mutu perairan dapat dilihat bahwa salinitas tempat penelitian berada dalam baku mutu (s/d 34 ppt). Terlihat bahwa nilai salinitas pada stasiun 1 paling rendah yakni 14 ppt dikarenakan pada stasiun 1 berada paling jauh dari muara sungai sehingga air laut tidak dapat masuk pada tempat penelitian tersebut sehingga salinitas akan turun.

**Tabel 2 :** Parameter faktor lingkungan

Parameter	Stasiun			Mutu
	1	2	3	
Salinitas (ppt)	14	21,4	21,6	s/d 34
Suhu (°C)	26	26	26	28-32
pH	7	7	7	7,0-8,5
DO (mg/l)	5,3	6	7,2	>5
Kecerahan (m)	26,3	33,9	34	-
Kekeruhan (NTU)	31,5	35	33,7	-
Intensitas cahaya (Lux)	4.54	5.45	5.70	-

**Keterangan :** Baku mutu faktor fisika dan kimia lingkungan perairan mangrove berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004.

Stasiun 2 dan stasiun 3 yang masing – masing secara berurutan memiliki nilai salinitas 21,4 ppt dan 21,6 ppt, salinitas tersebut dikategorikan tinggi bila dibandingkan dengan stasiun 1, karena kedua stasiun tersebut berdekatan dengan laut sehingga lebih banyak dipengaruhi oleh air tawar. Perubahan salinitas pada perairan juga sangat mempengaruhi biota – biota air yang ada di ekosistem, pada keadaan tertentu penurunan salinitas akan melawati batas toleransi sehingga organisme akan beradaptasi terhadap kekurangan salinitas dan menyebabkan biota – biota perairan mati

(Nybakken, 1988). Penurunan tersebut disebabkan oleh pasang – surut air laut disekitar tempat penelitian.

Suhu pada semua tempat penelitian menunjukkan kesamaan yaitu 26 °C. Suhu tersebut berada pada baku mutu yang sesuai yaitu antara (28 – 32 °C). Suhu pada tempat penelitian sama dikarenakan pengukuran suhu dilakukan pada siang hari ketika intensitas cahaya matahari naik sehingga suhu pada zona epilimnion relatif tinggi. Kisaran suhu tersebut sangat berpengaruh terhadap kehidupan biota – biota perairan ekosistem, jika suhu meningkat maka organisme akan mati. Suhu dapat turun dipengaruhi oleh pasang – surut air laut.

pH tempat penelitian menunjukkan kesamaan yaitu 7. Dilihat dari pH perairan maka tempat penelitian masuk dalam kategori perairan mesotrof, yaitu perairan yang paling banyak memiliki aktivitas biologi yang tinggi dan dan tergolong memiliki kecerahan perairan. Nilai pH perairan penelitian sangat bergantung pada konsentrasi ion hidrogen yang terdapat pada tempat penelitian tersebut.

Kandungan oksigen terlarut (DO) tempat penelitian memiliki kisaran yang berbeda – beda antara stasiun 1, 2 dan 3. Pada stasiun 1 nilai DO sebesar 5,3 mg/l, pada stasiun 2 sebesar 6 dan stasiun 3 sebesar 7,3 mg/l. Dilihat dari hasil DO pada semua stasiun maka kadar DO masih masuk dalam batas baku mutu DO perairan yaitu (>5 mg/l), semua stasiun nilai DO >5 mg/l maka kehidupan ekosistem biota – biota perairan masuk dalam kategori baik. Oksigen terlarut pada stasiun 1 tergolong rendah bila dibandingkan dengan stasiun 2 dan 3 karena stasiun 1 dekat dengan tambak dan didalam tambak tersebut ada kehidupan ikan bandeng yang mana dalam hidupnya ikan bandeng akan diberikan pakan dan sisa – sisa pakan tersebut akan masuk pada perairan penelitian yang menyebabkan berkurangnya konsentrasi oksigen terlarut pada stasiun 1, sedangkan kandungan DO yang paling tinggi terdapat pada stasiun 3 dikarenakan stasiun 3 bila dilihat dari kelimpahan plankton yang paling banyak terdapat plankton. Konsentrasi kadar oksigen pada tempat penelitian masih layak untuk kehidupan biota – biota perairan.

Kecerahan perairan merupakan ukuran yang transparansi berasal dari air dan dapat ditentukan secara visual menggunakan *secchi disk* (Goldman & Home, 1983). Kecerahan perairan pada tempat penelitian berbeda – beda antara stasiun 1, 2 dan 3, karena keadaan topografi masing – masing stasiun berbeda – beda. Pada stasiun 1 kecerahan rendah karena pengaruh dari pohon – pohon mangrove yang sudah tumbuh dengan besar dan tinggi sehingga menghalangi penetrasi cahaya matahari masuk ke perairan mangrove dan pada stasiun 1 pohon – pohon mangrove ditanam lebih lama dibandingkan stasiun 2 dan 3. Pada stasiun 3 lebih tinggi karena pengaruh dari pohon – pohon mangrove disekitar perairan yang masih rendah karena stasiun 3 itu sendiri baru ditanami oleh tanaman – tanaman mangrove. Tingkat kecerahan perairan tempat penelitian tergolong pada perairan eutrofik karena kecerahan kurang dari 200 cm (Effendi, 2000).

Kekeruhan pada tempat penelitian disebabkan oleh banyak sedikitnya cahaya matahari yang diserap dan dipancarkan oleh bahan – bahan yang terdapat di perairan mangrove. Kekeruhan pada stasiun 1, 2 dan 3 berbeda – beda. Pada stasiun 1 kekeruhan sebesar 31,5 NTU, stasiun 2 sebesar 35 NTU dan stasiun 3 sebesar 33,7 NTU. Kekeruhan terendah terdapat pada stasiun 1 karena pada stasiun 1 struktur tanah perairan tidak banyak mengandung partikel tanah liat. Kekeruhan yang sangat tinggi terdapat pada stasiun 2 dikarenakan pada stasiun 2 tekstur substrat berupa tanah liat sehingga dapat membatasi penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan sehingga dapat mengurangi produktivitas perairan mangrove.

Intensitas cahaya matahari pada semua stasiun penelitian berbeda – beda akan tetapi intensitas cahaya pada semua stasiun termasuk dalam kategori yang tinggi karena mangrove itu sendiri dekat dengan pesisir pantai sehingga peluang cahaya matahari yang masuk sangat tinggi. Intensitas cahaya matahari pada 1 sebesar 4.54 Lux, stasiun 2 sebesar 5.45 Lux dan stasiun 3 sebesar 5.70 Lux. Melihat banyaknya cahaya matahari yang masuk dalam perairan maka dapat membantu plankton dalam proses fotosintesis dan melalui proses fotosintesis tersebut maka dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut perairan (Welch, 1952), sehingga kelimpahan plankton ketiga stasiun sangat banyak.

### 3.6 Pengaruh klorofil-a, nitrat dan fosfat serta plankton terhadap kesuburan ekosistem mangrove

Ekosistem mangrove memiliki nilai yang penting dalam budang sosial-ekonomi dan ekologi yang dapat dimanfaatkan oleh biota – biota perairan maupun oleh masyarakat sekitar (Bennett dan Reynolds, 1993). Fungsi ekosistem mangrove dalam bidang sosial-ekonomi berupa : manfaat dari pohon mangrove untuk bahan kayu bakar, bahan penangkap ikan, kerajinan tangan dan lain – lain (Hamilton & Snedaker, 1984). Ekosistem mangrove bersifat dinamis yang artinya setiap tempat memiliki komposisi spesies beda dengan perairan mangrove lain. Ekosistem mangrove juga dapat dimanfaatkan sebagai peredam gelombang arus laut yang didukung oleh banyaknya tanaman pohon mangrove di daerah penelitian. Pada penelitian ini tumbuhan mangrove yang hanya teridentifikasi yaitu : kelompok *Avicennia marina*, *A. Alba*, *Rhizophora apiculata*, *R. Mucronata* dan *Soneratia alba*. Terlihat famili *Avicennia* dan *Rhizophoraceae* banyak mendominasi wilayah mangrove penelitian. Ukuran tanaman mangrove tersebut juga sudah tergolong besar bahkan ada yang mencapai tinggi 5 meter. Fungsi lain dari perairan ekosistem mangrove ialah adanya kehidupan biota – biota perairan seperti ikan, kelompok krustase, kelompok moluska dan kelompok ekodermata (Kordi, 2012). Selain itu ekosistem mangrove juga sangat penting berguna untuk obat – obatan.

Kesuburan ekosistem perairan mangrove sangat bergantung pada banyaknya unsur hara (nitrat & fosfat)

dan klorofil-a serta banyaknya plankton yang dapat tanda sebagai penyubur perairan. Dilihat dari tingkat manfaat biologis sebagai tempat penyedia pakan alami (*feeding ground*), fungsi hutan mangrove sebagai penyedia pakan untuk berbagai jenis biota seperti contohnya kepiting. Banyak sedikitnya jenis pakan alami di perairan mangrove sangat didukung oleh banyaknya unsur hara dan plankton yang tersedia didalamnya. Rantai makanan dan jaring makanan di perairan mangrove memegang peranan yang memegang peranan sangat penting ialah fitoplankton (Laimheriwa *et al.*, 1993). Fitoplankton memegang peranan penting sebagai penghasil bahan organik dan kemudian dijadikan sebagai sumber makanan oleh jasad – jasad lainnya dan peranan zooplankton serta jasad lainnya akan berkembang apabila cukup tersedia makanan yang dibutuhkan oleh fitoplankton (Harabab, 2009).

### 3.7 Indeks Keanekaragaman (H'), Kemerataan (E) dan Dominansi (C)

**Tabel 3.** Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Kemerataan (E) dan Dominansi (C)

Stasiun	H'	E	C
1	1,68	2,01	0,34
2	1,76	1,64	0,32
3	1,43	2,04	0,32

Pada tabel 3 terlihat bahwa keanekaragaman plankton pada tiap stasiun berbeda – beda, semua plankton pada ketiga stasiun memiliki tingkat kriteria keanekaragaman sedang. Hal ini berarti bahwa komunitas Plankton di mangrove Tapak Tugurejo Semarang memiliki kompleksitas yang sedang karena adanya interaksi yaitu kompetisi dalam mencari tempat hidup. Indeks keanekaragaman pada stasiun 2 memiliki tingkatan yang paling tinggi dikarenakan pada stasiun tersebut ditemukan macam – macam jenis plankton dan jumlahnya paling banyak diantara kedua stasiun yang berarti bahwa faktor fisika dan kimia lingkungan sesuai untuk kehidupan plankton. Pada stasiun 3 indeks keanekaragaman rendah karena pada stasiun tersebut banyak terdapat aktivitas-aktivitas lingkungan pantai yang dapat mengganggu keanekaragaman plankton. Indeks keanekaragaman tersebut dapat digunakan sebagai indikator untuk mengetahui kondisi suatu perairan. Menurut Anggoro (1988), nilai indeks keanekaragaman (H') < 1 maka perairan tersebut mengindikasikan masuk kategori tersemar berat, H' berkisar antara 1-5 maka masuk dalam kategori pencemaran berat, H' berkisar antara 1,5-2,0 maka masuk dalam kategori pencemaran ringan hingga sedang dan jika H' > 2 maka masuk dalam kategori pencemaran ringan atau perairan belum tercemar. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka stasiun 1 dan stasiun 2 masuk kategori pencemaran ringan hingga sedang dan pada stasiun 3 masuk dalam kategori pencemaran sedang-berat. Hal tersebut terjadi karena pada stasiun 3 dekat dengan perairan pantai maroon dan dijadikan tempat wisata yang terdapat toilet

umum sehingga pencemaran perairan sedang-berat diakibatkan oleh pembuangan yang terjadi pada perairan pantai.

Indeks pemerataan terlihat banyak pada stasiun 3, kesemua stasiun tergolong pada indeks pemerataan yang tinggi, hal tersebut mengidentifikasi bahwa penyebaran plankton ditempat penelitian tersebar secara merata. Indeks pemerataan pada stasiun 2 paling rendah karena jumlah plankton pada tiap spesies tidak sama. Penyebaran plankton pada Mangrove Tugurejo Semarang merata dan tidak ada dominansi suatu spesies, sehingga keseimbangan ekosistem baik. Semakin homogen jumlah individu dalam spesies maka kemerataannya semakin tinggi.

Indeks dominansi pada ketiga stasiun tergolong rendah, hal tersebut mengidentifikasi bahwa tidak ada spesies yang mendominasi tempat penelitian tersebut dan tidak ada spesies yang secara nyata mendominasi spesies yang lain, kondisi stabil serta tidak terjadi adanya tekanan ekologi. Nilai dominansi yang semakin rendah akan menunjukkan bahwa pola dominansi jenis pada komunitas tersebut relatif menyebar.

#### 4. KESIMPULAN

Kesuburan ekosistem mangrove pada tempat penelitian tergolong baik dikarenakan banyaknya unsur hara (nitrat dan fosfat) dan klorofil-a serta kelimpahan plankton di perairan tersebut. Kesuburan juga dipengaruhi oleh adanya faktor lingkungan yang sangat berperan dalam keberlangsungan hidup biota – biota perairan yang mana guna dari faktor lingkungan itu sendiri ialah untuk memberi ruang gerak agar organisme perairan tidak akan mati.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anggoro S, 1988. *Analisis Tropik-Saprobik (Trosap) Untuk Menilai Kelayakan Lokasi Budidaya Laut*. Dalam: Workshop Budidaya Laut Universitas Diponegoro. Jepara.

Arinardi, O. H., trimaningsih, dan Sudirdjo. 1994. Pengantar Tentang Plankton dan Kisaran Plankton Predominan di Sekitar Pulau Jawa dan Bali. LP30-LIPI, Jakarta. 113 hlm.

Aunurohlim et al., (2008). *Fitoplankton Penyebab Harmful Algae Blooms (Habs) Di Perairan Sidoarjo*. Biologi FMIPA. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

Basmi, J. 2000. Planktonologi: Plankton Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo, Gramedia Jakarta:459p.Developments Hydrology. Vol 14. Pergamon Press, Oxford,UK.167p.

Carlson RE. 1977. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*. 22(2): 361-369.

Doods, W. K., 2007. Trophic state, eutrophication and nutrientcriteriainstreams.TRENDS in Ecology and Evolution Vol.22 No.12. p. 669-676.

Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.243p.

Goldman,C.R.&A.J.Horn.1983. *Limnology*. McgrawHill Int .Book Comp., London. 464p.

Guritno, B. 2003. Program Penyelamatan Rawa Pening. Prosiding Pekan Ilmiah Mahasiswa Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. Senat Mahasiswa Universitas Kristen Satya Wacana.Salatiga.p.29-37

Hadi,A.2005.Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan. Gramedia Pustaka Utama.Jakarta.134p.

Hamilton, L.S. and S.C. Snedaker. 1984. *Handbook for Mangrove Area Management*. Honolulu: Environment and Policy Institute, East-West Center.

Harabab, Nuddin. 2009. *Pengaruh Ekosistem Hutan Mangrove Terhadap Produksi Tangka (Studi Kasus di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur)*. *Jurnal Perikanan (J. Fish. Sci)*. XI (1): 100-106 ISSN:0853-6384.

Howarth, R.W., & Marino, R. (2006). Nitrogen as the limiting nutrient for Eutrophication in coastal marine ecosystems: Evolving views over three decades. *Limnol. Oceanogr.*, 51(1 part 2), 164-376.

Huang, Y.C.A., Hsieh, H.J., Huang, S.C., Meng, P.J., Chen, Y.S., Keshavmurthy, S., Nozawa, Y., & Chen, C.A. (2011). Nutrient enrichment caused by marine cage culture and its influence on subtropical coral communities in turbid waters. *J. Marine Eco Progress Series.*, 423, 83-93. Doi: 10.3354/meps08944.

Jeffrey,S.W.1980.*Alga Pigment System in P.GFalhowsky (ed) Primary Productivity in the Sea*. Plenum Press. NewYork.p.33-58.

Kennish, M.J. 1990. *Ecology of estuary. Biological Aspects*. Vol:2. CRC Press, Boston. 391 pp.

Kordi, K.M. 2012. *Ekosistem Mangrove: Potensi, Fungsi dan Pengelolaan*, Rineka Cipta Jakarta.

Lancar, L & K. Krake. 2002. *Aquatic Weeds and Their Management*. International Commission on Irrigation and Drainage,France-Australia.65pp.

Laimheheriwa, M.B., E.Latuheru, E. & P. Siegers. 1993. *Teknik Kulture Fitoplankton dan Kemungkinan Pengembangannya*. (Suatu Alternatif Bagi Penyediaan Pakan Alami Untuk Kelangsungan Hidup Benih Budidaya), Fakultas Perikanan, Universitas Patimura, Ambon.

Leitão, P. C., 2012. Management of the trophic status in Portuguese reservoirs. 20 p.

Madinawati. 2010. *Kelimpahan Dan Keanekaragaman Plankton Di Perairan Laguna Desa Tolongano Kecamatan Banawa Selatan Jurnal.VOLIII(2):119123*. Universitas Tadulako(UT): Sulawesi Tenggara.

Mann, K.H. and J.R.N Lazier.1991. *Dynamic of Marine Ecosystem. Biological-Physical Interaction in The Oceans*. Blackwell Scientific Publications.

Maslulah et al., 2014. Sebaran Nitrat dan Fosfat di Perairan Muara Sungai Porong Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Oseanografi*. Volume 3, Nomor 3, Tahun 2014, Halaman 384 – 391.

Nybakken, J.W. 1988. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologi*.Alih bahasa oleh M. Eidman, Koesoebiono, D. G.

Paerl, H.W. (2009). Controlling eutrophication along the freshwater-marine continuum: Dual nutrient (N and P) reduction are essential. *Estuaries and Coasts*. Doi:10.1007/s12237-009-9158-8.

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2009. Tentang Status Trofik Danau/Waduk.

Rissik, David. 2009. *Plankton A Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality*. CSRIO PUBLISHING.

Reynolds, C.S., J.G. Tundisi and K. Hino. 1984. Observation on a Metalimnetic Phytoplankton Population in a Stably Stratified Tropical Lake. *Arch. Hydrobiol. Argentina*. 97 : 7 – 17.

Sachlan, M. (1972). *Planktonologi correspondence course centre* (pp. 103). Direktorat Jenderal Perikanan.Departemen Pertanian. Jakarta.

Suedy, 2010. *Status Trofik Danau Rawapening dan Solusi Pengelolaannya*. *Jurnal Sains & Matematika (JSM)*. Vol 18 (4) : 158-169. ISSN 0854-0675. Universitas Diponegoro, Semarang.

Veronica et al., (2014). *Effect Of Water Quality On Phytoplankton Abundance In Hampalam River And Fish Pond Of Batanjung Village*. Malang: Doctoral Program of Agriculture Science. Faculty Of Agriculture, University Of Brawijaya.

Vithanage, I.C.B, 2009. *Analisis of Nutrien Dynamics in Roxo Catchment Using Remote Sensing Data and Numerical Modeling*. Disertasi. International for Geo Information Science and Earth Observation Enscede, TheNetherlands. 103 pp.

Welch, P.S. 1952. *Limnology*.McGrawHill.NewYork. 538p.

Welcome, R.L. 2001. *Inland Fisheries: Ecology and Management*. Renewable Resources Assessment Group, Imperial College of Science Technology and Medicine, London, UK. Published

for: Food and Agriculture Organization of the United Nations by  
Blackwell Science. 358p.  
Wetzel R.G., 2001. Limnology Lake and River Ecosystem. Third  
Edition. Academic Press, California. 1006p.