

ISSN 1858-1684

Journal Of
Coastal and Marine
Resources Management
<https://ejournal.undip.ac.id/index.php/pasirlaut>

Vol. 4 No. 2 September 2020



PASIR LAUT

Journal of Coastal and Marine Resources Management



Scientific Journal published by
Magister Program in Aquatic Resources Management
Faculty of Fisheries and Marine Science
Universitas Diponegoro Semarang

DAFTAR ISI

Paper:	Halaman
1. ANALISIS SEBARAN HORIZONTAL DAN TEMPORAL KLOOROFIL-A DAN FITOPLANKTON DI MUARA SUNGAI BANJIR KANAL BARAT, SEMARANG <i>Oleh: Falita Alfat'hani, Agus Hartoko, Nurul Latifah</i>	60 – 68
2. ANALISIS DENSITAS Emerita emeritus TERHADAP TEKSTUR DAN BAHAN ORGANIK SEDIMEN DI PANTAI GLAGAH, KULON PROGO, YOGYAKARTA <i>Oleh: Intan Via Nirmala, Bambang Sulardiono dan Agus Hartoko</i>	69 – 78
3. DISTRIBUSI DAN KELIMPAHAN LARVA IKAN DI PANTAI TELUK AWUR, KABUPATEN JEPARA <i>Oleh: Pingky Alya Elisa, Abdul Ghofar, Anhar Solichin</i>	79 – 85
4. ESTIMASI SERAPAN CO ₂ BERDASARKAN SIMPANAN KARBON PADA HUTAN MANGROVE DESA TAMBAKBULUSAN DEMAK JAWA TENGAH <i>Oleh: Mega Wahyu Susilowati, Pujiono Wahyu Purnomo, Anhar Solichin</i>	86 – 94
5. PENGARUH TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) TERHADAP DENSITAS <i>Zooxanthellae</i> PADA KARANG <i>Acropora</i> sp. DALAM SKALA LABORATORIUM <i>Oleh: Raema Farah Rizka, Pujiono Wahyu Purnomo, Aninditia Sabdaningsih</i>	95 – 101
6. POTENSI BAKTERI ASOSIASI TUNIKATA SEBAGAI PENGHASIL SENYAWA ANTIBAKTERI GUNA MENGHAMBAT PERTUMBUHAN BAKTERI <i>MULTIDRUG RESISTANT</i> <i>Oleh: Diah Ayuningrum, Rhesi Kristiana, Meezan Ardhanu Asagabaldan</i>	102 – 107
7. ANALISIS KUALITAS PERAIRAN BERDASARKAN KONSENTRASI LOGAM BERAT DAN INDEKS PENCEMARAN DI SUNGAI BANJIR KANAL TIMUR SEMARANG <i>Oleh: Muhammad Khairul Arika Harahap, Siti Rudiyaniti, Niniek Widyorini</i>	108 – 115
8. KADAR LOGAM BERAT Pb, Fe, DAN Cd YANG TERKANDUNG DALAM JARINGAN LUNAK KERANG BATIK (<i>Paphia undulata</i>) DARI PERAIRAN TAMBAK LOROK, SEMARANG <i>Oleh: Sri Rahayu Prihati, Djoko Suprpto, Siti Rudiyaniti</i>	116 – 123
9. VALUASI EKONOMI EKOSISTEM MANGROVE DI KAWASAN TAMAN PESISIR UJUNGNEGORO-ROBAN, KABUPATEN BATANG <i>Oleh: Adnan Arsani Hirmawan, Suradi Wijaya Saputra, Churun Ain</i>	124 – 133



ANALISIS SEBARAN HORIZONTAL DAN TEMPORAL KLOROFIL-A DAN FITOPLANKTON DI MUARA SUNGAI BANJIR KANAL BARAT, SEMARANG

Analysis of Horizontal and Temporal Distribution of Chlorophyll-a and Phytoplankton in Banjir Kanal Barat Estuary, Semarang

Falita Alfat'hani, Agus Hartoko, Nurul Latifah

Departemen Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Indonesia 50275; Telephone/Fax: 024-76480685
Email: falitaalf@gmail.com, nurullatifah271@gmail.com, agushartoko.undip@gmail.com

Diserahkan tanggal: 17 September 2019, Revisi diterima tanggal: 27 Oktober 2019

ABSTRAK

Perairan muara sungai Banjir Kanal Barat merupakan salah satu perairan yang penting untuk menopang kehidupan organisme didalamnya, serta penting bagi ekonomi masyarakat kota Semarang. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pola sebaran klorofil-a dan fitoplankton, mengetahui hubungan klorofil-a, nitrat, dan fosfat dengan fitoplankton serta mengetahui tingkat saprobitas perairan sebagai indikator tingkat pencemaran. Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2019 di muara sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. Pengambilan sampel air dilakukan pada saat kondisi pasang dan surut dengan teknik *purposive sampling*. Pengambilan sampel fitoplankton dengan metode pasif. Analisis data dengan metode T test, regresi polinomial dan PCA. Analisis status perairan dengan indeks saprobitas dan tropik saprobik indeks. Hasil penelitian ini adalah konsentrasi klorofil-a saat pasang berkisar 0,016 – 2,394 mg/m³ sedangkan saat surut berkisar 0,102 – 1,051 mg/m³. Kelimpahan fitoplankton saat pasang yaitu 33 – 127 sel/l, sedangkan kelimpahan fitoplankton saat surut berkisar antara 18 – 200 sel/l. Sebaran horizontal klorofil-a dan fitoplankton pada saat pasang maupun surut lebih tinggi pada lokasi sungai dan muara dan berkurang pada lepas pantai. Hubungan yang kuat dari analisa regresi polinomial dan PCA yaitu pada fitoplankton dengan nitrat saat pasang serta klorofil-a dengan nitrat saat surut. Nilai SI pada saat pasang menunjukkan β -mesosaprobik dan saat surut oligosaprobik. Nilai TSI pada saat pasang dan surut menunjukkan oligosaprobik.

Kata Kunci: Fitoplankton, Klorofil-a, Muara Sungai, Saprobitik, Sebaran

ABSTRACT

Banjir Kanal Barat estuary, one of water body that is important for aquatic life sustainability, as well as important for the economy of Semarang city. The aim of the study was to know the distribution pattern of chlorophyll-a and phytoplankton, to calculate the relationship between chlorophyll-a, nitrate, and phosphate with phytoplankton, then to examine the level of water saprobicity as an indicator of pollution. The study was conducted in April 2019 at Banjir Kanal Barat estuary, Semarang. Sampling was carried out during high tide and low tide conditions using purposive sampling technique. Sampling of phytoplankton was conducted by the passive method. Data analysis using T test, polynomial regression and PCA method. Analysis of the status of the waters was using saprobity index (SI) and tropic saprobic index (TSI). The study revealed that chlorophyll-a concentrations during high tides range from 0.016 – 2.394 mg/m³ while at low tide range from 0.102 – 1.051 mg/m³. The abundance of phytoplankton during high tides range from 33 – 127 cells/l and at low tide range from 18 – 200 cells/l. The horizontal distribution of chlorophyll-a and phytoplankton at high tide and low tide was higher in the river and estuary locations and decreases towards offshore. The strong relationship with regression polynomial and PCA analysis was that phytoplankton with nitrate at high tide and chlorophyll-a with nitrate at low tide. SI values at the high tide showed β -mesosaprobic and when the low tide showed oligosaprobic. TSI values at the high tide and low tide showed oligosaprobic.

Keywords: Chlorophyll-a, Distribution, Estuary, Phytoplankton, Saprobic

PENDAHULUAN

Perairan muara sungai merupakan kawasan pertemuan antara perairan darat dengan laut, serta terdapat interaksi baik dari biota darat maupun laut hingga fenomena alam lainnya. Muara sungai Banjir Kanal Barat merupakan salah satu wilayah pesisir yang penting karena memiliki fungsi pendukung kehidupan dan habitat organisme didalamnya. Subur atau tidaknya perairan muara sungai Banjir Kanal Barat dipengaruhi oleh masukan-masukan di perairan baik dari daratan maupun laut. Berbagai kegiatan manusia yang ada di sekitar muara sungai Banjir Kanal Barat memiliki pengaruh terhadap kualitas perairan tersebut. Kegiatan-kegiatan yang ada meliputi pemukiman, aktivitas nelayan, pelabuhan, industri serta pariwisata.

Muara sungai juga dipengaruhi oleh variabel oseanografi laut, diantaranya gelombang, arus dan pasang surut. Pasang surut sangat mempengaruhi perairan di muara, pada saat pasang dimana air laut lebih banyak menuju ke sungai sedangkan pada saat surut dimana air tawar lebih banyak menuju ke laut. Pasang surut membawa materi-materi yang terlarut di perairan dan menjadi salah satu faktor distribusi materi tersebut. Menurut Dewanto *et al.*, (2015), salah satu fenomena fisika di wilayah perairan pesisir yang menonjol adalah pasang surut. Pasang surut akan menimbulkan arus yang dapat membawa materi-materi yang terlarut di suatu perairan. Materi-materi perairan yang terlarut dapat meliputi nutrien, organisme renik yaitu plankton, hingga polutan yang terbawa dari daratan maupun laut.

Plankton sendiri terutama fitoplankton memiliki peran penting bagi perairan sebagai produktivitas primer dan penyedia oksigen. Klorofil merupakan suatu pigmen yang dimiliki oleh fitoplankton di perairan yang dapat berguna untuk proses fotosintesis dan pembentukan bahan organik. Selain itu nutrien juga berperan penting terhadap proses perkembangan hidup organisme seperti fitoplankton. Menurut Mariana *et al.*, (2016), fitoplankton merupakan tumbuhan yang memiliki klorofil-a yang berfungsi mengubah sinar matahari menjadi energi kimia yang diperlukan untuk melakukan proses fotosintesis. Sehingga perlu dilakukan pemetaan sebaran horizontal dari klorofil-a dan fitoplankton berdasarkan pasang dan surut air laut untuk melihat distribusinya. Selain itu, kelimpahan fitoplankton sendiri dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas perairan. Menurut Rasyid *et al.*, (2018), kelimpahan fitoplankton dapat memberikan petunjuk untuk memantau terjadinya pencemaran dengan menggunakan indeks saprobitas, yang digunakan untuk melihat tingkat saprobitas perairan. Analisa tersebut memperlihatkan seberapa tercemarnya perairan oleh bahan organik maupun anorganik dilihat pada organisme fitoplankton.

Tingkat saprobitas suatu perairan ditentukan berdasarkan nilai Indeks Saprobitik (SI) serta Tropik

Saprobitik Indeks (TSI), menurut Lee *et al.*, (1987) dan Knobs (1978) dalam Anggoro (1988). Tabel kriteria dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Tingkat Saprobitas Perairan

Nilai SI dan TSI	Tingkat Saprobitas	Indikasi
≤ -3 s/d -2	Polisaprobitik	Pencemaran berat
-2 s/d 0,5	α-Mesosaprobitik	Pencemaran sedang sampai berat
0,5 s/d 1,5	β-Mesosaprobitik	Pencemaran sedang sampai ringan
1,5 s/d 2,0	Oligosaprobitik	Pencemaran ringan atau belum tercemar

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola sebaran klorofil-a dan fitoplankton, mengetahui hubungan klorofil-a, nitrat, dan fosfat dengan fitoplankton serta mengetahui tingkat saprobitas perairan sebagai indikator tingkat pencemaran.

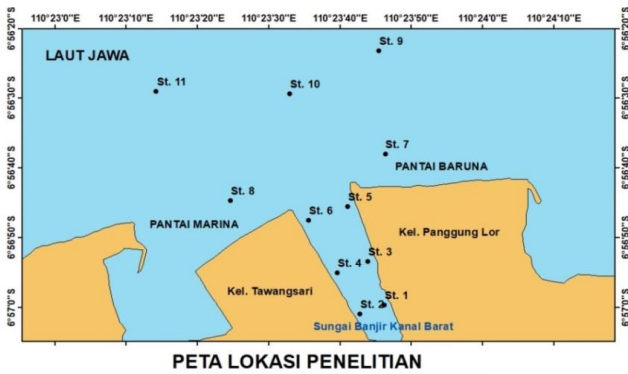
METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2019 di muara sungai Banjir Kanal Barat, kota Semarang. Lokasi stasiun dalam penelitian ini terdapat 11 stasiun dengan pertimbangan untuk mengetahui kondisi perairan. Stasiun 1, 2, 3 dan 4 mewakili badan sungai, stasiun 5 dan 6 mewakili daerah muara sungai, stasiun 7 dan 8 mewakili daerah pantai, stasiun 9, 10, dan 11 mewakili daerah lepas pantai. Pengambilan sampel dilakukan pada saat kondisi pasang dan surut air laut. Koordinat yang ditentukan sebagai titik pengambilan sampel disajikan dalam Tabel 2, sedangkan peta penelitian disajikan pada Gambar 2.

Tabel 2. Titik koordinat pengambilan sampel

Stasiun	Bujur	Lintang
Stasiun 1	110° 23' 46,8"E	6° 57' 0,04"S
Stasiun 2	110° 23' 42,6"E	6° 56' 59,32"S
Stasiun 3	110° 23' 45,6"E	6° 56' 52,8"S
Stasiun 4	110° 23' 38,9"E	6° 56' 53,48"S
Stasiun 5	110° 23' 42"E	6° 56' 45,6"S
Stasiun 6	110° 23' 34,8"E	6° 56' 49,2"S
Stasiun 7	110° 23' 45,6"E	6° 56' 38,4"S
Stasiun 8	110° 23' 24"E	6° 56' 45,6"S
Stasiun 9	110° 23' 45,4"E	6° 56' 23,28"S
Stasiun 10	110° 23' 33,1"E	6° 56' 29,47"S
Stasiun 11	110° 23' 14,1"E	6° 56' 29,11"S



Gambar 1. Lokasi sampling penelitian

Prosedur penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air dan fitoplankton, sampel air digunakan untuk menganalisis konsentrasi nitrat, fosfat dan klorofil-a. Data pendukung dalam penelitian ini adalah suhu, salinitas, pH, dan intensitas sinar matahari. Sampel air untuk analisa kandungan klorofil-a, nitrat dan fosfat diambil pada lapisan permukaan dan dimasukkan ke dalam botol gelap kemudian disimpan dalam *cool box* yang nantinya akan dianalisa di laboratorium. Kandungan klorofil-a dianalisis menggunakan metode spektrofotometri, kemudian dilakukan perhitungan konsentrasi klorofil-a menurut Radojevic dan Bashkin (1999).

Sampel fitoplankton diambil dengan menggunakan teknik sampling pasif. Teknik ini merupakan teknik pengambilan sampel fitoplankton pada suatu stasiun sampling dan menyaring sampel fitoplankton di stasiun tersebut. Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan penyaringan 100 liter air ke dalam plankton net fitoplankton, kemudian ditambahkan lugol iodine dan dimasukkan dalam *cool box*. Selanjutnya dilakukan identifikasi fitoplankton dan dihitung data kelimpahan fitoplankton dengan rumus APHA (2005) dalam Hartoko (2013). Setelah mendapatkan data kelimpahan fitoplankton dilakukan perhitungan Indeks Saprobitas (SI) dan Tropik Saprobik Indeks (TSI) dengan rumus menurut Persone dan De Pauw (1983) dalam Anggoro (1988) sebagai berikut:

1. Indeks Saprobik (SI)

$$SI = \frac{1C + 3D + 1B - 3A}{1A + 1B + 1C + 1D}$$

Keterangan:

SI = Indeks Saprobik

A = Jumlah genera atau spesies organisme Polisaprobik

B = Jumlah genera atau spesies organisme α-Mesosaprobik

C = Jumlah genera atau spesies organisme β-Mesosaprobik

D = Jumlah genera atau spesies organisme Oligosaprobik

2. Tropik Saprobik Indeks (TSI)

$$TSI = \frac{1(nC) + 3(nD) + 1(nB) - 3(nA)}{1(nA) + 1(nB) + 1(nC) + 1(nD)} \times \frac{nA + nB + nC + nD + nE}{nA + nB + nC + nD}$$

Keterangan :

TSI = Tropik Saprobik Indeks

nA = Jumlah individu penyusun kelompok Polisaprobik

nB = Jumlah individu penyusun kelompok α-Mesosaprobik

nC = Jumlah individu penyusun kelompok β-Mesosaprobik

nD = Jumlah individu penyusun kelompok Oligosaprobik

nE = Jumlah individu penyusun selain A, B, C dan D

Selanjutnya setelah data didapatkan, dilakukan analisis Paired Sample T Test, regresi polinomial dan *Principal Component Analysis* (PCA). Paired Sample T Test untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan dari hasil analisis pada saat pasang dan surut. Analisis regresi polinomial digunakan untuk mengetahui pengaruh kelimpahan fitoplankton dengan klorofil-a, nitrat dan fosfat serta klorofil-a dengan nitrat dan fosfat di perairan. Menurut Juniarta *et al.*, (2016), Model regresi polinomial, struktur analisisnya sama dengan model regresi linier berganda. Artinya, setiap pangkat atau orde variabel prediktor (X) pada model polinomial, merupakan transformasi variabel awal dan dipandang sebagai sebuah variabel prediktor (X) baru dalam linier berganda. Sedangkan Analisis *principal component analysis* (PCA) menurut Hair *et al.*, (2014), adalah statistik pendekatan yang dapat digunakan untuk menganalisis keterkaitan diantara sejumlah besar variabel dan untuk menjelaskan variabel-variabel ini dalam kaitan dengan dimensi (faktor) yang mendasarinya. Hasil dari konsentrasi klorofil-a dan fitoplankton pada saat pasang dan surut dilakukan pemetaan menggunakan *software* ER Mapper 7.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis konsentrasi klorofil-a yang didapatkan pada saat pasang berkisar antara 0,016 – 2,394 mg/m³ sedangkan pada saat surut berkisar antara 0,102 – 1,051 mg/m³. Hal ini sesuai penelitian terdahulu Khaqiqoh *et al.*, (2014), kandungan klorofil-a sungai Banjir Kanal Barat selama penelitian berkisar 0,11 – 2,14 µg/L dikategorikan sebagai perairan oligotrofik sampai mesotrofik. Berdasarkan hasil uji T-test yang dilakukan untuk melihat perbedaan nilai klorofil-a pada saat pasang dan surut di muara sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. Hasil menunjukkan uji T-test dengan nilai signifikansi sebesar 0,118 (signifikansi >0,05), sehingga diperoleh kesimpulan

terima H_0 atau tidak ada perbedaan antara konsentrasi klorofil-a pada saat pasang maupun surut.

Nilai konsentrasi klorofil-a pada saat pasang memiliki nilai tertinggi pada stasiun 4 yang terletak pada sungai, sedangkan nilai terendah berada di stasiun 6 yang terletak pada muara. Hal tersebut karena pada stasiun 6 terdapat pipa pembuangan limbah dari pantai Marina sendiri, sehingga diduga menyebabkan terjadinya penurunan kandungan klorofil-a di perairan tersebut. Nilai konsentrasi klorofil-a pada saat surut memiliki nilai tertinggi pada stasiun 7 yang terletak pada pantai, sedangkan nilai terendah berada di stasiun 9 yang terletak pada lepas pantai. Hal ini diduga pada saat surut limpahan dari air sungai lebih banyak sehingga nutrisi yang ada di sungai dibawa oleh arus menuju arah laut. Namun pada daerah lepas pantai kandungan klorofil-a semakin menurun dibandingkan pada daerah sungai. Menurut Fernandes *et al.*, (2019), aliran masuk air tawar memainkan peran kunci dalam pengiriman bahan organik dan nutrisi ke muara dan bertindak sebagai pembawa klorofil-a.

Konsentrasi nitrat dan fosfat pada saat pasang yakni berkisar 0,134 – 8,003 mg/l dan 0,035 – 0,786 mg/l. Nilai nitrat terendah berada di stasiun 6 dan nilai fosfat terendah berada di stasiun 3. Konsentrasi nitrat dan fosfat pada saat surut berkisar antara 0,314 – 4,003 dan 0,119 – 2,905 mg/l. Menurut penelitian Oktaviani *et al.*, (2015) yaitu nilai konsentrasi nitrat di perairan muara Sungai Banjir Kanal Barat pada kondisi surut berkisar antara 0,6145 – 0,3076 mg/l, dan nilai konsentrasi fosfat pada kondisi surut berkisar antara 0,049 – 0,164 mg/l.

Berdasarkan hasil uji T-test yang dilakukan untuk melihat perbedaan nilai nitrat dan nilai fosfat pada saat pasang dan surut di muara sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. Hasil menunjukkan uji T-test konsentrasi nitrat dengan nilai signifikansi sebesar 0,882 (signifikansi $>0,05$), sehingga diperoleh kesimpulan terima H_0 atau tidak ada perbedaan

antara konsentrasi nitrat pada saat pasang maupun surut. Sedangkan hasil menunjukkan uji T-test konsentrasi fosfat dengan nilai signifikansi sebesar 0,006 (signifikansi $<0,05$), sehingga diperoleh kesimpulan tolak H_0 atau terdapat perbedaan antara konsentrasi fosfat pada saat pasang maupun surut.

Nilai konsentrasi nitrat dan fosfat pada saat pasang memiliki nilai tertinggi pada stasiun 3 dan stasiun 1 yang terletak pada sungai. Sedangkan pada saat surut nilai tertinggi nitrat berada di stasiun 10 berada di laut dan fosfat tertinggi pada stasiun 5 yang berada di muara. Tingginya nitrat dan fosfat pada daerah sungai diduga karena terdapat limpahan dari darat yang kaya akan bahan organik, sedangkan pada saat surut nitrat tertinggi di stasiun 10 yang berada di laut diduga karena terbawa arus dari sungai menuju laut. Menurut Putri dan Sari (2015), distribusi horisontal nitrat dan fosfat di permukaan perairan menunjukkan nilai yang tinggi pada perairan yang dekat dengan pantai dan mengalami penurunan seiring menuju ke arah laut. Barroso *et al.*, (2016), umumnya aliran air tawar membawa nutrisi ke muara dan akibatnya meningkatkan konsentrasi nutrisi.

Jenis fitoplankton yang dapat ditemukan dari hasil penelitian yaitu terdapat 4 kelas dan 25 genera yaitu *Bacillariophyceae* (14 genera), *Cyanophyceae* (3 genera), *Dinophyceae* (4 genera), *Chlorophyceae* (4 genera). Kelimpahan fitoplankton pada saat pasang yaitu berkisar antara 33 – 127 sel/l, sedangkan kelimpahan fitoplankton pada saat surut berkisar antara 18 – 200 sel/l. Genera yang sering ditemukan dari kelas *Bacillariophyceae* yakni *Skeletonema* sp dan dari kelas *Dinophyceae* yakni *Ceratium* sp. Kelas fitoplankton yang sering ditemukan yakni *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*. Menurut Nybakken (1992) dalam Hartoko (2013), *Bacillariophyceae* (Diatom) dan *Dinophyceae* (Dinoflagellata) adalah fitoplankton yang umumnya dapat ditemukan di air laut. Hasil analisis klorofil-a, nitrat dan fosfat disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis Klorofil-a, Nitrat dan Fosfat

Stasiun Pengamatan	Klorofil-a (mg/m ³)		Nitrat (mg/l)		Fosfat (mg/l)	
	Pasang	Surut	Pasang	Surut	Pasang	Surut
Stasiun 1	0,372	0,593	1,279	2,245	0,786	2,654
Stasiun 2	2,173	0,491	4,245	0,728	0,617	2,493
Stasiun 3	0,712	1,048	8,003	1,624	0,035	2,399
Stasiun 4	2,394	0,830	0,486	2,003	0,122	1,759
Stasiun 5	2,291	0,253	0,141	0,762	0,052	2,905
Stasiun 6	0,016	0,814	0,134	3,866	0,342	1,453
Stasiun 7	0,372	1,051	0,383	2,348	0,046	1,488
Stasiun 8	1,272	0,593	1,003	1,693	0,405	0,146
Stasiun 9	1,375	0,102	1,452	0,314	0,397	0,409
Stasiun 10	1,051	0,711	5,555	4,003	0,523	0,327
Stasiun 11	0,372	0,253	0,831	2,486	0,083	0,119
Rata-rata	1,127	0,613	2,138	2,007	0,310	1,468

Tabel 4. Hasil Kelimpahan Fitoplankton

No	Genus	Total (sel/l)		Persentase (%)	
		Pasang	Surut	Pasang	Surut
Bacillariophyceae					
1	<i>Nitzschia</i> sp.	138	135	15,92%	10,28%
2	<i>Coscinodiscus</i> sp.	21	75	2,42%	5,71%
3	<i>Skeletonema</i> sp.	149	334	17,19%	25,44%
4	<i>Rhizosolenia</i> sp.	2	5	0,23%	0,38%
5	<i>Chaetoceros</i> sp.	21	21	2,42%	1,60%
6	<i>Thalassionema</i> sp.	0	4	0,00%	0,30%
7	<i>Navicula</i> sp.	70	64	8,07%	4,87%
8	<i>Synedra</i> sp.	9	45	1,04%	3,43%
9	<i>Bacillaria</i> sp.	29	14	3,34%	1,07%
10	<i>Cyclotella</i> sp.	7	0	0,81%	0,00%
11	<i>Cocconeis</i> sp.	2	26	0,23%	1,98%
12	<i>Triceratium</i> sp.	14	96	1,61%	7,31%
13	<i>Gyrosigma</i> sp.	4	0	0,46%	0,00%
14	<i>Grammataphora</i> sp.	0	3	0,00%	0,23%
	Jumlah	466	822	53,75%	62,60%
Cyanophyceae					
15	<i>Oscillatoria</i> sp.	102	39	11,76%	2,97%
16	<i>Anabaena</i> sp.	9	5	1,04%	0,38%
17	<i>Microcystis</i> sp.	133	8	15,34%	0,61%
	Jumlah	244	52	28,14%	3,96%
Dinophyceae					
19	<i>Ceratium</i> sp.	106	292	12,23%	22,24%
20	<i>Peridinium</i> sp.	5	29	0,58%	2,21%
21	<i>Noctiluca</i> sp.	0	77	0,00%	5,86%
22	<i>Dinophysis</i> sp.	15	0	1,73%	0,00%
	Jumlah	126	398	14,53%	30,31%
Chlorophyceae					
23	<i>Pediastrum</i> sp.	23	21	2,65%	1,60%
24	<i>Staurastrum</i> sp.	6	18	0,69%	1,37%
25	<i>Dictyocha</i> sp.	0	2	0,00%	0,15%
26	<i>Scenedesmus</i> sp.	2	0	0,23%	0,00%
	Jumlah	31	41	3,58%	3,12%

Hasil analisis struktur komunitas fitoplankton (tabel 4) di muara sungai Banjir Kanal Barat yaitu menunjukkan nilai indeks keanekaragaman tinggi saat pasang pada stasiun 7 yaitu 1,92 dengan indeks keseragaman tinggi pula sebesar 0,80 dan indeks dominansi yang rendah sebesar 0,23. Sedangkan nilai indeks keanekaragaman tinggi saat surut pada stasiun 3 yaitu 2,13 dengan indeks keseragaman tinggi pula sebesar 0,89 dan indeks dominansi yang rendah sebesar 0,14.

Hasil genus yang paling ditemukan adalah *Skeletonema* sp. Hal ini seperti dalam penelitian

Hartoko (2013), perairan pesisir Semarang banyak ditemukan genus *Skeletonema* sp, hal ini karena *Skeletonema* sp merupakan pesaing nutrien yang baik dibandingkan genera lain yang dapat bertahan di air laut yang tercemar.

Berdasarkan hasil analisis kelimpahan fitoplankton, konsentrasi klorofil-a, nitrat dan fosfat dapat diketahui hubungan antar variabel. Hubungan antar variabel dilakukan dengan menggunakan regresi polinomial karena regresi polinomial menunjukkan hubungan lengkung satu sama lain. Hasil analisis disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Hubungan antara Klorofil-a, Fitoplankton, Nitrat dan Fosfat

Variabel	Persamaan		Koefisien korelasi (r)		Tingkat signifikansi	
	Pasang	Surut	Pasang	Surut	Pasang	Surut
Fitoplankton (Y) dengan klorofil-a (X)	$y = 8,8431x^2 - 16,89x + 68,332$	$y = -332,34x^2 + 394,75x + 27,464$	0,244	0,565	0,793	0,220
Fitoplankton (Y) dengan nitrat (X)	$y = 1,1471x^2 + 14,867x + 46,973$	$y = 0,7841x^2 - 18,345x + 146,58$	0,642	0,331	0,113	0,628
Fitoplankton (Y) dengan fosfat (X)	$y = 11,72x^2 + 39,487x + 55,981$	$y = 3,5475x^2 + 4,3529x + 96,203$	0,299	0,293	0,702	0,696

Klorofil-a (Y) dengan nitrat (X)	$y = -0.0412x^2 + 0.3076x + 0.914$	$y = -0.088x^2 + 0.5188x + 0.0393$	0,245	0,631	0,781	0,132
Klorofil-a (Y) dengan fosfat (X)	$y = -2.0297x^2 + 1.3178x + 1.0395$	$y = -0.2917x^2 + 0.8989x + 0.226$	0,141	0,708	0,922	0,062

Principal Component Analysis (PCA) digunakan untuk mengetahui seberapa keterkaitannya hubungan antar variabel. Hasil menunjukkan bahwa pada saat pasang fitoplankton memiliki arah yang sama dengan klorofil-a, nitrat dan fosfat. Namun berlawanan arah terhadap pH, salinitas, DO, suhu dan intensitas cahaya matahari. Sedangkan pada saat surut fitoplankton memiliki arah yang sama dengan klorofil-a, fosfat dan suhu. Namun berlawanan arah terhadap pH, salinitas, DO, nitrat dan intensitas cahaya matahari. Hasil analisis korelasi PCA menunjukkan hubungan yang bervariasi terhadap antar variabel. Hasil pada saat pasang menunjukkan fitoplankton dengan nitrat memiliki hubungan yang kuat dengan nilai korelasi sebesar 0,605484 dan memiliki hubungan yang lemah terhadap intensitas cahaya matahari dengan nilai korelasi sebesar 0,097166. Sedangkan pada saat surut fitoplankton memiliki hubungan yang kuat dengan arah negatif terhadap intensitas cahaya matahari sebesar -0,621562.

Jumlah konsentrasi klorofil-a dipengaruhi oleh jenis dari fitoplankton sendiri. Hal ini terletak dari perbedaan ukuran sel pada masing-masing fitoplankton. Kelimpahan fitoplankton yang sering ditemukan pada saat pasang dan surut adalah dari kelas *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*, dimana dikatakan pada beberapa penelitian menunjukkan kelas tersebut memiliki kandungan klorofil-a yang rendah dibandingkan dengan kelas yang lain. Menurut penelitian Adamovich dan Zhukova (2014), diperkirakan bahwa dalam ganggang hijau kandungan klorofil adalah 4-6 kali lebih tinggi daripada di *Cyanophyta* dan *Bacillariophyta*. Selain itu penelitian Felip dan Catalan (2000), hubungan klorofil-biovolume berubah dengan komposisi taksonomi fitoplankton, sampel dengan *Dinoflagellata* yang dominan menunjukkan kandungan pigmen klorofil-a terendah menurut ukuran selnya.

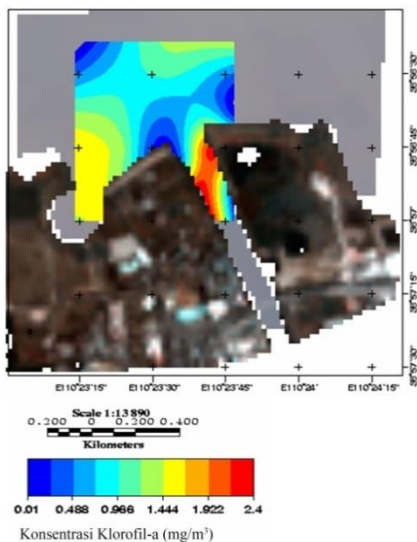
Hubungan antara fitoplankton dengan nitrat pada saat pasang dan surut menunjukkan polinomial negatif. Pada grafik menunjukkan semakin tinggi nitrat maka fitoplankton akan meningkat, namun pada suatu titik meningkatnya fitoplankton maka nitrat menurun. Hasil regresi antara hubungan kelimpahan fitoplankton dengan nitrat pada saat pasang dan surut memiliki nilai (r) sebesar 0,642 dan 0,331, nilai tersebut menunjukkan hubungan kuat pada saat pasang dan lemah pada saat surut. Berdasarkan hasil analisis *Principal Component Analysis* (PCA) terhadap kelimpahan fitoplankton dengan nitrat yaitu memiliki arah yang sama pada pasang dan berlawanan arah saat surut. Namun hasil korelasi PCA pada saat pasang sebesar 0,605484 dan saat surut sebesar -0,330714 yang artinya memiliki

hubungan yang kuat saat pasang dan lemah saat surut. Menurut Barroso *et al.*, (2016), konsentrasi nitrat adalah faktor lingkungan utama yang mempengaruhi komposisi fitoplankton di keempat estuari yang diteliti. Nitrogen adalah faktor utama yang membatasi produktivitas di sebagian besar estuari dan ekosistem laut pesisir di seluruh dunia. Menurut Balali *et al.*, (2013), biasanya diasumsikan, bahwa nitrogen adalah nutrisi pembatas utama untuk produksi fitoplankton di sebagian besar perairan pesisir.

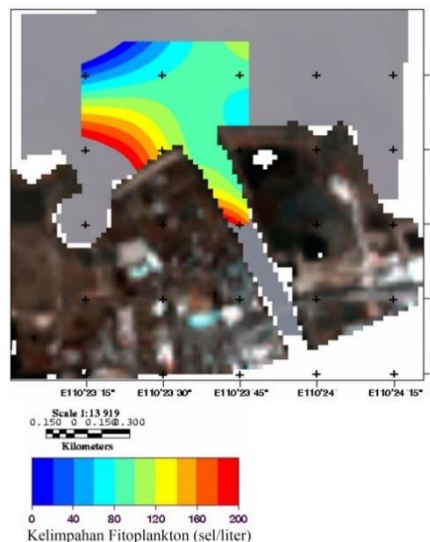
Hubungan antara kelimpahan fitoplankton dengan fosfat pada saat pasang dan surut menunjukkan polinomial positif. Pada grafik menunjukkan semakin tinggi fosfat maka fitoplankton akan meningkat. Hasil regresi antara hubungan kelimpahan fitoplankton dengan fosfat pada saat pasang dan surut memiliki nilai (r) sebesar 0,299 dan 0,293, nilai tersebut menunjukkan hubungan lemah pada saat pasang maupun surut. Berdasarkan hasil analisis *Principal Component Analysis* (PCA) terhadap kelimpahan fitoplankton dengan fosfat yaitu memiliki arah yang sama pada pasang dan saat surut. Namun hasil korelasi PCA pada saat pasang sebesar 0,298616 dan saat surut sebesar 0,294390 yang artinya memiliki hubungan yang lemah saat pasang dan surut. Menurut Barroso *et al.*, (2016), meskipun rasio atom TN: TP yang dibutuhkan oleh fitoplankton sekitar 16N: 1P, kebutuhan nutrisi masing-masing spesies dapat bervariasi sesuai dengan tingkat penyerapan, asimilasi dan kapasitas penyimpanan nutrisi.

Persebaran klorofil-a pada saat pasang maupun surut (Gambar 2a dan Gambar 2b) menunjukkan pola yang tinggi pada daerah dekat sungai dan semakin rendah pada daerah lepas pantai. Perbedaan dari pola persebaran pada saat pasang dan surut yaitu pada saat pasang terlihat tingginya konsentrasi klorofil-a hanya dominan di dekat sungai, namun pada saat surut terlihat tingginya konsentrasi klorofil-a menyebar dari dekat sungai menuju laut.

Berdasarkan hasil pemetaan horizontal kelimpahan fitoplankton di perairan muara sungai Banjir Kanal Barat, Semarang diperoleh persebaran fitoplankton yang kompleks. Persebaran fitoplankton pada saat pasang (Gambar 3a) menunjukkan pola yang dominan tinggi pada daerah dekat sungai dan pada laut. Persebaran fitoplankton pada saat surut (Gambar 3b) menunjukkan pola yang tinggi pada daerah sungai dan rendah pada laut.

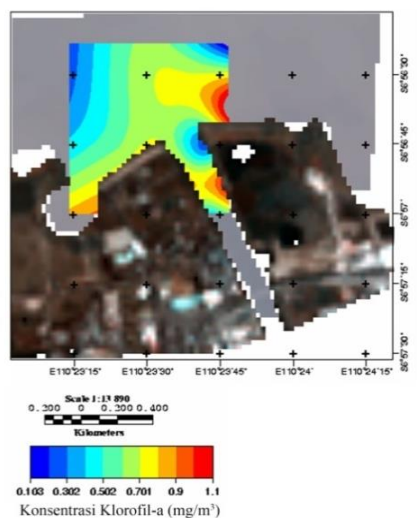


a



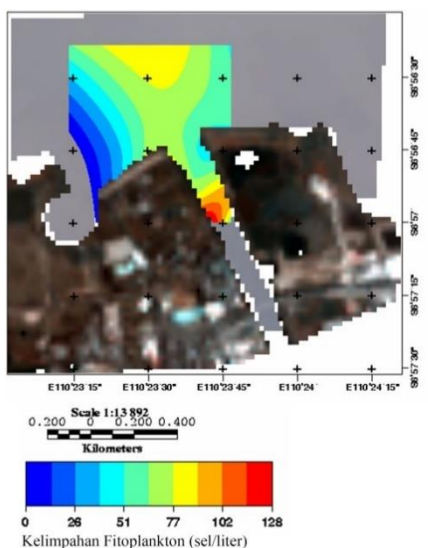
b

Gambar 3. Peta sebaran Kelimpahan fitoplankton pada saat pasang (a), dan pada saat surut (b) di muara sungai Banjir Kanal Barat, Semarang



b

Gambar 2. Peta sebaran konsentrasi klorofil-a pada saat pasang (a), dan pada saat surut (b) di muara sungai Banjir Kanal Barat, Semarang



a

Sebaran konsentrasi klorofil-a di permukaan perairan menunjukkan nilai yang bervariasi baik saat pasang maupun surut. Sebaran horizontal klorofil-a pada saat pasang maupun surut lebih tinggi pada lokasi sungai dan muara. Sebaran klorofil-a mulai berkurang ke arah laut. Fluktuasi distribusi tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a tidak hanya bergantung dengan intensitas cahaya matahari dan unsur hara di perairan, namun bergantung juga pada pasang surut pada daerah tersebut. Rata-rata unsur hara (Tabel 3) di daerah sungai lebih tinggi daripada lepas pantai. Penelitian Marlian *et al.*, (2015), perairan yang dekat dengan daratan (sungai, muara, dan pinggir teluk) memiliki kandungan unsur hara tinggi yang diikuti dengan tingginya sebaran horizontal klorofil-a, dan perairan yang jauh dari daratan terlihat memiliki kandungan unsur hara rendah yang diikuti juga dengan rendahnya sebaran horizontal klorofil-a. Buakaew *et al.*, (2018), perubahan keseluruhan komposisi klorofil-a dan fitoplankton di muara mencerminkan pengaruh rezim pasang surut di daerah tersebut.

Sebaran fitoplankton di permukaan perairan muara sungai Banjir Kanal Barat baik pada saat pasang maupun surut menunjukkan kelimpahan fitoplankton tertinggi berada di daerah sungai dan mulai menurun pada daerah lepas pantai. Hal ini sejalan dengan hasil konsentrasi klorofil-a yang tinggi pada daerah sungai dan menurun pada daerah lepas pantai. Pada saat surut kelimpahan fitoplankton lebih tinggi dibandingkan saat pasang, hal ini diduga karena faktor cahaya matahari mempengaruhi jumlah sel fitoplankton. Menurut Shabrina *et al.*, (2018), Meningkatnya intensitas sinar matahari menyebabkan produktivitas primer juga meningkat dan mungkin terkait dengan meningkatkan jumlah sel fitoplankton di laut permukaan.

Hasil nilai indeks saprobik di perairan muara sungai Banjir Kanal Barat, Semarang yaitu pada saat pasang menunjukkan nilai rata-rata indeks saprobik sebesar 1,34 dan dikategorikan sebagai β -Mesosaprobik atau pencemaran ringan dari bahan organik. Nilai rata-rata indeks saprobik pada saat surut sebesar 1,60 dan dikategorikan sebagai oligosaprobik atau tercemar sangat ringan dari bahan organik. Tropik saprobik indeks pada saat pasang dan surut menunjukkan nilai sebesar 1,70 dan 2,37 hal ini dikategorikan sebagai oligosaprobik atau tercemar sangat ringan dari bahan organik. Menurut penelitian Nuriasih *et al.*, (2017) di pantai Marina Semarang,

hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi penelitian didominasi oleh perairan kategori β -Mesosaprobik (pencemaran sedang), dan sebagian kecil memiliki kategori Oligosaprobik (pencemaran sangat ringan). Menurut Hidayat (2018), indeks saprobik menunjukkan status kontaminasi masih sangat sedikit hingga terkontaminasi ringan (positif 0,33-2,27). Kondisi kontaminasi kecil di perairan Jawa Tengah ini, terutama sesuai dengan indeks H, menunjukkan kemungkinan untuk diperkaya dengan tambahan pembudidaya. Hasil nilai indeks saprobik dan tropik saprobik indeks disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Nilai Indeks Saprobik dan Tropik Saprobik Indeks

	SI		TSI	
	Pasang	Surut	Pasang	Surut
Rata-rata	1,34	1,60	1,70	2,37
Kelompok Saprobitas	β -Mesosaprobik	Oligosaprobik	Oligosaprobik	Oligosaprobik

Hasil penelitian menunjukkan SI dan TSI pada saat surut tergolong dalam oligosaprobik atau tercemar sangat ringan dari bahan organik, hal ini diduga karena disekitar perairan tidak ada mangrove, pertanian atau pertambakan sehingga tidak ada masukkan nutrient yang terlalu dominan, selain itu diduga organisme plankton yang ada di perairan. Kelas yang terbanyak yang ditemukan adalah Bacillariophyceae dan Dinophyceae. Kelas Dinophyceae menunjukkan perairan tergolong dalam oligosaprobik. Menurut Ramadhan *et al.*, (2016) perairan dengan komunitas pembentuk Chlorophyceae dan Bacillariophyceae, seperti yang ada di Situ Gunung, menunjukkan status perairan oligotrofik. Selain itu kehadiran kelas Dinophyceae pada perairan Situ Gunung juga mengindikasikan bahwa Situ Gunung termasuk ke dalam perairan oligotrofik.

Terdapat perbedaan hasil nilai SI dan TSI pada saat pasang maupun surut dapat diduga karena terdapat perbedaan pada kualitas perairan tersebut serta organisme saprobik didalamnya. Nilai SI pada saat pasang menunjukkan β -mesosaprobik atau terdapat pencemaran sedang sampai ringan dari bahan organik, sedangkan saat surut tergolong oligosaprobik. Menurut Suryanti (2008), tingkat pencemaran yang lebih tinggi pada saat pasang dibandingkan pada saat surut tersebut mengindikasikan bahwa parameter-parameter pencemar lebih berasal dari kegiatan-kegiatan di laut dibandingkan kegiatan-kegiatan di darat. Menurut Hartoko (2013), keberadaan organisme saprobik sebagai indikator air laut akan ditentukan oleh kualitas air dari air laut itu sendiri. Hal ini karena setiap organisme saprobik akan menempati area tertentu. Menurut Ramadhan *et al.*, (2016), selain itu, perubahan musim dan faktor kimia-fisik dapat mempengaruhi nilai indeks saprobik yang dikarenakan berubahnya struktur komunitas fitoplankton.

Hasil pengukuran kualitas perairan di muara sungai Banjir Kanal Barat menunjukkan pada saat pasang nilai suhu berkisar 29 – 30°C, kecerahan berkisar antara 0,22 – 1,24 m, intensitas cahaya di perairan berkisar antara 14,4 – 369 lux, salinitas berkisar antara 0 – 30‰, nilai DO (*Dissolve Oxygen*) berkisar antara 4,68 - 6,88 mg/l dan pH berkisar 6 - 7. Hasil pengukuran pada saat surut menunjukkan nilai suhu berkisar antara 29 – 31°C, kecerahan berkisar antara 0,12 – 0,925 m, intensitas cahaya di perairan berkisar antara 54.630 – 67.590 lux, salinitas berkisar antara 0 – 31‰, nilai DO (*Dissolve Oxygen*) berkisar antara 3,2 – 6,04 mg/l, dan pH dengan rata-rata sebesar 7. Nilai DO (*Dissolve Oxygen*) menunjukkan nilai terendah pada saat pasang berada di stasiun 5 sedangkan pada saat surut berada di stasiun 8. Menurut Hartoko (2013), terjadinya oksigen dalam air laut terutama berasal dari difusi oksigen atmosfer dan produk dari aktivitas fotosintesis organisme pigmen hijau. Salinitas juga memiliki peranan penting untuk fitoplankton sendiri, pendapat Hartoko (2013), semakin tinggi salinitasnya, plankton akan memiliki lebih banyak energi untuk pertumbuhan dan juga kelangsungan hidup mereka di air laut, sedangkan dalam kondisi salinitas rendah komunitas plankton akan cenderung sulit bertahan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan yaitu konsentrasi klorofil-a pada saat pasang lebih tinggi daripada saat surut sedangkan kelimpahan fitoplankton lebih tinggi pada saat surut daripada saat pasang. Hubungan yang kuat dari analisa regresi polinomial dan PCA yaitu pada fitoplankton dengan nitrat saat pasang serta klorofil-a dengan nitrat saat surut. Sebaran horizontal klorofil-a dan fitoplankton pada saat pasang maupun surut lebih tinggi pada lokasi sungai sampai muara dan berkurang pada

lepas pantai. Perairan muara sungai Banjir Kanal Barat, Semarang berdasarkan hasil indeks saprobitas (SI) menunjukkan pada saat pasang tergolong β -mesosaprobik atau pencemaran sedang sampai ringan, sedangkan pada saat surut tergolong oligosaprobik atau pencemaran ringan atau belum tercemar. Berdasarkan hasil tropik saprobik indeks (TSI) menunjukkan pada saat pasang dan surut tergolong oligosaprobik atau pencemaran ringan atau belum tercemar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Dr. Ir. Abdul Ghofar, M.Sc. dan Arif Rahman, S.Pi., M.Si selaku penguji. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, S. 1988. Analisa Tropik Saprobitik untuk Menilai Kelayakan Lokasi Budidaya Laut. Perguruan Tinggi Se Jawa Tengah LPWP Univ. Diponegoro, Semarang
- Balali, S., S.A. Hoseini., R. Ghorbani., H. Kordi dan E.A. Khozani. 2013. Relationships between nutrients and chlorophyll-a concentration in the international Alma Gol Wetland, Iran. *International Journal of Aquaculture Research Development*. 1(2): 68-75
- Barroso, H.S., H. Becker dan V.M.M. Melo. 2016. Influence of River Discharge on Phytoplankton Structure and Nutrient Concentrations in Four Tropical Semiarid Estuaries. *Brazilian Journal of Oceanography*. 64(1):37-48
- Buakaew, K., C. Meksumpun., S. Meksumpun., C. Ruengson., P. Thaipichitburapa dan P. Sangmek. 2018. Changes of Chlorophyll a in an Intertidal Bangtaboon Estuary in Relation to Tidal Driven Salinity and Nutrients. *Journal of Fisheries and Environment*. 42(3): 53-65
- Dewanto, W., A. Ismanto dan Widianingsih. 2015. Analisis Sebaran Horizontal Klorofil-a Di Perairan Tugu Semarang. *Jurnal Oseanografi*. 4(2): 366-378
- Fernandes, E., C. Teixeira dan A.A. Bordalo. 2019. Coupling between Hydrodynamics and Chlorophyll a and Bacteria in a Temperate Estuary: A Box Model Approach. *Water*. 11(588): 1-17
- Hartoko, Agus. 2013. Oceanographic Characters and Plankton Resources of Indonesia. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Hidayat, J.W. 2018. The water quality and Cultivant enrichment potency of pond based on saprobic index at north coastal waters of Central Java, Indonesia. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1025. 1-8
- Khaqiqoh, N., P.W. Purnomo dan B. Hendrarto. 2014. Pola Perubahan Komunitas Fitoplankton di Sungai Banjir Kanal Barat Semarang Berdasarkan Pasang Surut. *Diponegoro Journal of Maquares*. (3)2: 92-101
- Mariana, R., S. Rudiyantri dan Boedi Hendrarto. 2016. Kondisi Perairan Sungai Morosari Demak Pada Lokasi yang Berbeda Ditinjau dari Kandungan Klorofil-A, Nitrat, Fosfat, dan Fitoplankton. *Diponegoro Journal of Maquares*. 5(4): 233-241
- Nugraheni, D.D., M. Zainuri dan R.N.A. Ati. 2014. Studi Tentang Variabilitas Klorofil-a dan Net Primary Productivity di Perairan Morosari, Kecamatan Sayung, Demak. *Jurnal Oseanografi*. 3(4): 519-527
- Nuriasih, D.M., S. Anggoro dan Haeruddin. 2017. Saprobitic analysis to Marina coastal, Semarang city. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 1-6
- Oktaviani, A., M. Yusuf dan L. Maslukah. 2015. Sebaran Konsentrasi Nitrat dan Fosfat di Perairan Muara Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang. *Jurnal Oseanografi*. 4(1): 85-92
- Radojevic, M dan Bashkin V. N. 1999. *Practical Environmental Analysis*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 466 p
- Ramadhan, F., A.F. Rijaluddin dan M. Assuyuti. 2016. Studi Indeks Saprobitik dan Komposisi Fitoplankton Pada Musim Hujan di Situ Gunung, Sukabumi, Jawa Barat. *Journal of Biology*. 9(2): 95-102
- Rasyid, H.A., D. Purnama dan A.B. Kusuma. 2018. Pemanfaatan Fitoplankton Sebagai Bioindikator Kualitas Air di Perairan Muara Sungai Hitam Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. *Jurnal Enggano*. (3)1: 39-51
- Shabrina, B., L. Maslukah dan S.Y. Wulandari. 2018. Chlorophyll-a Distribution and Its Relation with Current Pattern in Northern Waters of Central Java. *Omni-Akuatika*. 14 (1): 69-76
- Supriharyono. 2008. Intisari Materi Kuliah Metodologi Penelitian. Universitas Diponegoro. Semarang
- Suryanti. 2008. Kajian Tingkat Saprobitas di Muara Sungai Morodemak Pada Saat Pasang Dan Surut. *Jurnal Saintek Perikanan*. 4(1): 76 – 83
- Juniarta, A., A. Hartoko dan Suryanti. 2016. Analisis Produktivitas Primer Tambak Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*, Forsskal) Dengan Data Citra Satelit Ikonos Di Kabupaten Pati, Jawa Tengah. *Diponegoro Journal of Maquares*. 5(1): 83-90.