



ANALISIS BEBAN PENCEMARAN DETERJEN DAN INDEKS KUALITAS AIR DI SUNGAI BANJIR KANAL BARAT, SEMARANG DAN HUBUNGANNYA DENGAN KELIMPAHAN FITOPLANKTON

Analysis of Load Pollution Detergent and Water Quality Index in Banjir Kanal Barat River, Semarang and Relation with Abundance of Phytoplankton

Devi Asmiyatna Sari, Haeruddin*), Siti Rudiyaniti

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 : asmiyatnadevi@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Banjir Kanal Barat merupakan saluran utama drainase kota. Pembuangan limbah deterjen yang langsung ke saluran drainase tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu, mengakibatkan peningkatan beban pencemaran dan penurunan kualitas air di Sungai Banjir Kanal Barat. Pencemaran deterjen dapat mengakibatkan *eutrofikasi* di perairan sungai, karena senyawa fosfat yang terdapat di dalam deterjen memacu pertumbuhan fitoplankton dan mengakibatkan *blooming* fitoplankton. Penelitian dilakukan pada bulan Februari – Maret 2016 di Sungai Banjir Kanal Barat yang bertujuan untuk mengetahui beban pencemaran limbah deterjen, mengetahui Indeks Kualitas Air (IKA), mengetahui konsentrasi deterjen dan kelimpahan fitoplankton, serta menganalisis hubungan konsentrasi deterjen dengan fitoplankton. Metode yang digunakan adalah metode survey dengan teknik *purposive sampling*. Lokasi sampling dibagi menjadi 3 stasiun dan 3 titik bagian (tepi, tengah, tepi) sungai. Pengambilan sampel air menggunakan metode *integrated sample* atau sampel gabungan tempat, sedangkan pengambilan sampel fitoplankton dilakukan secara pasif dengan metode penyaringan. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi deterjen di lokasi penelitian berada dalam kisaran 0,05-0,62 mg/l. Kelimpahan fitoplankton tertinggi pada semua stasiun adalah *Trichodesmium* sp., dimana *Trichodesmium* sp. merupakan indikator adanya pencemaran organik. Berdasarkan analisis regresi, kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh konsentrasi deterjen sebesar 31,4% dan sisanya 68,6% dipengaruhi faktor lain. Beban pencemaran deterjen di Sungai Banjir Kanal Barat berkisar antara 13,18-215,67 ton/tahun. Indeks Kualitas Air Sungai Banjir Kanal Barat yaitu berkisar antara 1-5 yang tergolong dalam perairan sangat bersih-tercemar berat dan tidak baik digunakan untuk kegiatan perikanan.

Kata Kunci : Deterjen; Kelimpahan Fitoplankton; Beban Pencemaran; Indeks Kualitas Air; Sungai Banjir Kanal Barat

ABSTRACT

Banjir Kanal Barat River is the main drainage channel of the city. Waste disposal detergent into drainage without any waste treatment liquid first, caused in increase load pollution detergent and decrease of water quality in Banjir Kanal Barat River. Detergent pollution can cause eutrophication in the river, because phosphate compounds contained in detergent can stimulate phytoplankton growth and phytoplankton blooming. The study was conducted in February 2016 - March 2016 at Banjir Kanal Barat River which aimed to analyzing the load pollution and Water Quality Index (WQI), determine the concentration of detergent and abundance of phytoplankton, analyzing relation between detergent concentration with abundance of phytoplankton. This research used survey method and purposive sampling. The location of sampling been divided into 3 station and 3 points (edge, middle, edge). Water sampling using integrated sample method, while phytoplankton sampling are carried passively by filtration method. The results showed detergent concentrations were in the range of 0,05-0,62 mg/l. Abundance phytoplankton on the highest all stations are Trichodesmium sp., where Trichodesmium sp. an indicator of organic pollution. Based on corelation analysis, the abundance of phytoplankton is affected by the detergent concentration of 31,4% and 68,6% influenced by other factors. Load pollution of detergent in Banjir Kanal Barat River were in the range 13,18-215,67 ton/tahun. Water Quality Index in Banjir Kanal Barat River was category 1-5 belonging to the clean waters-heavily contaminated and not recommended use for fishing activities.

Keywords : Detergent; Phytoplankton Abundance; Load Pollution; Water Quality Index; Banjir Kanal Barat River

*) Penulis penanggungjawab

1. PENDAHULUAN

Sungai adalah sebuah ekosistem yang menjadi tempat hidup bagi berbagai macam organisme. Sungai juga sangat berperan penting bagi manusia, karena sungai menyediakan air untuk berbagai kegiatan seperti pertanian, industri, maupun domestik (Siahaan *et al.*, 2011).

Sungai Banjir Kanal Barat merupakan saluran utama yang menjadi jalur lewatnya air sebelum menuju ke laut. Sungai yang merupakan kelanjutan dari Sungai Kali Garang ini memiliki fungsi yang cukup penting bagi Kota Semarang, karena memiliki fungsi sebagai saluran utama drainase kota yaitu untuk membebaskan suatu wilayah (pemukiman yang padat) dari genangan air atau banjir dan sebagai saluran pembuangan air rumah tangga di Kota Semarang. Oleh karena itu, semua limbah salah satunya adalah deterjen yang berasal dari saluran pembuangan tersebut akan mengalir melalui drainase dan masuk ke dalam perairan Sungai Banjir Kanal Barat, sehingga gangguan lingkungan terkait dengan masuknya limbah deterjen ke dalam saluran drainase mengakibatkan peningkatan beban pencemaran deterjen dan penurunan kualitas air di Sungai Banjir Kanal Barat yang secara langsung akan mengalir ke dalam pesisir Teluk Semarang. Menurut Suharjono (2010), kemajuan teknologi dan pertumbuhan jumlah penduduk juga telah meningkatkan kebutuhan deterjen sebagai bahan pembersih. Deterjen yang digunakan pada saat ini dominan mengandung bahan aktif surfaktan anionik *Linier Alkilbenzene Sulfonat* (LAS).

Deterjen yang terlarut dalam air dapat menimbulkan busa yang menghalangi penetrasi cahaya sehingga menghambat fotosintesis dan membunuh mikroalga serta menghalangi difusi oksigen dari udara sehingga suplai oksigen ke badan air berkurang. Senyawa fosfat dalam deterjen juga dapat menyebabkan eutrofikasi yang mengakibatkan ledakan populasi (*blooming*) tanaman air dan fitoplankton. Menurut Edward dan Subadyo (1994), deterjen anionik pada konsentrasi antara 10 mg/l-600 mg/l bersifat racun terhadap fitoplankton. Sedangkan deterjen yang mengandung *Alkyl Benzene Sulfonat* (ABS) sifat racunnya pada alga sudah terlihat pada konsentrasi 0,5 mg/l.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu untuk diketahui seberapa besar beban pencemaran deterjen di Sungai Banjir Kanal Barat sebelum dibuang atau dialirkan ke pesisir Teluk Semarang dan Indeks Kualitas Air (IKA) yang digunakan untuk menunjukkan tingkat atau kelas pencemaran sungai tersebut. Beban pencemaran dan IKA dilihat dengan beberapa parameter yaitu parameter fisika yang terdiri dari suhu, arus, kecerahan, kedalaman, dan debit, kemudian untuk parameter kimia yang digunakan adalah konsentrasi deterjen, pH, salinitas, dan DO. Selain itu, juga diperkuat menggunakan parameter biologi yaitu fitoplankton yang berguna untuk mengetahui kaitan fitoplankton dengan pencemaran deterjen di perairan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui beban pencemaran deterjen dan Indeks Kualitas Air serta mengetahui hubungan konsentrasi deterjen dengan kelimpahan fitoplankton di Sungai Banjir Kanal Barat Semarang.

2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

1. Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini berupa sampel air dan sampel fitoplankton dari Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu DO meter untuk mengukur oksigen terlarut perairan. pH paper untuk mengukur pH perairan. Alat tulis untuk mencatat hasil pengamatan. *Secchi disk* untuk mengukur kecerahan dan kekeruhan. *Plankton net mesh size* 0,25 μ m untuk menyaring fitoplankton. Botol sampel untuk menaruh air sampel ke dalam botol. Pipet tetes untuk mengambil sampel air. Kertas label untuk memberi tanda pada masing-masing botol sampel. Termometer untuk mengukur temperatur. *Sedgwick-rafter* untuk mencacah plankton. Mikroskop untuk mengidentifikasi plankton. GPS untuk menentukan lokasi sampling. Ember untuk mengambil sampel air. Salinorefraktometer untuk mengukur salinitas. Bola arus untuk mengukur kecepatan arus. Turbidimeter untuk mengukur kekeruhan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aquades untuk kalibrasi alat. Sampel air untuk diuji konsentrasi deterjen. Sampel fitoplankton dan *lugol iodine* 4% untuk mengawetkan fitoplankton.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Metode survei yaitu metode penelitian yang dilakukan untuk memperoleh fakta-fakta dari gejala yang ada dan mencari keterangan secara faktual. Metode survei ini dilakukan terhadap sekumpulan obyek dengan asumsi bahwa obyek yang diteliti telah mewakili populasi yang diamati (Iqbal, 2004 *dalam* Sumartini *et al.*, 2013).

Penentuan Lokasi Sampling

Penentuan lokasi sampling ditetapkan dengan GPS dan pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* yaitu sampel diambil dengan maksud atau tujuan tertentu. Lokasi sampling lebih diarahkan pada *outlet* saluran drainase yang masuk ke perairan Sungai Banjir Kanal Barat. Pada lokasi pengambilan sampel air dan fitoplankton dibagi menjadi 3 stasiun yaitu stasiun 1 berada pada *outlet* saluran drainase atau pembuangan air dari kegiatan domestik di perumahan sekitar kawasan pantai Marina; stasiun 2 berada pada *outlet* rumah pompa drainase Bulu *Drain* yang membuang limbah dari perumahan dan industri sekitar Sungai

Banjir Kanal Barat, lokasi ini berada tepat di bawah jembatan Jalan Yos Sudarso; dan stasiun 3 berada pada outlet saluran drainase atau pembuangan air dari kegiatan pertokoan dan industri-industri kecil di kawasan Madukoro. Tiap stasiun dibagi menjadi 3 titik (tepi, tengah, tepi). Sampling dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dengan interval waktu 1 minggu. Waktu sampling dilakukan pada pagi hari saat kondisi surut.



Gambar 1. Peta Lokasi Sampling

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dilakukan menggunakan metode *Integrated sample* atau sampel gabungan tempat yaitu dengan menggabungkan tiga sampel air dari tiga titik pada tiap stasiun menjadi satu sampel air per stasiun.

Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan secara pasif dengan metode penyaringan (*filtration method*) dengan cara mengambil sampel air di ketiga titik pada setiap stasiun, di tiap titik dilakukan pengambilan air sebanyak 100 L dengan menggunakan ember bervolume 10; pengambilan sampel air 100 L dilakukan di tiap titik tetapi dari sisi yang berbeda-beda; menyaring sampel air menggunakan *plankton net* dengan botol penampung sampelnya berada dalam air; setelah 100 L tersaring, botol penampung sampel dilepaskan dari *plankton net* dan sampelnya dituangkan ke dalam botol sampel plankton; mengawetkan sampel menggunakan 1 ml *lugol iodine 4%* lalu diberi keterangan menggunakan label (nomor kode lokasi, hari-tanggal, dan jam); mengidentifikasi jenis fitoplankton pada setiap botol sampel dengan menggunakan mikroskop dan buku kunci identifikasi plankton dari M Sachlan (1982) dan Yamaji (1966).

Konsentrasi Deterjen yang dilakukan di laboratorium Balai Pengujian dan Informasi konstruksi (BPIK) Semarang menggunakan SNI 06-6989.51-2005.

Analisis Data

a. Perhitungan Beban Pencemaran

Beban pencemaran yang dihasilkan dari suatu kegiatan domestik maupun industri yang dibuang ke perairan sungai dan akhirnya masuk ke perairan pesisir Teluk Semarang, dapat dihitung berdasarkan persamaan (Mitsch dan Goesselink, 1994 dalam Marganof, 2007):

$$BP = Q \times C$$

Dimana :

BP = Beban pencemaran dari suatu sungai (gram/s)

Q = Debit sungai (m^3/s)

C = Konsentrasi limbah (mg/l)

Untuk mengkonversi beban limbah ke dalam ton/tahun dikalikan dengan $10^{-6} \times 3600 \times 24 \times 365$

b. Indeks Kualitas Air (IKA)

Perhitungan IKA dilakukan dengan menggunakan persamaan Altansuukh dan Davaa (2011):

$$IKA = \frac{\sum [C_i/PI_i]}{n}$$

Keterangan:

IKA = Indeks Kualitas Air

C_i = Konsentrasi peubah mutu air ke-i

PI_i = Baku mutu air yang diperbolehkan untuk peubah mutu air ke-i

n = Jumlah peubah mutu air yang diamati

© Copyright by Management of Aquatic Resources (MAQUARES)

Tabel 1. Klasifikasi Kualitas Air

Nilai IKA	Kualitas Air		Rekomendasi
	Tingkat	Kelas	
IKA $\leq 0,30$	1	Sangat Bersih	Tidak diperlukan pengolahan. Sesuai untuk berbagai macam penggunaan
$0,31 \leq \text{IKA} \leq 0,89$	2	Bersih	Untuk minum dan pertanian perlu pengolahan, untuk perikanan tanpa pengolahan
$0,90 \leq \text{IKA} \leq 2,49$	3	Tercemar Ringan	Tidak sesuai untuk minum dan pertanian, jika tidak ada pilihan maka perlu dilakukan pengolahan untuk kedua kebutuhan tersebut. Tidak memerlukan pengolahan jika digunakan untuk peternakan, rekreasi, dan tujuan olahraga
$2,50 \leq \text{IKA} \leq 3,99$	4	Tercemar Sedang	Dapat digunakan untuk irigasi dan keperluan industri dengan pengolahan terlebih dahulu
$4,00 \leq \text{IKA} \leq 5,99$	5	Tercemar Berat	Hanya dapat digunakan untuk kepentingan industri berat yang tanpa kontak badan setelah dilakukan pengolahan tertentu
IKA $\geq 6,00$	6	Kotor	Tidak sesuai untuk berbagai kebutuhan dan biaya pengolahan sangat ekstensif (mahal)

Sumber: Altansukh dan Davaa (2011) dalam Marganingrum (2013)

c. Identifikasi dan Perhitungan Sampel Plankton

Identifikasi fitoplankton dilakukan dengan cara mengambil 1 ml sampel plankton dari botol plankton menggunakan pipet tetes, dan meneteskannya ke *sedgwick rafter*, lalu menutup *sedgwick rafter* dengan *object glass*. Menurut Hartoko (2013), pengamatan sampel fitoplankton menggunakan mikroskop binokuler perbesaran 10x10. Perhitungan fitoplankton dengan menggunakan *sedgwick rafter* dengan cara menyisir 10 lapang pandang kotak *sedgwick rafter* kemudian menghitung fitoplankton yang tercacah di *sedgwick rafter*. Setelah itu, diidentifikasi menggunakan buku identifikasi M Sachlan (1982) dan Yamaji (1966).

Analisis data pada fitoplankton dianalisis dengan menggunakan perhitungan kelimpahan fitoplankton per liter dilakukan dengan menggunakan formulasi APHA (1989), yaitu:

$$N = \frac{T \cdot P \cdot V \cdot 1}{L \cdot P \cdot v \cdot w}$$

Keterangan :

N = Jumlah fitoplankton per liter

T = Luas gelas penutup (mm^2)

L = Luas lapang pandang (mm^2)

P = Jumlah fitoplankton yang tercacah

p = Jumlah lapang pandang yang diamati

V = Volume sampel fitoplankton yang tersaring (ml)

v = Volume sampel fitoplankton di bawah gelas penutup (ml)

w = Volume sampel fitoplankton yang disaring (liter)

d. Uji Korelasi

Menurut Ghozali (2013), analisis regresi, selain mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel atau lebih, juga menunjukkan arah hubungan antara variabel dependen dan variabel independen. Secara matematis analisa regresi linier sederhana dengan rumus berikut :

$$Y = \alpha + \beta X$$

Dimana:

Y = Variabel terikat/dependen

X = Variabel bebas/independen

α = intercept

β = slope

Perhitungan uji statistik tersebut akan mendapatkan nilai r (uji korelasi). Nilai r negatif (-) menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif atau berbanding terbalik antara kedua variabel, sedangkan untuk nilai r positif (+) menunjukkan bahwa terdapat korelasi positif atau berbanding lurus antara kedua variabel.

Regresi yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi linier sederhana, dimana bertujuan untuk mengetahui seberapa besar hubungan antara konsentrasi deterjen dengan kelimpahan fitoplankton di tiap stasiun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

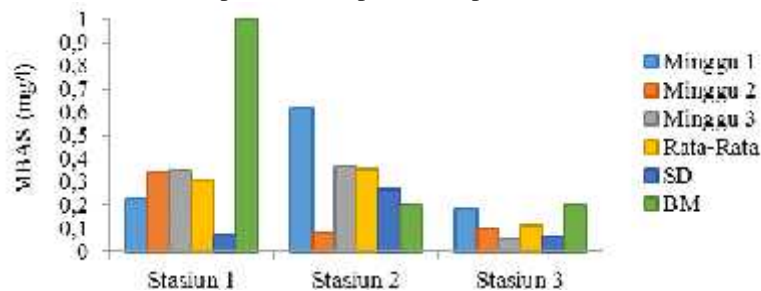
Lokasi penelitian berada di Sungai Banjir Kanal Barat, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang, Jawa Tengah. Lokasi pengambilan sampel terbagi menjadi tiga stasiun dengan masing-masing jarak tiap stasiun adalah 600 m. Secara geografis posisi koordinat lokasi pengambilan sampel adalah Stasiun 1 : $06^{\circ} 56' 59.27''$ LS

dan 110° 23'42.11" BT; Stasiun 2 : 06° 57'18.21" LS dan 110° 23'55.24" BT; Stasiun 3 : 06° 57'39.35" LS dan 110° 23'58.20" BT

Sungai Banjir Kanal Barat merupakan salah satu sungai besar yang berada di Kota Semarang. Sungai ini menjadi saluran utama drainase kota, sehingga memiliki fungsi yang cukup vital bagi Kota Semarang. Sungai ini bersama dengan Sungai Banjir Kanal Timur dibangun dengan tujuan mengatasi banjir yang terjadi di Kota Semarang. Aktivitas-aktivitas yang terdapat di sekitar Sungai Banjir Kanal Barat diantaranya yaitu pemukiman, pasar, ruko, dan industri baik kecil maupun besar. Pemukiman adalah aktivitas yang paling mendominasi sehingga banyak menghasilkan limbah domestik, salah satunya deterjen.

2. Konsentrasi Deterjen (MBAS)

Hasil pengukuran konsentrasi MBAS yang terdapat di Sungai Banjir Kanal Barat pada semua stasiun berkisar antara 0,05 mg/l – 0,62 mg/l. Konsentrasi tertinggi terdapat di stasiun 2 pada pengukuran minggu pertama yaitu 0,62 mg/l dan konsentrasi terendah terdapat di stasiun 3 pada pengukuran minggu ketiga yaitu 0,05 mg/l. Dilihat dari rata-rata semua stasiun, konsentrasi MBAS tertinggi juga berada di stasiun 2 sebesar 0,36 mg/l dengan standar deviasi 0,27 dan terendah berada di stasiun 3 sebesar 0,13 mg/l dengan standar deviasi 0,07. Nilai konsentrasi MBAS di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram Konsentrasi MBAS di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang

Keterangan gambar: SD = Standar Deviasi BM = Baku Mutu

3. Kelimpahan Fitoplankton

Hasil kelimpahan fitoplankton di semua stasiun pada pengulangan minggu pertama, kedua, dan ketiga dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelimpahan Fitoplankton di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang

No	Genus	Minggu 1 (Ind/l)			Minggu 2 (Ind/l)			Minggu 3 (Ind/l)		
		St 1	St 2	St 3	St 1	St 2	St 3	St 1	St 2	St 3
A Bacillariophyceae										
1	<i>Pleurosigma</i> sp.	63	-	85	-	-	-	21	21	42
2	<i>Actinocyclus</i> sp.	21	-	-	-	-	-	-	-	-
3	<i>Nitzschia</i> sp.	255	169	106	319	298	446	531	424	297
4	<i>Biddulphia</i> sp.	85	-	21	21	-	-	85	-	42
5	<i>Coscinodiscus</i> sp.	84	85	42	84	42	63	425	212	85
6	<i>Navicula</i> sp.	276	127	-	382	191	212	106	318	255
7	<i>Skeletonema</i> sp.	108	-	2	21	-	-	170	64	42
8	<i>Leptocylindrus</i> sp.	-	-	-	127	21	42	339	42	-
9	<i>Gyrosigma</i> sp.	-	-	-	2	-	-	-	-	-
10	<i>Thalassiotrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-	63	-	-
11	<i>Minidiscus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	21	85	-
12	<i>Stephanopyxis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	42
B Cyanophyceae										
13	<i>Trichodesmium</i> sp.	829	5245	679	319	1252	637	658	2294	552
14	<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	-	-	-	21	21	-
15	<i>Spirulina</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	63
16	<i>Hyalodiscus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	64
C Chrysophyceae										
17	<i>Pediastrum</i> sp.	21	21	21	21	-	21	64	42	21
D Chlorophyceae										
18	<i>Sphaerocystis</i> sp.	-	106	21	21	21	-	21	-	-
19	<i>Scenedesmus</i> sp.	127	42	170	-	-	-	-	-	-
20	<i>Laegerheimia</i> sp.	21	-	21	-	-	-	-	-	-
E Desmidiaceae										
21	<i>Gonatozygon</i> sp.	-	-	42	-	-	-	42	21	64

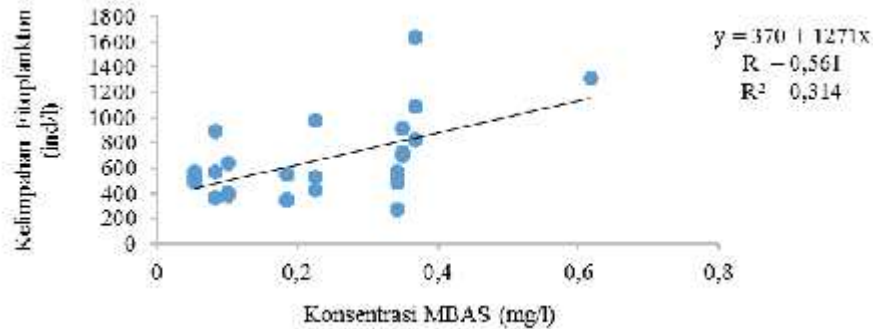
Lanjutan Tabel 2. Kelimpahan Fitoplankton di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang

22	<i>Gronbladia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	21
F	Xanthophyceae								
19	<i>Tribonema</i> sp.	21	-	-	-	-	-	63	-
	Kelimpahan (N Total)	1911	5795	1210	1317	1825	1421	2630	3544

Keterangan : (-) = Tidak tercacah

4. Hubungan Konsentrasi MBAS dengan Kelimpahan Fitoplankton

Hasil analisis hubungan MBAS dengan kelimpahan fitoplankton dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

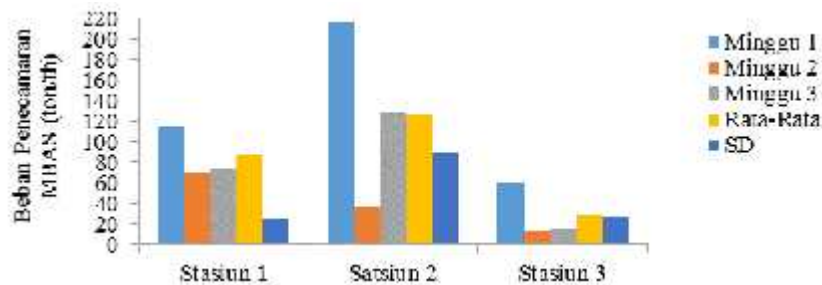


Gambar 3. Grafik hubungan MBAS terhadap kelimpahan fitoplankton di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang

Berdasarkan gambar 2 persamaan regresi linier yang diperoleh yaitu $y = 370 + 1271x$ menyatakan bahwa setiap penambahan 1 mg/l MBAS maka kelimpahan fitoplankton bertambah sebesar 1271 individu/liter. Nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,561 yang berarti hubungan konsentrasi MBAS terhadap kelimpahan fitoplankton memiliki keamatan hubungan yang cukup. Nilai koefisien determinasi (R^2) menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh konsentrasi MBAS sebesar 31,4% dan sisanya 68,6% dipengaruhi oleh faktor lain.

5. Beban Pencemaran Deterjen (MBAS)

Hasil analisis perhitungan beban pencemaran MBAS pada semua stasiun memiliki kisaran antara 13,18 ton/tahun - 215,67 ton/tahun. Nilai beban MBAS tertinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu 37,57 ton/tahun - 215,67 ton/tahun dengan rata-rata sebesar 127,44 ton/tahun dan nilai terendah pada stasiun 3 yaitu 13,18 ton/tahun - 61,15 ton/tahun dengan rata-rata 29,47 ton/tahun. Stasiun 1 memiliki nilai beban MBAS sebesar 69,66 ton/tahun - 116,24 ton/tahun dengan rata-rata 86,86 ton/tahun. Nilai beban pencemaran MBAS di lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Histogram Beban Pencemaran MBAS di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang

Keterangan gambar: SD = Standar Deviasi BM = Baku Mutu

6. Indeks Kualitas Air (IKA)

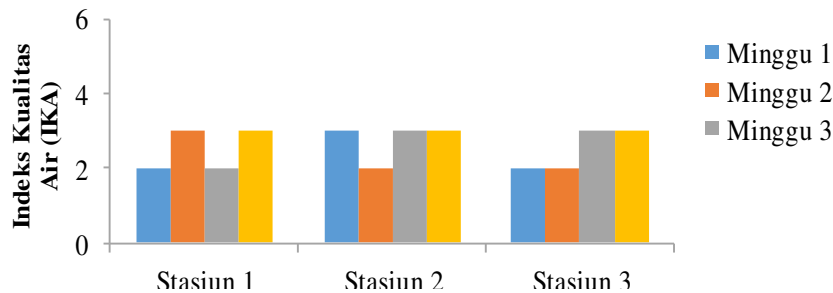
Hasil analisis Indeks Kualitas Air (IKA) pada penelitian yang dilakukan di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis IKA di Sungai Banjir Kanal Barat

No	Pengulangan	Parameter	Stasiun		
			1	2	3
1	Minggu 1 (16 Februari 2016)	MBAS	0,25 (1)	3,09 (4)	0,92 (3)
		Kekeruhan	0,97 (3)	-	-
		DO	0,58 (2)	0,63 (2)	0,63 (2)
	IKA Stasiun (per pengulangan)			0,60 (2)	1,86 (3)
2	Minggu 2 (23 Februari 2016)	MBAS	0,34 (2)	0,42 (2)	0,50 (2)
		Kekeruhan	4,88 (5)	-	-
		DO	0,68 (2)	0,72 (2)	0,86 (2)

	IKA Stasiun (per pengulangan)	1,97 (3)	0,57 (2)	0,68 (2)
3	Minggu 3 MBAS	0,35 (2)	1,84 (3)	2,69 (4)
	(1 Maret 2016) Kekeruhan	1,39 (3)	-	-
	DO	0,70 (2)	0,59 (2)	0,73 (2)
	IKA Stasiun (per pengulangan)	0,81 (2)	1,21 (3)	1,71 (3)
	IKA Stasiun	1,13 (3)	1,21 (3)	1,04 (3)
	IKA Keseluruhan		1,13 (3)	

Berdasarkan hasil analisis IKA pada semua stasiun dan dari semua parameter yang diamati diperoleh bahwa hasilnya berkisar dari 1 (sangat bersih) hingga 5 (tercemar berat). IKA tertinggi sebesar 4,88 (5) dari parameter kekeruhan terdapat di stasiun 1 pengulangan minggu kedua dan IKA terendah sebesar 0,25 (1) MBAS terdapat di stasiun 1 pengulangan minggu pertama. Dilihat dari rata-rata IKA tiap stasiun, nilai tertinggi terdapat di stasiun 1 pengulangan minggu kedua sebesar 1,97 (3) dan terendah terdapat di stasiun 2 pengulangan minggu kedua sebesar 0,57 (1). Secara keseluruhan, nilai IKA di Sungai Banjir Kanal Barat sebesar 1,13 (3). Nilai IKA yang diamati pada masing-masing stasiun adalah sebagai berikut.



Gambar 5. Histogram Indeks Kualitas Air (IKA) di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang

7. Parameter Kualitas Air

Berdasarkan pengukuran kualitas air pada semua stasiun, nilai kecerahan berkisar antara 15,61 cm – 16,22 cm; nilai kekeruhan berkisar antara 17,72 NTU – 24,87 NTU; temperatur memiliki nilai 30°C – 31°C; kecepatan arus berkisar antara 0,13 m/s – 0,18 m/s; nilai kedalaman berkisar antara 41,93 cm – 62,13 cm; pH memiliki nilai 7,08 – 7,5; nilai DO berkisar antara 3,89 mg/l – 4,43 mg/l; dan nilai salinitas berkisar antara 0‰ – 10‰. Hasil pengukuran kualitas air pada semua stasiun di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter	Stasiun						Kisaran Optimum	
	1	SD	2	SD	3	SD	(*)	(**)
Kecerahan (cm)	16,22	3,99	15,94	3,57	15,61	4,07	-	60-90 cm
Kekeruhan (NTU)	17,72	11,70	18,49	9,06	24,87	14,36	<5 NTU	-
Temperatur (°C)	30	1,54	30	1,54	31	1,33	28-30 °C	30-34 °C
Arus (m/s)	0,18	0,06	0,14	0,08	0,13	0,05	-	-
Kedalaman (cm)	62,13	16,76	49,20	18,97	41,93	10,29	-	-
pH	7,08	7,02	7,5	0,22	7,34	0,24	7-8,5	6,5-9
DO (mg/l)	4,25	1,12	3,89	0,72	4,43	0,78	>5 mg/l	>4 mg/l
Salinitas ‰	10	1,73	5,2	1,45	0	0	-	-

Keterangan : SD = Standar Deviasi

(*) = Baku Mutu Air Laut (Keputusan Menteri LH No. 51 tahun 2004)

(**) = Baku Mutu Air Sungai (Peraturan Pemerintah RI No. 82 tahun 2001)

Pembahasan

1. Konsentrasi Deterjen dan Kelimpahan Fitoplankton

Berdasarkan dari hasil yang diperoleh, konsentrasi deterjen di Sungai Banjir Kanal Barat berkisar antara 0,05 mg/l – 0,62 mg/l. Konsentrasi deterjen pada stasiun 1 mengalami peningkatan pada tiap pengulangan yaitu 0,22 mg/l; 0,34 mg/l; dan 0,35 mg/l. Hal tersebut diduga karena saat minggu pertama, masukan limbah dari drainase sekitar perumahan Pantai Marina hanya sedikit, sedangkan pada pengulangan minggu ketiga terjadi buangan yang cukup banyak dari drainase tersebut. Konsentrasi deterjen pada stasiun 2 merupakan konsentrasi tertinggi dari semua stasiun. Stasiun 2 merupakan saluran pembuangan dari pompa air Bulu *Drain*, pompa air ini merupakan pompa air terbesar yang berada di Sungai Banjir Kanal Barat sehingga banyak masukan limbah deterjen dari perumahan dan industri disekitarnya. Stasiun 3 memiliki nilai konsentrasi deterjen yang sangat rendah, hal tersebut mungkin dikarenakan pada stasiun ini jarang sekali adanya masukan limbah domestik dari

perumahan maupun industri karena pintu air dan pompa drainase di stasiun 3 penggunaannya hanya setelah terjadi hujan deras.

Konsentrasi deterjen yang diperoleh pada semua stasiun menunjukkan nilai dibawah ambang baku mutu air sungai sebesar 0,2 mg/l dan baku mutu air laut sebesar 1 mg/l, kecuali pada stasiun 2 pengulangan minggu pertama dan ketiga yang menunjukkan nilai diatas baku mutu air sungai yaitu 0,62 mg/l dan 0,37 mg/l. Hal tersebut diduga karena sampling dilakukan saat musim penghujan maka terjadi pengenceran bahan pencemar oleh air hujan sehingga konsentrasi deterjen yang didapatkan rendah atau masih belum melebihi ambang batas baku mutu. Pada penelitian sebelumnya menurut Laporan Akhir Profil Pencemaran Teluk Semarang (2015), konsentrasi deterjen di Sungai Banjir Kanal Barat, Semarang berada dibawah batas ambang baku mutu dengan nilai sebesar 0,005 mg/l – 0,01 mg/l. Jika dibandingkan dengan penelitian ini, konsentrasi deterjen yang diperoleh pada penelitian sebelumnya memiliki nilai yang lebih rendah. Hal tersebut dapat dikarenakan lokasi pada penelitian ini berada tepat di *outlet* saluran drainase sehingga sangat mempengaruhi masukan limbah deterjen yang masuk ke sungai.

Kelimpahan fitoplankton tertinggi pada semua pengulangan didominasi oleh kelas Bacillariophyceae. Kelas Bacillariophyceae banyak ditemukan fitoplankton air tawar, payau sampai laut. Menurut Lisanti (2000) bahwa kelas Bacillariophyceae merupakan kelompok fitoplankton yang mudah beradaptasi dengan lingkungan dan euryhaline dimana Bacillariophyceae dapat hidup pada kisaran salinitas 5‰-30‰, serta merupakan bagian terpenting dari organisme air karena merupakan makanan bagi zooplankton atau hewan air lainnya.

Data yang telah didapatkan, kelimpahan fitoplankton tertinggi berada di stasiun 2 dan yang paling banyak ditemukan adalah *Trichodesmium* sp. Stasiun ini tergolong dalam perairan yang cukup tercemar, karena dapat dilihat warna perairan yang cokelat kehitaman berbeda dengan warna perairan di stasiun lainnya. Selain memiliki kelimpahan tertinggi di stasiun 2, *Trichodesmium* sp. juga memiliki kelimpahan tertinggi di stasiun 1 dan 3, hal tersebut diduga karena masukan limbah deterjen dari saluran drainase yang berada di setiap stasiun berpengaruh terhadap adanya kandungan limbah organik yang dapat menghasilkan pencemar organik seperti fosfat. Menurut Haeruddin *et al* (2016), *Trichodesmium* sp. salah satu genus yang dominan di Sungai Banjir Kanal Barat. Genus ini merupakan genus yang toleran terhadap pencemar organik sehingga *Trichodesmium* sp. dapat dijadikan salah satu indikator adanya pencemaran organik di suatu perairan. *Trichodesmium* sp. merupakan salah satu jenis fitoplankton HABs yang tidak mengeluarkan toksin, tetapi tetap berbahaya karena genus ini dapat berkembang sangat padat sehingga menyebabkan penurunan oksigen terlarut secara drastis dan kematian massal ikan serta vertebrata di suatu perairan. Menurut Nontji (2008), HAB dapat ditimbulkan oleh fitoplankton *anoxious* atau fitoplankton yang menguras oksigen di perairan setempat hingga banyak menyebabkan kematian ikan dan biota.

Besarnya konsentrasi deterjen di perairan Sungai Banjir Kanal Barat berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton yang berada di perairan tersebut. Menurut Makmur *dalam* Swary *et al.*, (2013), jika suatu perairan semakin tinggi konsentrasi limbah deterjen, semakin tinggi pula kelimpahan fitoplankton serta dapat menyebabkan *blooming algae*. Peledakan fitoplankton disebabkan karena buangan domestik yang masuk ke perairan mengakibatkan tingginya konsentrasi nutrisi di suatu badan air, maka unsur hara yang cukup banyak bisa terkumpul di suatu kawasan perairan yang relatif tenang dan menyebabkan terjadinya *blooming algae*.

Data konsentrasi deterjen dan kelimpahan fitoplankton diolah dengan bantuan software SPSS. 20. Uji yang digunakan yaitu uji regresi linier dengan taraf kepercayaan 95% memberikan informasi bahwa deterjen berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton sebesar 31,4% dan sisanya 68,6% dipengaruhi oleh faktor lain. Salah satu faktor yang menyebabkan kecilnya pengaruh deterjen terhadap kelimpahan fitoplankton yaitu tidak semua jenis deterjen yang digunakan untuk keperluan domestik mengandung senyawa fosfat, sehingga limbah deterjen yang masuk ke perairan hanya sedikit berpengaruh terhadap kelimpahan atau pertumbuhan fitoplankton.

Parameter kualitas perairan lainnya seperti suhu, salinitas, arus, oksigen terlarut dan lainnya juga dapat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Hal ini diperkuat oleh Basmi (1998), kelimpahan fitoplankton di suatu perairan dipengaruhi oleh angin, arus, kandungan hara, cahaya, suhu, kecerahan, kekeruhan, pH, air masukan, dan kedalaman perairan. Kelimpahan fitoplankton pada suatu perairan selalu berkaitan erat dengan kondisi di sekitar lingkungan perairan tersebut. Waktu sampling juga berpengaruh terhadap kondisi kualitas perairan sungai dan kelimpahan fitoplankton, sampling dilakukan pada setiap pagi hari. Menurut Khaqiqoh *et al* (2014), parameter cahaya dan kedalaman sangat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton. Selain cahaya, arus juga berpengaruh dimana arus saat pasang lebih besar dan mempengaruhi distribusi fitoplankton di perairan tersebut. Saat fitoplankton melakukan fotosintesis akan menghasilkan oksigen, sehingga jumlah DO dalam perairan menggambarkan kelimpahan fitoplankton yang berada di permukaan air.

2. Beban Pencemaran Deterjen

Besarnya beban pencemaran deterjen tertinggi berada di stasiun 2 sebesar 215,67 ton/tahun, hal ini sejalan dengan tingginya konsentrasi deterjen di stasiun 2. Tingginya beban pencemar deterjen di stasiun ini diduga karena sumber-sumber pencemar yang masuk ke stasiun ini melalui pompa drainase Bulu *Drain* tidak hanya berasal dari kegiatan pemukiman, tetapi juga dari industri-industri kecil, pasar tradisional, pertokoan atau rumah makan yang berada di sekitar bantaran Sungai Banjir Kanal Barat sepanjang Jalan Kokrosono.

Beban pencemaran deterjen tertinggi kedua berada di stasiun 1 sebesar 116,24 ton/ tahun. Limbah domestik yang masuk ke saluran drainase di stasiun ini juga tidak melalui pengolahan terlebih dahulu, melainkan hanya ditampung dalam bak-bak penampungan dan setelah itu langsung dibuang ke saluran drainase yang mengalir langsung ke Sungai Banjir Kanal Barat. Menurut Kurnianti *et al.*, (2010), adanya masyarakat yang bermukim disekitar muara saluran juga turut menyumbangkan beban pencemaran dari limbah domestik yang dibuang secara langsung ke saluran drainase.

Beban pencemaran stasiun 1 masih lebih kecil dibandingkan stasiun 2 walaupun stasiun 1 berada di hilir, hal tersebut tidak terpengaruh oleh arus karena pada saat sampling berada dalam kondisi surut sehingga tidak adanya kemungkinan bahwa bahan pencemar di stasiun 1 atau hilir terbawa kembali oleh arus ke stasiun 2 atau tengah. Rendahnya beban pencemaran di stasiun 1 dibandingkan stasiun 2 diduga karena sumber pencemar deterjen yang masuk ke saluran drainase stasiun 1 hanya berasal dari kegiatan pemukiman di sekitar Pantai Marina. Berbeda dengan stasiun 2 yang memiliki sumber masukan limbah deterjen lebih banyak yaitu dari pemukiman, pasar, dan industri. Stasiun 3 memiliki nilai beban pencemaran deterjen terendah sebesar 61,147 ton/ tahun, hal ini dimungkinkan karena sedikitnya masukan air limbah dari saluran drainase di stasiun ini dan konsentrasi deterjen yang juga rendah dibandingkan dengan stasiun lainnya.

Limbah deterjen dari drainase-drainase tersebut yang masuk ke ekosistem Sungai Banjir Kanal Barat secara langsung akan membenani perairan Teluk Semarang, dimana sebelumnya perairan teluk tersebut telah mendapatkan beban pencemar deterjen dari sungai-sungai lain di Kota Semarang. Beban pencemaran deterjen yang dibawa oleh Sungai Banjir Kanal Barat sebesar 392 ton/ tahun tergolong ke dalam nilai yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan penelitian Cordova (2008) di Sungai Ciliwung dengan nilai beban pencemaran deterjen sebesar 35,664 ton/th dimana konsentrasi deterjen 0,43 mg/l dan debit sungai 2,63 m³/s. Perbedaan nilai tersebut dapat dikarenakan profil sungai yang berbeda dan nilai debit sungai yang juga jauh berbeda, nilai debit sungai di Sungai Banjir Kanal Barat lebih tinggi dibandingkan dengan debit di Sungai Ciliwung.

Besarnya beban pencemaran deterjen yang diterima oleh Sungai Banjir Kanal Barat dan masuk ke Teluk Semarang jika semakin meningkat dan tidak dikendalikan dengan baik akan memberikan dampak yang buruk terhadap kedua ekosistem perairan yang menerimanya. Untuk dapat mengontrol beban pencemaran deterjen di Teluk Semarang, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengolah air limbah domestik sebelum dibuang ke saluran-saluran drainase sehingga pencemaran deterjen di Sungai Banjir Kanal Barat berkurang dan beban yang diterima perairan Teluk Semarang akan lebih sedikit.

3. Indeks Kualitas Air

IKA ini diduga berdasarkan pendekatan perhitungan konsentrasi parameter deterjen, kekeruhan, dan DO yang berasal dari outlet drainase di Sungai Banjir Kanal Barat. Nilai IKA kekeruhan pada semua stasiun tergolong tinggi dan telah melampaui ambang dari baku mutu yang ditentukan. Hal tersebut dikarenakan banyaknya masukan limbah-limbah rumah tangga maupun industri, terutama deterjen akan menghasilkan partikel terlarut dalam air yang menyebabkan kekeruhan. Menurut Setiari (2012), limbah rumah tangga dan industri mengandung berbagai bahan penghasil kekeruhan seperti sabun dan deterjen menghasilkan koloid yang stabil berpotensi meningkatkan kekeruhan air. Nilai IKA kekeruhan berkisar antara 3 (tercemar ringan) – 5 (tercemar berat), nilai tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya Menurut Laporan Akhir Profil Pencemaran Teluk Semarang (2015), nilai IKA kekeruhan di Sungai Banjir Kanal Barat berkisar antara 2 (bersih) - 3 (tercemar ringan). Hal tersebut diduga selain oleh limbah deterjen, kekeruhan yang tinggi di Sungai Banjir Kanal Barat dapat dikarenakan tingginya partikel-partikel tersuspensi di dalam air dimana sampling dilakukan setelah terjadi hujan sehingga sedimen-sedimen di dasar perairan tercampur ke badan air dan adanya limpasan air dari daratan menambah masukan partikel- partikel tersuspensi.

Nilai IKA DO pada semua stasiun di Sungai Banjir Kanal Barat yaitu 2 atau masih tergolong dalam kategori bersih. Menurut Kurnianti *et al.*, (2010), keberadaan beban pencemar di perairan dipengaruhi oleh kadar oksigen terlarut, karena sangat dibutuhkan oleh bakteri di perairan untuk melakukan proses dekomposisi bahan organik. Oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran secara alami pada suatu perairan.

Berdasarkan parameter deterjen, nilai IKA pada semua stasiun yang didapatkan berkisar antara 1 (sangat bersih) – 4 (tercemar sedang). Nilai IKA terdapat di stasiun 1, hal tersebut diduga karena limbah deterjen yang berada di saluran drainase sudah terjadi pengenceran akibat adanya buangan limbah-limbah domestik maupun industri lainnya, selain itu limbah deterjen di perairan juga telah terjadi pengenceran karena debit air sungai yang tinggi. Nilai IKA 4 terdapat di stasiun 2, hal tersebut dikarenakan faktor masukan limbah di stasiun 2 sangat tinggi sehingga perairan tidak terlalu baik jika digunakan untuk kepentingan perikanan. Menurut Makmur (2013) menyatakan bahwa pencemaran perairan yang berasal dari limbah deterjen baik *anionik* ataupun *kationik* menimbulkan efek negatif terhadap kehidupan biota perairan bahkan menyebabkan kematian jika konsentrasi limbahnya melebihi baku mutu yang ditentukan.

IKA Sungai Banjir Kanal Barat secara keseluruhan adalah 3 yang menunjukkan bahwa perairan ini tergolong tercemar ringan. Dapat dikatakan tercemar ringan karena dilihat dari parameter kekeruhan yang menunjukkan nilai IKA tinggi, sedangkan nilai IKA DO dan konsentrasi deterjen masih cukup baik. Sehubungan



dengan nilai IKA Sungai Banjir Kanal Barat yang tergolong dari sangat bersih sampai tercemar berat, solusi yang perlu diterapkan yaitu melakukan pemantauan kualitas air di semua outlet-outlet atau pompa drainase sebelum dibuang ke perairan Sungai Banjir Kanal Barat sehingga sungai akan relatif aman dari bahaya pencemaran air limbah domestik maupun industri.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan yaitu konsentrasi deterjen masing-masing stasiun penelitian di Sungai Banjir Kanal Barat yaitu stasiun 1 berkisar 0,22 mg/l – 0,35 mg/l, stasiun 2 berkisar 0,08 mg/l – 0,62 mg/l, dan stasiun 3 berkisar 0,11 mg/l – 0,18 mg/l. Persamaan regresi linier yang diperoleh yaitu $y = 370 + 1271x$. Koefisien keeratan hubungan konsentrasi MBAS dengan kelimpahan fitoplankton sebesar 0,561 menunjukkan korelasi cukup erat. Kelimpahan fitoplankton dipengaruhi oleh konsentrasi MBAS sebesar 31,4% dan sisanya 68,6% dipengaruhi oleh faktor lain. Besarnya beban pencemaran di Sungai Banjir Kanal Barat pada stasiun 1 berkisar antara 69,66 – 116,24 ton/th, stasiun 2 berkisar 37,57 – 215,67 ton/th, dan stasiun 3 berkisar antara 13,18 – 61,14 ton/th. Nilai Indeks Kualitas Air (IKA) di Sungai Banjir Kanal Barat tergolong dalam kategori 1 - 5 yang menunjukkan perairan tergolong dalam perairan sangat bersih sampai tercemar berat. Berdasarkan nilai tersebut, perairan Sungai Banjir Kanal Barat tidak baik jika digunakan untuk keperluan perikanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Sahala Hutabarat, M.Sc., Dr. Ir. Max Rudolf M, M.Sc., dan Churun Ain, S.Pi, M.Si. yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan skripsi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Altansukh, A and Davaa, G. 2011. Application of Index Analysis to Evaluate The Water Quality of The Tuul River in Mongolia. *Journal of Water Resources and Protection*. Vol 3: 398-414.
- Basmi, J. 1998. Planktonologi. Fakultas Perikanan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Cordova, M.R. 2008. Kajian Air Limbah Domestik di Perumnas Bantar Kemang, Kota Bogor dan Pengaruhnya pada Sungai Ciliwung. Institut Pertanian Bogor.
- Edward dan AT Subadyo. 1994. Kandungan Deterjen Anionik di Teluk Ambon. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. Universitas Merdeka Malang.
- Ghozali, Imam. 2013. Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 21. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- Haeruddin., C Ain dan AW Tungka. 2016. Analisis Dependensi Kelimpahan Fitoplankton Terhadap Konsentrasi Nitrat, Posfat, TSS dan Beberapa Faktor Lingkungan Lainnya di Sungai Banjir Kanal, Semarang, Jawa Tengah. Makalah dalam Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan III di Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Hartoko, A. 2013. *Oceanographic Characters and Plankton Resources of Indonesia*. Graha Ilmu. Jogjakarta.
- Kegiatan Penyusunan Profil Pencemaran (Pesisir Kota Semarang). 2015. Laporan Akhir. Dirjen KP3K. Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- 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*. Vol 3. No 2: 92-101.
- Kurnianti, E., N. Chatib., dan R. Irsan. 2010. Beban Pencemaran pada Kawasan Padat Penduduk (Studi Kasus Sungai Beliang). portalgaruda.org/article.php? (diakses pada 5 Agustus 2016).
- Lisanti. 2000. Distribusi Plankton di Sungai Jujuhan Desa Batu Kangkung Taman Nasional Kerinci Seblat Kabupaten Sawahlunto Sijunjung Propinsi Sumatera Barat. [Skripsi]. Fakultas Perikanan, Universitas Bung Hatta, Padang.
- Marganingrum, D. 2013. Penilaian Mutu Air Sungai dengan Pendekatan Perbedaan Hasil dari Dua Metode Indeks. *Buletin Geologi Tata Lingkungan (Bulletin of Environmental Geology)*. Vol 23. No 3: 105 – 114.
- Marganof. 2007. Model Pengendalian Pencemaran Perairan di Danau Maninjau Sumatera Barat. [Disertasi]. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, 135 Hlm.
- Nontji, A. 2008. Plankton Laut. Penerbit LIPI Press. Jakarta.
- Siahaan, R. 2011. Kualitas Air Sungai Cisadane Jawa Barat Banten. *Jurnal Ilmiah Sains*. Vol 11. No 2: 268 - 273.
- Setiari, N.M., 2012. Identifikasi Sumber Pencemar dan Analisis Kualitas Air Tukad Yeh Sungi di Kabupaten Tabanan dengan Metode Indeks Pencemaran. [Tesis]. Program Pascasarjana Universitas Udayana. Denpasar.
- Suharjo, M.S. 2010. Pemberdayaan Komunitas Pseudomonas untuk Bioremediasi Ekosistem Air Sungai Tercemar Limbah Deterjen. Seminar Nasional Biologi. Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya. Malang.
- Sumartini, S., S. Rudiyantri dan Suryanti. 2013. Kualitas Perairan Sungai Seketak Semarang Berdasarkan Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton. *Journal Management of Aquatic Resources*. Vol 2 No 2 : Hal 38-45.