

ANALISIS WATER QUALITY INDEX KANDUNGAN LOGAM BERAT DI SEPANJANG SUNGAI OPAK, YOGYAKARTA

ANALYSIS OF WATER QUALITY INDEX ON HEAVY METAL PARAMETER ALONG OPAK RIVER, YOGYAKARTA

Muh. Haikal Ahrum

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

E-mail: 1451201@students.uii.ac.id

ABSTRACT

One of the most important environmental issues today is water pollution by heavy metals. Water pollutions by heavy metals have occurred in various regions. Heavy metals are parameters that can be toxic even at low concentrations. The Purposes of this study are to analyze the Water Quality Index of heavy metals (Pb, Cd, Fe, and Mn) along the Opak River and to determine influence factors on heavy metals (Pb, Cd, Fe, and Mn) fluctuations in water bodies. In this study, 8 sampling points were selected to represent area condition along Opak River watershed. The water sample from each site was taken twice a month from January to May 2018. The Analysis of heavy metals was conducted using Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS). The sampling points are taken by using sample survey method, which is a sampling method that divides the areas or segments of the study. Each of these sampling points is expected to represent the population. The water sampling locations are based on access availability, time and also cost for this study. Each water sample is taken twice a month starting from January to May 2018. Heavy metal analysis uses the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The results of this study, metal concentrations of Pb, Cd, Fe, and Mn of 0.038-0.107 mg / L, 0.009-0.011 mg / L, 0.03-0.18 mg / L, and 0.0001-0.0012 mg / L. Pollution Index Method (IP) and Storet method are used to determine the condition of the status of water quality in Opak River. The Pollution Index (PI) method was used in order to determine the water quality conditions in the Opak River. The statistical analysis was performed using One-way ANOVA to know the correlation between heavy metal data concentrations against locations and seasons. The results of WQI IP and Storet value showed that the quality of Opak River was entering a light polluted level. The One-way ANOVA analysis between seasons and heavy metal concentrations was a significant difference in concentrations Pb, Cd, and Fe.

Keywords: Heavy Metal, One-Way ANOVA, Opak River, Pollution Index, Water, Water Quality Index.

ABSTRAK

Salah satu isu lingkungan yang paling penting saat ini adalah isu pencemaran air oleh logam berat. Pencemaran air akibat logam berat telah terjadi di berbagai wilayah. Logam berat merupakan parameter yang memiliki toksisitas atau sifat racun yang kuat meski pada konsentrasi rendah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis Water Quality Index kandungan logam berat (Pb, Cd, Fe, dan Mn) di sepanjang Sungai Opak dan faktor yang dapat mempengaruhi fluktuasi kandungan logam (Pb, Cd, Fe, dan Mn) di badan air. Dalam penelitian ini, delapan titik sampling dipilih untuk mewakili kondisi daerah di sepanjang daerah aliran Sungai Opak. Penentuan titik sampling yang diambil menggunakan sample survey method merupakan metode pengambilan sampel dilakukan dengan cara membagi daerah atau segmen penelitian. Tiap titik ini diharapkan dapat mewakili populasi penelitian. Penentuan lokasi titik pengambilan air ini didasari atas kemudahan akses, waktu ataupun biaya dalam penelitian ini. Pengambilan sampel air masing-masing diambil dua kali sebulan mulai dari bulan Januari hingga Mei 2018. Pengujian logam menggunakan alat Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS). Hasil penelitian ini didapatkan konsentrasi logam Pb, Cd, Fe, dan Mn sebesar 0.038-0.107 mg/L, 0.009-0.011 mg/L, 0.03-0.18 mg/L, dan 0.0001-0.0012 mg/L. Metode Indeks Pencemaran (IP) dan metode Storet digunakan untuk menentukan kondisi status mutu kualitas air di Sungai Opak. Analisis statistik dilakukan menggunakan One-way ANOVA untuk mengetahui korelasi antara konsentrasi data logam berat terhadap lokasi dan musim. Hasil WQI nilai IP dan Storet menunjukkan bahwa status mutu kualitas Sungai Opak termasuk kedalam kategori tercemar ringan. Hasil analisis One-way ANOVA hubungan antara musim dengan konsentrasi logam berat berpengaruh signifikan dalam konsentrasi Pb, Cd, dan Fe di perairan Sungai Opak.

Kata Kunci: Air, Indeks Pencemaran, Logam Berat, One-way ANOVA, Sungai Opak, Water Quality Index

I. PENDAHULUAN

Air memiliki sifat khas atau unik dikarenakan memiliki ikatan polaritas serta ada ikatan hidrogen yang mana air tersebut memiliki kemampuan dalam melarutkan zat, menyerap sebuah senyawa. Sehingga di alam, kondisi air tidaklah murni karena akan terjadi kontaminasi dari aktivitas seperti, manusia dan hewan serta dari kegiatan biologis lainnya. Di dalam suatu sistem Daerah Aliran Sungai (DAS), sungai memiliki peranan sebagai penyangga atau wadah pengaliran sebuah air dimana berada pada posisi rendah dalam lanskap bumi, sehingga kondisi sungai tidak dapat dipisahkan dari kondisi Daerah Aliran Sungai (PP Nomor 38 Tahun 2011).

Salah satu isu lingkungan yang paling penting saat ini adalah isu pencemaran air yang memiliki kandungan logam berat. Pencemaran air akibat logam berat telah terjadi di berbagai wilayah. Logam berat merupakan parameter yang memiliki toksisitas atau sifat racun yang kuat meski pada konsentrasi rendah. Sehingga dalam melestarikan fungsi air perlu dilakukan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana untuk keseimbangan ekologis (Rama dkk, 2017).

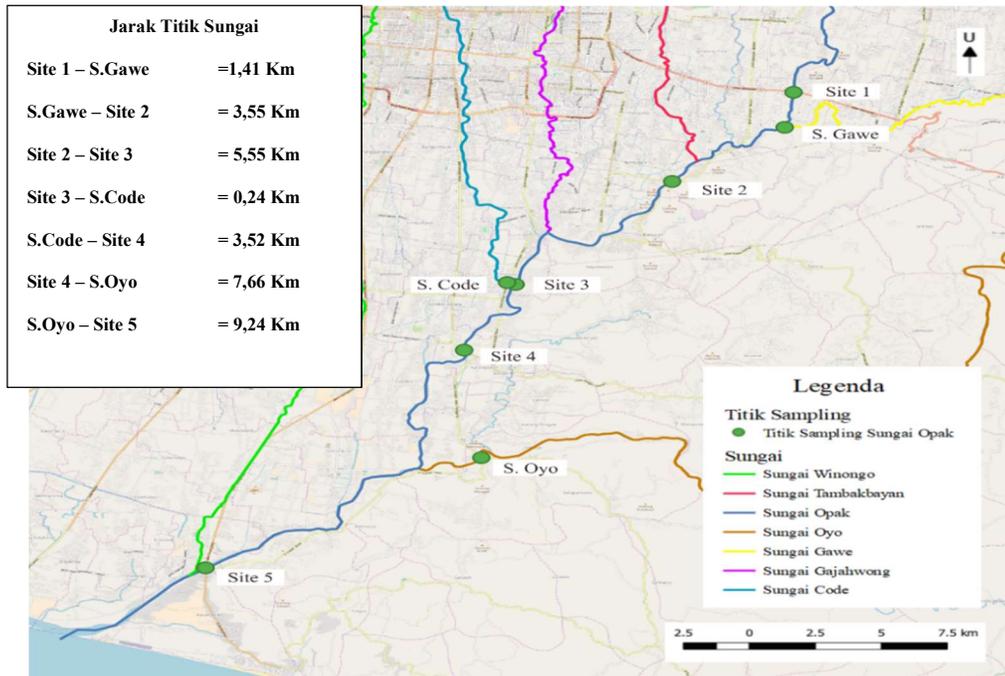
Water Quality Index merupakan suatu metode yang digunakan dalam penentuan status mutu air. Water Quality Index pada umumnya digunakan di Indonesia yaitu dengan menggunakan metode Storet dan metode Indeks Pencemaran. Status mutu air merupakan sebuah tinjauan tentang kualitas mutu air pada sumber air pada periode waktu tertentu. Adanya informasi mengenai status mutu air bermanfaat dalam upaya pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemarannya. Oleh sebab itu perlunya dilakukan pengamatan kualitas air dengan cara membandingkan status mutu air. Tidak memenuhi baku mutu air adalah apabila dari hasil pemantauan kualitas air tingkat, kualitas airnya lebih buruk dari baku mutu air. Memenuhi baku mutu air adalah apabila dari hasil pemantauan kualitas air tingkat kualitas airnya sama atau lebih baik dari baku mutu air (Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2011).

Logam berat memiliki toksisitas yang tinggi serta memiliki sifat persisten sehingga dapat terakumulasi baik tanah dan tanaman. Pada manusia memiliki efek merugikan jangka panjang pada kesehatan manusia. Dampak logam berat pada organisme akuatik menyebabkan kerusakan ekosistem (Rajeswari, 2014). Penelitian yang dilakukan Amaal dkk (2016), menjelaskan kandungan logam berat di Sungai Nil Mesir telah terkontaminasi logam berat. Salah satu faktornya disebabkan oleh aktivitas manusia. Sejauh ini penelitian yang mengkaji kandungan logam berat di Sungai Opak masih kurang. Mengingat efek negatif yang ditimbulkan akibat dari kandungan logam berat maka sangat perlu dilakukan sebuah kajian dan penelitian kadar logam berat di Sungai Opak.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Sungai

Pengambilan sampel air sungai dilakukan sepanjang Sungai Opak dengan 5 titik sampling di Sungai Opak dan anak sungai yang akan bermuara ke Sungai Opak yaitu Sungai Gawe, Sungai Code, dan Sungai Oyo. Total titik pengambilan sampel air pada penelitian ini terdapat 8 titik. Penentuan titik sampling yang diambil menggunakan *sample survey method* merupakan metode pengambilan sampel dilakukan dengan cara membagi daerah atau segmen penelitian. Tiap titik ini diharapkan dapat mewakili populasi penelitian. Penentuan lokasi titik pengambilan air ini didasari atas kemudahan akses, waktu ataupun biaya dalam penelitian ini. Berikut lokasi titik pengambilan sampel air ditunjukkan pada **Gambar 1** sebagai berikut:



Gambar 1. Lokasi Sampling Analisis Sungai Opak

Tabel 1 Lokasi Sampling Air

Site	Lokasi	Lintang	Bujur	Kondisi Sekitar	Lingkungan
Site S. Opak 1	Jembatan Panasari Kaliopak, Jl. Wonosari	7°49'22.98"S	110°27'20.28"E	Lokasi site dekat dengan pabrik kulit dan daerah pemukiman warga	
		7°50'10.31"S			

Site Gawe	Jembatan Bintaran Kulon, Jl. Srimulyo, Piyungan, Bantul, DIY		110°27'07.48" E	Lokasi site dekat dengan daerah pemukiman warga
Site S. Opak 2	Jembatan Ngablak, Jl. Sitimulyo Segoroyoso	7°51'09.97"S	110°25'31.35" E	Lokasi site dekat dengan daerah pemukiman warga dan persawahan
Site S. Opak 3	Jembatan Blawong, Jl. Trimulyo, Jetis, Bantul, DIY	7°52'37.71"S	110°23'36.76" E	Lokasi site dekat dengan daerah pemukiman warga dan pekarangan
Site S. Code	Jembatan Kembang Songo, Jl. Imogiri Timur, Trimulyo, Jetis, Bantul, DIY	7°53'13.74"S	110°23'11.49" E	Lokasi site dekat dengan daerah pemukiman warga
Site S. Oyo	Jembatan Barongan, Jl. Sitimulyo Segoroyoso	7°54'35.46"S	110°22'40.11" E	Lokasi site dekat dengan daerah pemukiman warga dan persawahan
Site S. Opak 4	Jembatan Siluk, Jl. Imogiri Siluk, Bantul, DIY	7°56'47.26"S	110°22'55.14" E	Lokasi site dekat dengan daerah pemukiman warga dan pekarangan
Site S. Opak 5	Jembatan Kretek, Jl. Parangtritis	7°59'09.24"S	110°18'53.15" E	Lokasi site dekat dengan daerah pemukiman warga, pekarangan, dan persawahan

2.2 Sampling Air

Pengambilan sampel air sungai menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008 tentang metode pengambilan contoh air permukaan. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *grab sampling method* yakni metode pengambilan sampel yang diambil langsung pada suatu titik yang dianggap dapat mewakili kondisi kualitas air sungai. Pengambilan sampel air sungai ini dilakukan dua kali per bulan selama bulan Januari hingga Mei 2018.

Alat penunjang dalam pengambilan air sampel yaitu *water sampler*, tali, dirigen, pH meter, *conductivity* meter, *current* meter, turbidimeter, dan *ice box*. Sampel air dikumpulkan dalam 5 L di dirigen dan diasamkan dengan larutan asam nitrat (HNO_3) untuk analisis laboratorium. Kedalaman sungai ditentukan dengan cara menenggelamkan tali yang telah diberi pemberat sampai ke dasar sungai lalu memberi tanda sebagai titik nol, selanjutnya tali ditarik ke atas hingga muka air lalu memberi tanda sebagai titik ketinggian air. Selisih dua titik tersebut menunjukkan kedalaman sungai di permukaan air.

2.3 Pengujian Analisis Logam Berat

Pengujian parameter logam berat dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Sampel air dengan volume 250 ml disaring memakai kertas saring kemudian

ditambahkan konsentrat HNO₃. Proses destruksi digunakan untuk mendeteksi logam berat. Adapun logam berat yang diuji seperti Uji Besi (Fe) menggunakan SNI 6989.4:2009, Uji Mangan (Mn) dengan SNI-6989.5:2009, dan Uji Timbal (Pb) dengan SNI-6989.8:2009. Pengujian parameter logam berat dilakukan menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS).

3.4 Evaluasi Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan berbagai metode untuk menggambarkan kondisi kualitas air Sungai Opak. Pada analisis data penelitian ini menggunakan diagram *boxplot*.

- a) Metode Indeks Pencemaran: metode Indeks Pencemaran dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003, menggunakan persamaan:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 - (C_i/L_{ij})_R^2}{2}}$$

Keterangan:

PI_j = Indeks pencemaran bagi peruntukan (j)

C_i = Parameter kualitas air di lapangan (i)

L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan Air (j)

(C_i/L_{ij})_M = Nilai C_i/L_{ij} Maksimum

(C_i/L_{ij})_R = Nilai C_i/L_{ij} Rata-rata

Indeks pencemaran (IP) ditentukan dari hasil nilai maksimum dan nilai rerata rasio konsentrasi per-parameter terhadap nilai baku mutunya. Kelas indeks IP ada 4 dengan skor $0 \leq PI_j \leq 1,0$ adalah kondisi baik (*good*); $1,0 < PI_j \leq 5,0$ cemar ringan (*slightly polluted*); $5,0 < PI_j \leq 10$ tercemar sedang (*fairly polluted*), $PI_j > 10,0$ dengan status perairan tercemar berat (*heavily polluted*) (Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003).

- b) **Metode Storet:** Pada metode Storet penentuan kualitas status mutu air pada Sungai Opak menggunakan tabel yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 pada **Tabel 2** berikut:

Tabel 2 Skor Setiap Parameter untuk Metode Storet

Jumlah Parameter	Nilai	Parameter		
		Fisika	Kimia	Biologi
<10	Min	-1	-2	-3

	Maks	-1	-2	-3
	Rerata	-3	-6	-9
≥10	Min	-2	-4	-6
	Maks	-2	-4	-6
	Rerata	-6	-12	-18

*Sumber: Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003

Pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 penentuan status mutu dengan metode Storet menggunakan penilaian dengan menggunakan data nilai minimum, maksimum, serta rata-rata. Adapun klasifikasi dalam metode Storet yaitu,

Kelas A : baik sekali, skor = 0 : memenuhi baku mutu

Kelas B : baik, skor = -1 sd -10 : cemar ringan

Kelas C : sedang, skor = -11 sd -30 : cemar sedang

Kelas D : buruk, skor = ≥-31 : cemar berat

- c) **Karakteristik Kandungan Logam Berat:** Menganalisis dengan metode kuantitatif mengenai hubungan perubahan musim. *Plotting* data per bulan ditinjau dengan kandungan konsentrasi logam berat pada tiap titik sampling yang ditentukan.
- d) **Analisis Statistika:** Analisis statistik pada penelitian ini menggunakan metode *Analysis of Variance* (ANOVA). Sebuah metode analisis membandingkan perbedaan rata-rata kandungan konsentrasi logam berat terhadap lokasi dan musim. Metode ANOVA pada penelitian ini menggunakan *software Microsoft Excel*. Analisis statistika ANOVA dilakukan dengan menggunakan metode *One Way-ANOVA*. Adapun langkah selanjutnya yaitu menganalisis uji signifikansi. Uji ini untuk memunculkan makna dalam penentuan penelitian jika terdapat sebuah hubungan antara variabel data tersebut benar atau tidak. Uji signifikansi menggunakan nilai 0,05 atau tingkat kepercayaan 95%.
- e) **Perbandingan Data Primer Penelitian dengan Data Sekunder:** Data hasil yang didapatkan akan dibandingkan dengan data dari Badan Lingkungan Hidup D.I. Yogyakarta berfungsi untuk melihat keragaman atau variasi dan laju fluktuasi data tiap tahunnya. Titik Sampling yang digunakan sebagai pembanding yaitu Jembatanan Ngablak dan Jembatan Kretek. Adapun data sekunder yang digunakan adalah data pada antara tahun 2009-2017.

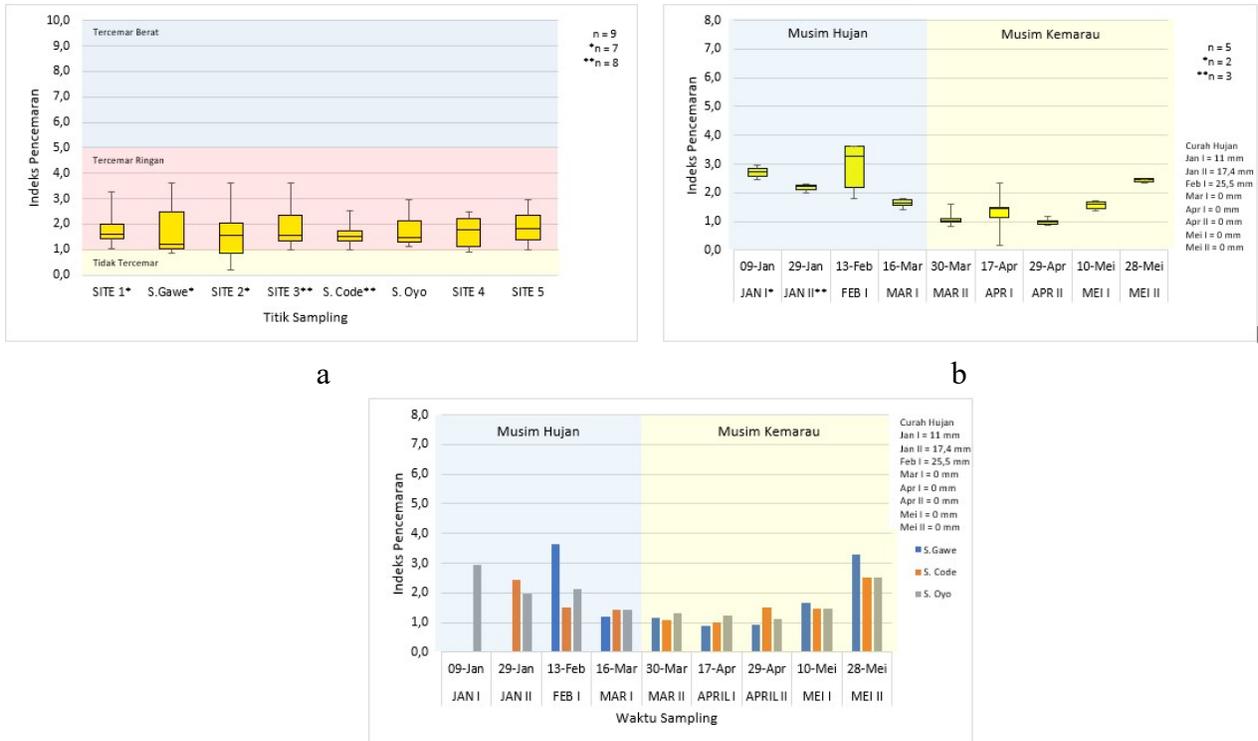
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Water Quality Index (Metode Indeks Pencemaran)

Analisis WQI menggunakan Indeks Pencemaran mencakup berbagai perhitungan parameter kualitas air. Parameter utama yang dijadikan tolak ukur untuk menganalisis status mutu air Sungai Opak adalah logam Pb, Cd, Fe, dan Mn dengan parameter pendukung lain seperti pH, TDS, TSS, DO terdapat dilampiran 1, selanjutnya akan dibandingkan dengan kriteria baku mutu air sesuai peruntukan kelas III berdasarkan Peraturan Gubernur D.I. Yogyakarta No. 20 Tahun 2008. Berikut merupakan data parameter fisika di sepanjang Sungai Opak pada **Tabel 3**

Parameter	Titik Sampling								
	Site 1	Site Gawe	Site 2	Site 3	Site Code	Site Oyo	Site 4	Site 5	
pH	Range	6-8	6-8	7-8	7-8	7-8	6-8	7-8	
	Mean ± SD(n)	7,22 ± 0,75 (6)	7,02 ± 0,9 (6)	7,59 ± 0,57 (6)	7,36 ± 0,5 (7)	7,43 ± 0,5 (7)	7,63 ± 0,59 (9)	7,18 ± 0,97 (9)	7,60 ± 0,59 (9)
TDS (mg/L)	Range	220-283	177-283	158,72-274	181,72-273	213,12-286	120,1-269	168,96-277	129,9-287
	Mean ± SD(n)	258,67 ± 24,59 (6)	244,33 ± 36,60 (6)	242,25 ± 39,87 (6)	251,11 ± 31,24 (7)	267,45 ± 26,09 (7)	216,76 ± 52,25 (9)	233,88 ± 37,09 (9)	231,26 ± 63,53 (9)
TSS (mg/L)	Range	29 -76	27-53	32-63	47-63	28-73	23-83	38-99	42-81
	Mean ± SD(n)	43,86 ± 16,56 (6)	43,43 ± 8,72 (6)	44,50 ± 11,24 (6)	53 ± 6,87 (7)	53,13 ± 14,67 (7)	50,44 ± 17,27 (9)	61 ± 16,2 (9)	60 ± 16,81 (9)
DO (mg/L)	Range	4,24-9,3	4,24-10,6	5,09-9,9	3,81-9,3	5,09-9,3	3,81-3	4,66-9,3	4,24-9,3
	Mean ± SD(n)	5,93 ± 1,66 (6)	7,15 ± 2,27 (6)	6,22 ± 1,62 (6)	6,09 ± 1,69 (7)	6,68 ± 1,63 (7)	5,88 ± 1,58 (9)	6,09 ± 1,63 (9)	6,15 ± 1,53 (9)

Berikut nilai hasil perhitungan dengan menggunakan metode IP berdasarkan tiap per lokasi dan per bulan pengambilan pada Sungai Opak dan titik pertemuan sungai dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut:



Gambar 2 (1) diatas merupakan diagram *boxplot* IP per site pada bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2018. Nilai rata-rata IP sungai tiap titik sampling *Site 1* sampai *Site 5* beserta *Site Gawe*, *Code* dan *Oyo* sebagai anak sungai berkisar antara 1,63 sampai 1,91. Pada diagram *boxplot* juga terlihat bahwa nilai IP tertinggi berlokasi di *Site 3* dan diketahui bahwa lokasi tersebut dekat dengan pemukiman padat penduduk, disekitar titik pengambilan sampel air terdapat pembuangan sampah liar pada bantaran sungai. Padatnya pemukiman dapat memicu meningkatnya timbulan sampah. Pembuangan sampah ilegal disekitar bantaran sungai dapat menjadi penyebab tingginya pencemaran air sungai, hal ini dapat didukung oleh hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Iqbal dkk (2009) menjelaskan bahwa konsentrasi logam berat pada perairan tinggi dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia dalam pembuangan sampah secara ilegal. Sampah yang dibuang secara sembarangan akan terjadi reaksi biokimia yang menghasilkan degradasi bahan kimia organik dan pembentukan air lindi. Air lindi ini kaya akan kandungan organik dan melarutkan banyak logam berat seperti Pb, Cu, Zn, Mn, Cd, dll. Data IP keseluruhan memiliki rentan nilai yang relatif sama Berdasarkan data *boxplot* keseluruhan diketahui bahwa kualitas air di sepanjang Sungai Opak dengan menggunakan metode IP termasuk kedalam kategori tercemar ringan.

Dari grafik *boxplot* pada **Gambar 2 (b)** dan **Gambar 2 (c)** dapat ditemukan bahwa Sungai Opak mayoritas memiliki status mutu air yang masuk kedalam kategori tercemar ringan. Nilai IP mengalami fase naik turun atau fluktuatif. Data hasil pemantauan IP yang paling tinggi terdapat di periode I bulan Februari dikarenakan pada pengambilan sampel pada saat musim hujan terjadi. Tingginya nilai IP dikarenakan air hujan mengalirkan input pencemaran kedalam badan air Sungai Opak lebih besar dibandingkan saat musim kemarau terjadi. Pada diagram diatas bahwa nilai IP minimum berada pada bulan April dan termasuk kedalam kategori tercemar ringan, hal ini diakibatkan karena dalam pengambilan sampel air pada bulan April tidak terjadi hujan, sehingga sungai tidak mendapatkan input beban pencemaran yang lebih besar. Menurut Sheftiana dkk (2017), menjelaskan bahwa perubahan kondisi kualitas air sungai dapat disebabkan oleh perubahan tata guna lahan, waktu, curah hujan, dan aktivitas kegiatan manusia yang menyebabkan terjadinya pencemaran badan air di sungai.

3.2 Water Quality Index (Metode Storet)

Adapun untuk melakukan perbandingan hasil pemantauan oleh Badan Lingkungan Hidup D.I. Yogyakarta dengan hasil penelitian ini menggunakan metode Storet. Metode ini digunakan karena pada umumnya sering digunakan oleh pemerintah dalam penentuan status mutu kualitas air sungai. Berikut merupakan hasil perhitungan status mutu air di sepanjang Sungai Opak pada **Tabel 3**.

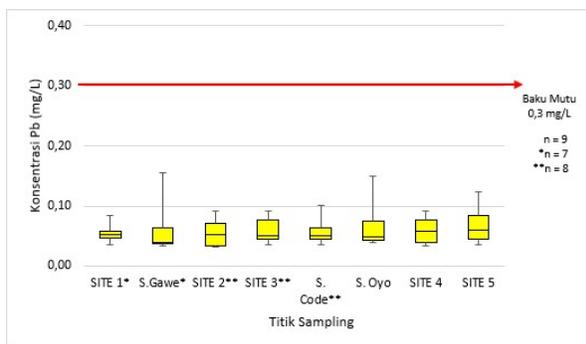
Tabel 3 Hasil Perhitungan Status Mutu Air dengan Metode Storet berdasarkan Site

Lokasi	Nilai Storet*	Kelas Air	Keterangan
SITE 1	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
S. Gawe	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
SITE 2	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
SITE 3	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
S. Code	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
S. Oyo	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
SITE 4	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
SITE 5	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan
Rata-Rata/Bulan	-10,00	Kelas B	Tercemar Ringan

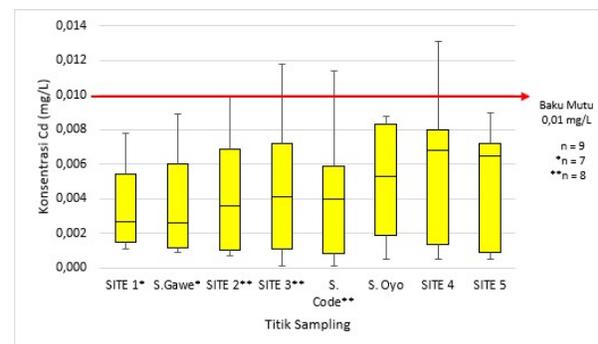
Pada **Tabel 3** didapatkan bahwa data tiap *site* di sepanjang Sungai Opak termasuk kedalam kategori kelas B yaitu tercemar ringan. Salah satu penyebab Sungai Opak termasuk kedalam kategori kelas B adalah pada parameter logam berat Pb telah melewati standar baku mutu. Metode Storet ini menggunakan data pendukung seperti data pH, TDS, TSS, dan DO. Parameter pengujian yang digunakan pada penelitian tidak sepenuhnya sama jika dibandingkan dengan parameter yang digunakan Badan Lingkungan Hidup D.I. Yogyakarta dalam penentuan status mutu air. Perhitungan metode Storet ini menggunakan standar baku mutu kelas air III. Dari kedua metode yang digunakan baik menggunakan metode Indeks Pencemaran dan metode Storet, kualitas air di sepanjang Sungai Opak sama-sama termasuk kedalam kategori tercemar ringan.

3.3 Karakteristik Kandungan Logam Berat tiap Site

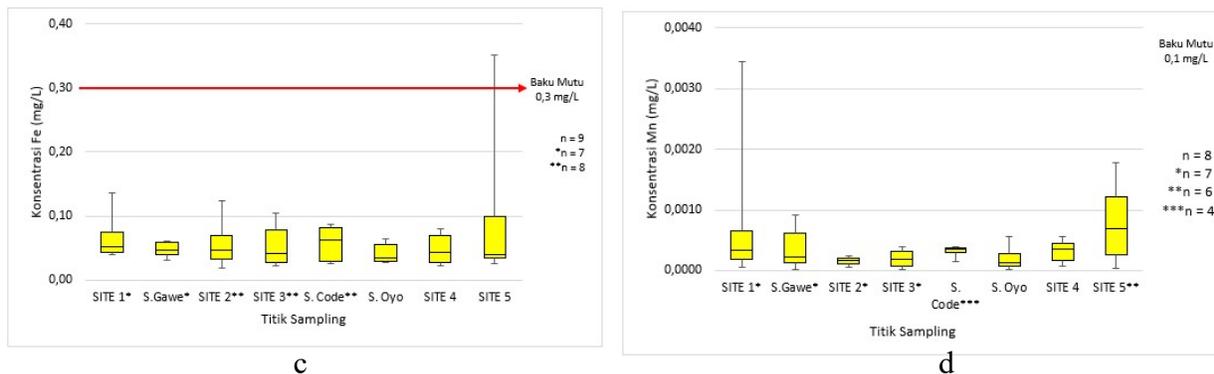
Berikut merupakan data hasil penelitian pengukuran konsentrasi logam Pb, Cd, Fe, dan Mn di sepanjang Sungai Opak berdasarkan tiap lokasi pengambilan dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut:



a



b

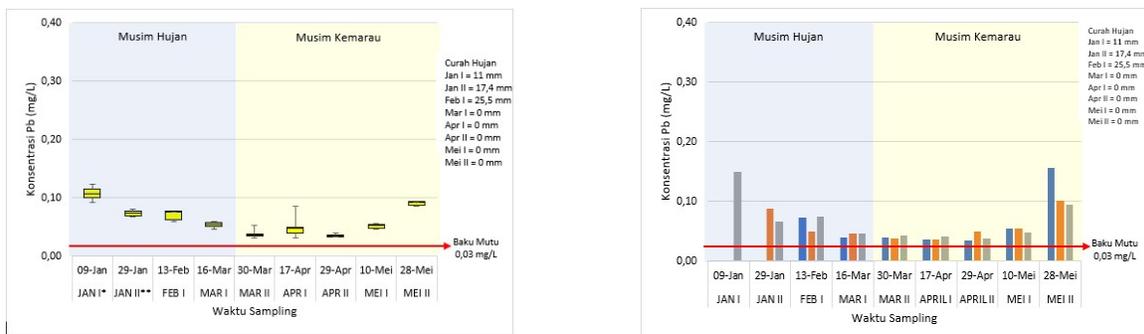


Gambar 3 diagram *boxplot* kandungan logam terhadap lokasi pengambilan sampel

Gambar 3(a) merupakan diagram *boxplot* kandungan logam Pb terhadap lokasi pengambilan sampel diperairan Sungai Opak. Umumnya konsentrasi logam Pb yang didapatkan tidak melebihi baku mutu air yang ditetapkan didalam Peraturan Gubernur D.I. Yogyakarta No. 20 Tahun 2008 sebesar 0,03 mg/L. Nilai rata-rata konsentrasi logam Pb berkisar 0,055 mg/L sampai dengan 0,067 mg/L. Konsentrasi logam Pb tertinggi terdapat pada *Site 5*. Konsentrasi terendah di *Site 2* dengan konsentrasi 0,055 mg/L. Kandungan logam Pb dapat ditemukan secara alami di bebatuan mineral serta dari aktivitas manusia. Sumber-sumber logam Pb yaitu aktifitas lalu lintas, pembuangan sampah berupa kaleng bekas, kabel listrik, sampah plastik, cat, dan baterai yang dibuang ke sungai sehingga memungkinkan terjadi peningkatan pencemaran logam Pb. Menurut WHO (2011), tingginya kandungan logam berat Pb pada perairan dapat berasal dari senyawa *Tetra Ethyl Lead* (TEL) sebagai bahan *antiknock* dalam bahan bakar bensin yang digunakan kendaraan. Hasil sisa pembakaran pada kendaraan akan turun ke dalam badan air. **Gambar 3(b)** merupakan diagram *boxplot* konsentrasi logam Cd terhadap lokasi pengambilan sampel di sepanjang perairan Sungai Opak. Nilai rata-rata konsentrasi logam Cd tiap lokasi berkisar antara 0,0036 mg/L sampai dengan 0,0057 mg/L. Konsentrasi logam Cd tiap *site* secara umum mengindikasikan bahwa masih dalam standar baku mutu 0,01 mg/L. Keberadaan logam Cd yang berasal dari alam umumnya terendapkan dalam bentuk sedimen. Cd dapat berasal dari proses alami seperti erosi sungai dan aktivitas masyarakat (Nordic, 2003). Menurut WHO (2011), adanya kandungan logam Cd pada sungai dapat berasal dari alam dan akitivitas manusia seperti, pembuangan sampah yang mengandung logam Cd seperti baterai, kabel, elektronik, dan logam Cd sebagai pigmen dalam plastik **Gambar 3(c)** merupakan diagram *boxplot* konsentrasi logam Fe terhadap lokasi pengambilan sampel di sepanjang perairan Sungai Opak. Nilai rata-rata konsentrasi logam Fe tiap lokasi secara bervariasi

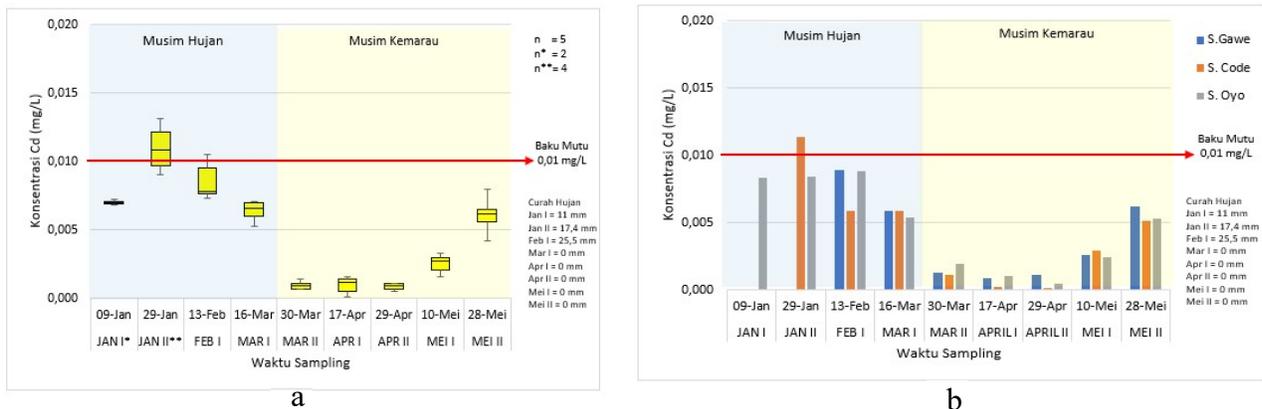
berkisar antara 0,040 mg/L sampai dengan 0,108 mg/L. Konsentrasi logam Fe tertinggi pada *Site 5* dan konsentrasi terendah terdapat pada *Site 2*. Data rata-rata konsentrasi logam Fe yang didapatkan masih dibawah baku mutu. Menurut Peraturan Gubernur D.I. Yogyakarta No. 20 Tahun 2008, konsentrasi Fe yang diperbolehkan pada sungai untuk kategori kelas I sebesar 0,3 mg/L, sedangkan untuk sungai untuk kategori kelas II sampai IV tidak ditetapkan atau tidak tercantum dalam Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 tahun 2008. **Gambar 3(d)** merupakan diagram *boxplot* kandungan logam Mn terhadap lokasi pengambilan sampel di sepanjang perairan Sungai Opak. Nilai rata-rata konsentrasi logam Mn tiap lokasi secara keseluruhan berkisar 0,00016 mg/L sampai dengan 0,00079 mg/L. Konsentrasi logam Mn tertinggi pada *Site 1* dan konsentrasi terendah terdapat pada *Site Oyo*. Berdasarkan Peraturan Gubernur D.I. Yogyakarta No. 20 Tahun 2008 nilai konsentrasi yang dizinkan pada sungai dengan kategori kelas I adalah 0,1 mg/L, sedangkan untuk kategori kelas II sampai IV tidak tercantum. Konsentrasi logam Mn pada perairan sepanjang Sungai Opak masih dibawah baku mutu. Kandungan logam Mn secara alami dapat ditemukan air permukaan disebabkan adanya mineral yang terkikis ke perairan. Namun, aktivitas manusia juga bertanggung jawab atas banyak kontaminasi logam Mn di air di beberapa daerah dan diketahui bahwa konsentrasi logam Mn dipengaruhi oleh kepadatan lalu lintas (WHO, 2011). Dalam penelitian Amaal dkk (2016), faktor seperti limpasan air pertanian, limbah industri dan kota, berpotensi mempengaruhi kualitas air di Sungai Nil Mesir. Konsentrasi logam berat menunjukkan sampel air di Sungai Nil secara signifikan terkontaminasi logam berat. Kisaran konsentrasi Pb, Cd, Fe, dan Mn di Sungai Nil adalah 0.005-0.051, 0.002-0.081, 0.199-2.211 dan 0.030-0.298. Dari penelitian ini memiliki kesamaan dimana tingginya konsentrasi logam tidak terlepas dari aktivitas manusia seperti pembuangan limbah sembarangan ke badan air.

3.4 Analisis Pengaruh Musim Terhadap Konsentrasi Logam berat di perairan Sungai Opak



a
 b
Gambar 4 Diagram Boxplot Logam Pb terhadap Musim

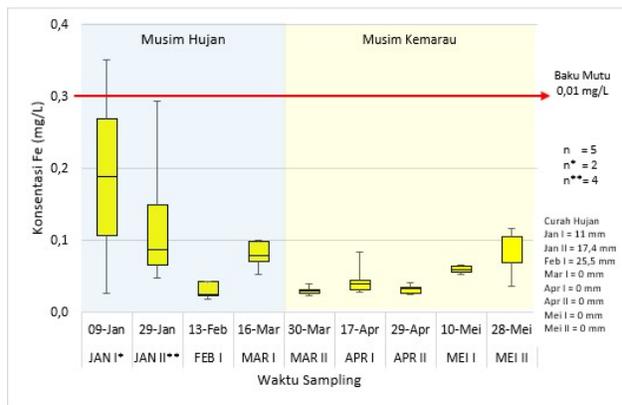
Dari **Gambar 4(a)** merupakan diagram *boxplot* kandungan logam Pb di Sungai Opak mengalami tren fluktuasi baik pada musim hujan dan musim kemarau. Pada umumnya konsentrasi logam Pb yang didapatkan melebihi baku mutu air yang ditetapkan pemerintah sebesar 0,03 mg/L. Nilai rata-rata konsentrasi logam Pb dimulai dari periode Januari I sampai bulan Mei II berkisar antara 0,0378 mg/L sampai dengan 0,1215 mg/L. Konsentrasi logam Pb tertinggi pada bulan Januari periode I karena pada pengambilan air sampel terjadi hujan, air hujan akan membawa zat polutan atau pencemar ke badan sungai Opak. Pada **Gambar 4(b)** merupakan konsentrasi logam Pb di tiap anak sungai aliran yang akan mengalir ke Sungai Opak. Pada *Site Gawe* dan *Site Code* memiliki nilai konsentrasi logam Pb tertinggi pada bulan Mei periode II. Adapun pada *Site Oyo* memiliki nilai konsentrasi logam Pb tertinggi terdapat pada bulan Januari periode I. Pada bulan Mei periode II mengalami kenaikan konsentrasi logam Pb diidentifikasi bahwa berasal dari pencemaran yang terkumpul dalam waktu lama sehingga terakumulasi menjadi tinggi. Adapun faktor penyebab tingginya kandungan logam Pb pada perairan yaitu, secara alamiah logam Pb didalam perairan didapatkan melalui proses dari pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan, dan pada proses korosifikasi dari batuan mineral yang mengandung logam Pb. Logam Pb yang berasal dari aktivitas manusia seperti kegiatan transportasi, industri pengelasan, pembuangan limbah baterai dan lain-lain.



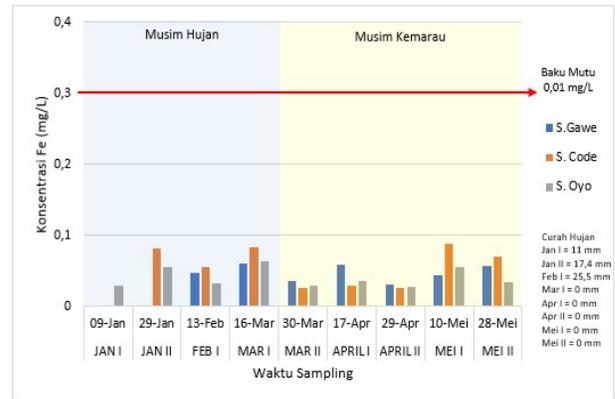
Gambar 5 Diagram Boxplot Logam Cd terhadap Musim

Dari **Gambar 5(a)** diagram *boxplot* tersebut terlihat bahwa konsentrasi logam Cd mengalami fluktuatif. Nilai rata-rata konsentrasi logam Cd pada Sungai Opak dimulai dari bulan Januari periode I sampai bulan Mei periode II berkisar antara 0,00069 mg/L sampai dengan 0,010 mg/L. Adapun nilai konsentrasi logam Cd tertinggi berada di bulan Januari periode II dengan konsentrasinya telah melebihi ambang batas dimana konsentrasinya yang diizinkan untuk kelas air kategori III yaitu 0,01 mg/L.

Konsentrasi logam Cd yang paling rendah terdapat pada bulan April periode I. Konsentrasi logam Cd di Sungai Opak mengalami penurunan konsentrasi pada saat musim kemarau. **Gambar 5(b)** merupakan konsentrasi logam Cd di tiap anak sungai ke Sungai Opak memiliki tren fluktuatif baik pada *Site Gawe*, *Site Code* dan *Site Oyo*. Nilai konsentrasi logam Cd terendah masing-masing *site* terdapat pada periode yang sama yaitu dibulan April. Kandungan konsentrasi logam Cd di perairan Sungai Opak mayoritas masih dibawah ambang batas atau telah memenuhi baku mutu yang ditetapkan pemerintah adalah 0,01 mg/L untuk kategori kelas air I sampai IV. Logam Cd didalam perairan dapat ditemukan terlarut didalam air.



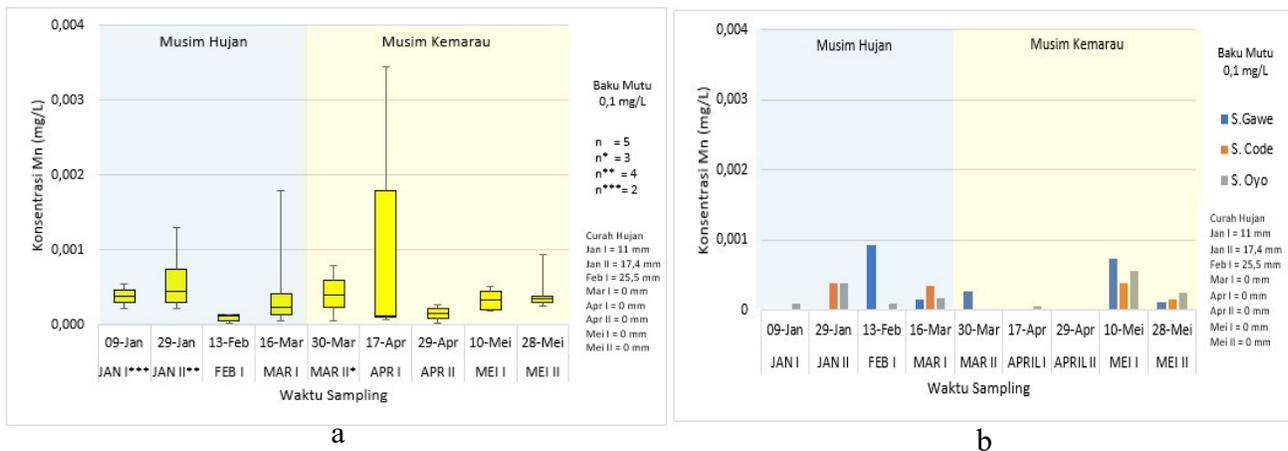
Gambar 6 Diagram Boxplot Konsentrasi Fe per Bulan pada Sungai Opak



b

Pada **Gambar 6(a)** diagram *boxplot* konsentrasi logam Fe di sepanjang Sungai Opak memiliki tren yang fluktuatif dengan nilai rata-rata konsentrasi logam Fe dari bulan Januari periode I sampai Mei periode II berkisar antara 0,03 mg/L sampai dengan 0,188 mg/L. Nilai konsentrasi logam Fe yang tertinggi terdapat pada bulan Januari periode I. Pada air permukaan logam Fe sangat jarang ditemukan melebihi 1 mg/L. Dari gambar diatas diketahui bahwa konsentrasi logam Fe pada Sungai Opak mayoritas tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Logam Fe tidak mengalami perubahan signifikan baik pada musim hujan ataupun pada saat musim kemarau. Perubahan konsentrasi Fe pada saat musim hujan dapat diakibatkan oleh masuknya pencemaran ke badan air melalui limpasan air hujan dari daratan.

Pada **Gambar 6(b)** merupakan konsentrasi logam Fe di tiap anak sungai yang akan mengalir ke Sungai Opak memiliki tren fluktuatif baik pada *Site Gawe*, *Site Code* dan *Site Oyo*. Adapun ambang batas kandungan logam Fe pada perairan sungai yaitu 0,3 mg/L. Pada umumnya logam Fe adalah logam yang dapat larut didalam air dan sering kali ditemukan dari proses korosif sebuah logam. Adanya logam secara alami ditemui dari proses mineral batuan dan adapun dari aktivitas manusia seperti pembuangan limbah domestik, industri dan lain-lain secara sembarangan ke dalam badan air sehingga ditemukannya kandungan logam di perairan Sungai Opak (WHO, 2011).



Gambar 7 Diagram Boxplot Konsentrasi Fe per Bulan pada Sungai Opak

Gambar 7(a) diagram *boxplot* konsentrasi logam Mn di sepanjang Sungai Opak pada musim hujan dan musim kemarau. dengan nilai rata-rata konsentrasi logam Mn dari bulan Januari periode I sampai Mei periode II berkisar antara 0,0001 mg/L sampai dengan 0,01 mg/L. Nilai konsentrasi logam Mn yang tertinggi terdapat pada bulan April periode I. Adapun ambang batas konsentrasi logam Mn pada perairan sungai yaitu 0,1 mg/L. Dari data keseluruhan konsentrasi Logam Mn yang diperoleh menunjukkan masih dibawah baku mutu yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi logam Mn di Sungai Opak sangatlah kecil. Pada **Gambar 7(b)** merupakan konsentrasi logam Mn di tiap anak sungai yang akan mengalir ke Sungai Opak pada umumnya memiliki tren fluktuatif. Data pemantauan sungai yang didapatkan masih dibawah nilai baku mutu konsentrasi logam Mn sebesar 0,1 mg/L. Pada bulan Februari I, Maret periode II, April periode I dan II, di beberapa titik pengambilan sampel air konsentrasi logam Mn tidak terdeteksi alat AAS karena mempunyai konsentrasi yang sangat rendah. Adanya logam Mn dalam perairan biasanya dikuti oleh keberadaan logam Fe namun dalam konsentrasi yang sangat rendah pada air permukaan. Logam Mn merupakan logam dengan kandungan

kadar $\pm 0,2$ L pada perairan alami. Sumber pencemaran Mn dapat berasal dari kegiatan industri, kegiatan rumah tangga, serta dapat berasal penggunaan pupuk yang mengandung logam Mn pada sektor pertanian.

Berdasarkan hasil pemantauan di Sungai Opak dapat dikatakan telah tercemar oleh logam Pb dan Cd. Logam Pb memiliki konsentrasi yang melebihi baku mutu baik saat musim hujan dan musim kemarau. Namun adanya pencemaran logam Cd hanya dapat ditemukan pada saat musim hujan.

3.5 Analisis Statistik

Berikut merupakan hasil perhitungan dengan menggunakan metode analisis *One-way* ANOVA. Membandingkan variabel lokasi dan musim terhadap kandungan konsentrasi logam Pb, Cd, Fe, dan Mn disepanjang Sungai Opak. Berikut hasil analisis statistik *One-way* ANOVA dengan menggunakan *software Microsoft Excel* pada **Tabel 4**

Tabel 4 Signifikansi Lokasi dan Musim terhadap Logam Berat

Variabel	Parameter	<i>p-value</i> *	Keterangan
Lokasi	Pb	0,973887924	Tidak Signifikan
	Cd	0,971952011	Tidak Signifikan
	Fe	0,223133046	Tidak Signifikan
	Mn	0,127752752	Tidak Signifikan
Musim	Pb	4,39598E-08	Signifikan
	Cd	2,46336E-16	Signifikan
	Fe	0,002155025	Signifikan
	Mn	0,834963659	Tidak Signifikan

*Nilai Signifikansi (<0.05)

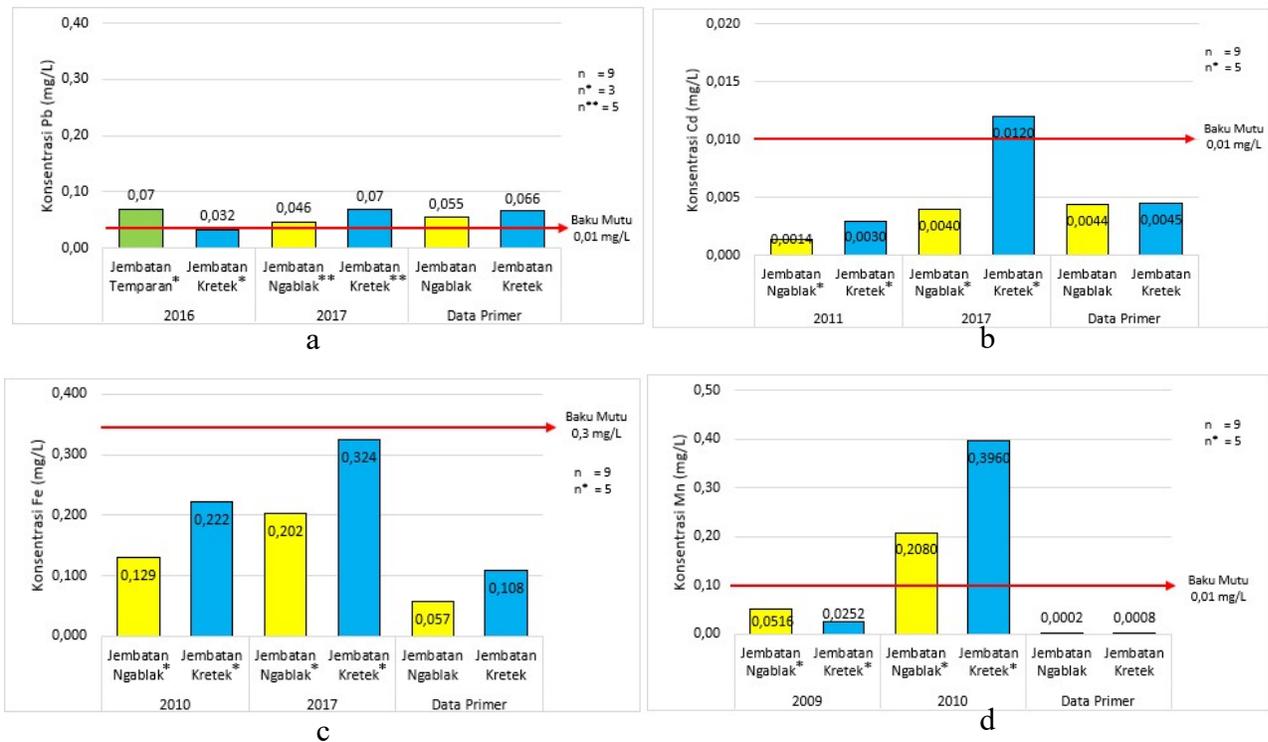
Dari **Tabel 4.3** diatas diketahui bahwa parameter logam berat terhadap variabel lokasi memiliki nilai *p-value* $>0,05$ yang menandakan bahwa lokasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan nilai rata-rata konsentrasi logam berat di sepanjang Sungai Opak. Pada variabel musim yang dilakukan selama bulan Januari sampai Mei, didapatkan *p-value* pada parameter logam Pb, Cd, dan Fe memiliki nilai lebih kecil dari 0,05 menandakan bahwa perubahan musim akan berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi rata-rata logam Pb, Cd, dan Fe. Logam Mn memiliki nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 menandakan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan musim di sepanjang Sungai Opak.

3.6 Perbandingan Data Primer Penelitian dengan Data Sekunder

Pada penelitian ini membandingkan data hasil nilai pengukuran kualitas air parameter logam seperti logam Pb, Cd, Fe, dan Mn dengan menggunakan data sekunder hasil pengukuran air di Sungai Opak yang berasal dari Badan Lingkungan Hidup (BLH) Provinsi D.I. Yogyakarta. Penelitian ini membandingkan di 2 titik pengamatan yaitu pada Jembatan Ngablak sebagai bagian tengah dan Jembatan

Kretek sebagai bagian hilir sungai. Tidak ditentukannya bagian hulu sungai karena titik hilir sungai pada Sungai Opak yang dipantau oleh BLH D.I. Yogyakarta dengan penelitian ini memiliki tempat pengambilan yang berbeda.

Berikut merupakan perbandingan data primer dan sekunder kualitas air berdasarkan parameter logam Pb yang dapat dilihat pada **Gambar 7**.



Gambar 7 Perbandingan Data Primer dan Sekunder Logam

Gambar 7(a) terlihat perbandingan data primer dan data sekunder logam Pb yang berasal dari BLH D.I. Yogyakarta tidak mengalami perubahan yang signifikan tiap tahun. Adapun pada tahun 2016 BLH D.I. Yogyakarta tidak melakukan pemantauan hasil kualitas air di Jembatan Ngablak sebagai pengganti yang dirasa mendekati dengan titik pemantauan yaitu menggunakan titik sampling di Jembatan Temparan yang berjarak sekitar 2,6 km dari Jembatan Ngablak. Dari data primer dan data sekunder yang berasal dari BLH D.I. Yogyakarta telah melebihi baku mutu air yaitu 0,03 mg/L.

Berdasarkan **Gambar 7(b)** terlihat perbandingan data primer dan data sekunder logam Cd yang berasal dari BLH D.I. Yogyakarta mengalami tren fluktuasi. Data sekunder yang tersedia pada logam Cd menggunakan data tahun 2011 dan tahun 2017 dari BLH D.I. Yogyakarta. Data ini diambil karena dari pihak BLH D.I. Yogyakarta tidak melakukan pemantauan kualitas air logam Cd pada tahun 2016 dan tahun sebelumnya di Jembatan Ngablak dan Jembatan Kretek. Perbedaan konsentrasi antara data primer

dan data sekunder dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel, kondisi lingkungan disekitar serta aktivitas manusia yang berada pada lokasi titik pengamatan. **Gambar 7(c)** logam Fe terlihat perbandingan data primer dan data sekunder yang berasal dari BLH D.I. Yogyakarta mengalami tren fluktuatif. Data sekunder logam Fe menggunakan data tahun 2010 dan tahun 2017 dari BLH D.I. Yogyakarta. Data ini diambil karena dari pihak BLH D.I. Yogyakarta tidak melakukan pemantauan kualitas air logam Fe pada tahun 2016 dan tahun sebelumnya di Jembatan Ngablak dan Jembatan Kretek. **Gambar 7(d)** terlihat perbandingan data primer dan data sekunder logam Mn yang berasal dari Badan Lingkungan Hidup D.I. Yogyakarta mengalami tren fluktuatif. Data yang tersedia pada data sekunder logam Fe menggunakan data tahun 2009 dan tahun 2010 dari BLH D.I. Yogyakarta.

Tingginya kandungan logam Mn pada tahun 2010 diketahui bahwa pada tahun tersebut diakibatkan oleh fenomena dampak meletusnya erupsi Gunung Merapi. Erupsi Gunung Merapi akan membawa material yang memiliki kandungan logam Fe sehingga terbawa kedalam badan air Sungai Opak. Dari gambar tersebut telah terjadi peningkatan kualitas air parameter logam Mn tiap waktu. Perbedaan konsentrasi logam Pb, Cd, Fe, dan Mn antara data primer dan data sekunder dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel, kondisi lingkungan di sekitar serta aktivitas manusia yang berada pada lokasi titik pengamatan.

IV. KESIMPULAN

1. Status mutu air dengan menggunakan metode IP dan metode Storet di sepanjang Sungai Opak termasuk kedalam kategori tercemar ringan.
2. Berdasarkan data yang ditampilkan di dalam diagram *boxplot* didapatkan bahwa nilai rata-rata konsentrasi logam berat lebih tinggi pada saat musim hujan dibandingkan pada musim kemarau. Konsentrasi logam Pb, Cd, Fe, dan Mn sebesar 0.038-0.107 mg/L, 0.009-0.011 mg/L, 0.03-0.18 mg/L, dan 0.0001-0.0012 mg/L.
3. Lokasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perbedaan rata-rata konsentrasi logam Pb, Cd, Fe, dan Mn. Sementara perubahan musim akan berpengaruh secara signifikan terhadap konsentrasi rata-rata logam Pb, Cd, dan Fe.

V. SARAN

1. Untuk memberikan informasi dan pengetahuan ke masyarakat mengenai pentingnya menjaga kualitas air sungai, maka perlu adanya kegiatan sosialisasi kepada masyarakat tentang menjaga sungai dan tidak membuang limbah pencemar ke badan air. Informasi mengenai bahayanya logam berat juga sangatlah diperlukan agar masyarakat mampu mengantisipasi terjadinya

pencemaran oleh logam berat yang dapat merugikan lingkungan maupun kesehatan masyarakat.

2. Pemerintah agar dapat membuat peraturan secara ketat dalam menjaga kelestarian di Sungai Opak. Adapun pemerintah secara rutin melakukan pemeriksaan dan pengawasan terkait limbah yang akan dibuang ke sungai khususnya oleh industri sekitar sehingga limbah tersebut memenuhi baku mutu dan diharapkan dapat mengurangi beban pencemar di sepanjang Sungai Opak.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Amaal M., Abdel-Satar., Ali M. and Goher M. 2016. **Indices of Water Quality and Metal Pollution of Nile River, Egypt.** *The Egyptian Journal of Aquatic Research.* Vol. 43. 21-29.
- Chiba W.A.C., Passerini M.D., Baio J.A.F., Torres J.T. and Tundisi J. G. 2010. **Seasonal Study of Contamination by Metal in Water and Sediment in a Sub-basin in The Southeast of Brazil.** *Braz J. Biol.* Vol. 71. 833-843.
- Iqbal A.M and Gupta S. G., 2009. **Studies on Heavy Metal Ion Pollution of Ground Water Sources as an Effect of Municipal Solid Waste Dumping.** *African Journal of Basic & Applied Sciences.* Vol 1. 117-122.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. **Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.** Jakarta: KLH.
- Moore, J. W. and S. Ramamoorthy. 1984. **Heavy Metals in Neutral Water.** *Springer Verlag.* New York.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2001. **Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.** Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2011. **Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai.** Jakarta.
- Rama P., Dubey R. K., Dubey S.K. and Singh A.K. 2017. **Assessment of Heavy Metal Pollution through Index Analysis for Yamuna Water in Agra Region, India.** *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* Vol. 6. 1491-1498.
- Rajeswari, T. R. 2014. **Impact of Heavy Metals On Environmental Pollution.** *Sciences Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences.* Vol. 94. 1-3.

- Saleem, M., Iqbal J., Akhter G., and Munir H. 2015. **Spatial/Temporal Characterization and Risk Assessment of Trace Metals in Mangla Reservoir, Pakistan.** *Journal of Chemistry.* Vol. 1. 1-11.
- Sheftian, U. S., Sarminingsih, A., dan Nugraha, W. D. 2017. **Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Pencemaran Sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan (Studi Kasus: Sungai Gelis, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah).** *Jurnal Teknik Lingkungan.* Vol. 6. 1-10.
- Sugiharyanto, Khotimah N. dan Sumunar D.R. 2011. **Kajian Kelas Air Sungai Opak Pasca Erupsi Gunung Merapi Tahun 2010.** Laporan Penelitian. Yogyakarta: FIS UNY.
- Verma. R. and Dwivedi P. 2013. **Heavy metal water pollution- A case study India.** *Research in Science and Technology.* Vol. 5. 98-99.
- Wardhana, P. N. 2015. **Analisis Transport Sedimen Sungai Opak Dengan Menggunakan Program Hec-Ras 4.1.0. Yogyakarta.** *Jurnal Teknisia.* Vol. 20. 22-31.
- Waykar B. and Deshmukh B. 2012. **Evaluation of Bivalves as Bioindicators of Metal Pollution in Freshwater.** *Journal Bull Environ Contam Toxicol.* Vol. 88.48-53.
- World Health Organization (WHO), 2011. **Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth ed.** Geneva: WHO, ISBN: 978 92 4-154815-1.
- Yudo, S. 2006. **Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta.** *Jurnal Air Indonesia.* Vol. 2. 1-15.