

Evaluasi Dampak Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Parameter Logam Berat (Fe, Mn, Cd, Pb) Di Sepanjang Daerah Aliran Sungai Opak, Yogyakarta

Evaluation of Land Use Impact on Water Quality Heavy Metals Parameters (Fe, Mn, Cd, Pb) Along the Opak River Watershed, Yogyakarta

Tommy Alfiansyah¹, Dhandhun Wacano², Joni Aldilla Fajri³

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

14513102@students.uii.ac.id ¹, dhandhunwacano@uui.ac.id ², joni.af@uui.ac.id ³

ABSTRAK

Di Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki banyak sungai salah satunya adalah Sungai Opak. Kualitas air Sungai Opak sangat berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat di sekitar Daerah Aliran Sungai. Tata guna lahan yang buruk turut serta dalam mempengaruhi kualitas sungai. Tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan tata guna lahan terhadap parameter logam berat (Fe, Mn, Cd dan Pb) di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Opak. Metode yang digunakan adalah mengolah data guna lahan dari INA-Geoportal untuk mengetahui luas menggunakan ArcGIS 10.6.1, kemudian membandingkan dengan konsentrasi logam berat. Korelasi yang digunakan menggunakan metode Pearson Correlation. Hasil dari korelasi Pearson didapatkan hasil bahwa pemukiman hubungannya dari sangat lemah ke lemah hal ini disebabkan sumber pencemar dari tiap parameter, dirasa kurang mempengaruhi terhadap konsentrasinya. Untuk kebun dan sawah, korelasi yang berpengaruh adalah Cd dan Pb, dikarenakan oleh penggunaan pupuk dan pestisida. Terakhir hutan, untuk hutan hubungan berbanding terbalik ditunjukkan oleh Fe dan Mn, karena untuk mendegradasi kedua unsur tersebut diperlukan luas lahan hutan dari sedang sampai kecil. Lalu untuk Cd dan Pb, hubungannya searah karena adanya unsur alam yang mengandung kedua unsur tersebut.

Kata Kunci: Sungai Opak, ArcGIS, Logam Berat, Pearson Korelasi

ABSTRACT

In the Special Region of Yogyakarta, there are many rivers, one of that is the Opak River. The water quality of the Opak River is very influential on the lives of people around the River Basin. Poor land use contributes to river quality. The aim of this study was to determine the correlation of land use on the parameters of heavy metals (Fe, Mn, Cd, and Pb) along Opak Watersheds. The method used is to process land use data from INA-Geoportal to find out the area using ArcGIS 10.6.1, then compare it with the concentration of heavy metals. The correlation used uses the Pearson Correlation method. The results of the Pearson correlation showed that the settlement of the relationship from very weak to weak was

due to pollutant sources of each parameter, it was felt to have less influence on concentration. For gardens and rice fields, the correlations that have an effect are Cd and Pb, due to excessive use of fertilizers and pesticides. Finally forests, forests have an inverse relationship shown by Fe and Mn, because to degrade these two elements, the area of forest from medium to small is needed. Then for Cd and Pb, the relationship is in line because there is a natural element that contains both of these elements.

Key Word: Opak River, ArcGIS, Heavy Metals, Pearson Correlation

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) salah satu objek vital yang rentan terhadap perkembangan dan pembangunan suatu wilayah. Hal tersebut berkaitan pada pola pemanfaatan lahan serta peningkatan aktivitas industri sebagai penunjang kebutuhan ekonomi masyarakat (Rasyiid, 2015). Berdasarkan Briassoulis (2000), perubahan pemanfaatan lahan menjadi lahan permukiman, pertanian, maupun aktivitas industri yang memberikan dampak terhadap perubahan geomorfologi, sifat tanah, proses hidrologi, dan kualitas air baik skala lokal maupun regional.

Secara geografis, perubahan tata guna lahan terutama pada sektor industri dan teknologi serta pertumbuhan permukiman di Daerah Istimewa Yogyakarta (D.I.Y.), berpengaruh terhadap penurunan kualitas air permukaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Opak. Mengingat efek negatif yang ditimbulkan akibat dari perubahan tata guna lahan dan kandungan logam berat di lingkungan perairan, maka perlu dilakukan analisis dan evaluasi untuk mengetahui seberapa besar dampak perubahan tata guna lahan terhadap kualitas air (parameter logam berat) di Sungai Opak Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak tata guna lahan terhadap kualitas air di Sungai Opak untuk parameter logam berat (Fe, Mn, Cd, Pb) dari bulan Januari sampai November tahun 2018.

Adapun manfaat yang didapatkan dilakukannya kegiatan penelitian ini yaitu:

1. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi tentang dampak perubahan tata guna lahan terhadap kualitas air, dan kandungan logam terlarut yang berada wilayah perairan Sungai Opak sehingga memberikan kesadaran masyarakat untuk menjaga kualitas sungai.

2. Bagi Pemerintah

Memberikan dasar acuan pengelolaan DAS Opak, dasar acuan teknis pengembangan dan

pembangunan di sepanjang DAS Opak serta sebagai bahan evaluasi agar terjadi perbaikan dari segi lingkungan khususnya kualitas air di DAS Opak.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sepanjang daerah aliran sungai Opak yang memiliki panjang aliran sungai ± 65 km dan luas $\pm 1398,18$ km². Sungai Opak sendiri memiliki anak sungai seperti Sungai Tambakbayan, Sungai Code, Sungai Winongo, Sungai Oyo, dan Sungai Gajah Wong. Penelitian ini dilakukan di 11 titik sampling yang diambil berdasarkan pengaruh input non point source seperti wilayah pemukiman, pertanian dan industri terhadap kualitas air Sungai Opak. Lokasi penelitian dapat dilihat pada table 2.1. berikut.

2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh dari pengujian di laboratorium kualitas air di teknik lingkungan UII. Metode yang digunakan adalah penelitian deskriptif. Metode ini bertujuan untuk mengumpulkan data secara rinci dan aktual. Pengambilan sampel air sungai menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 6989.57:2008 tentang metoda pengambilan contoh air permukaan. Kemudian menguji parameter fisika. Parameter fisika yang di uji yaitu TDS, TSS dan pH. Pengujian logam berat dilakukan menggunakan Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS) dengan prinsip penyerapan radiasi cahaya pada panjang gelombang tertentu oleh atom-atom bebas logam yang akan dianalisis. Parameter logam berat yaitu Besi (Fe), Mangan (Mn), Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb).

2.2.2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari Inageoportal (Indonesia-Geospatial Portal) berupa Peta Rupa Bumi Digital yang berisikan Peta Data Aliran Sungai dan Peta Penggunaan Lahan Tahun 2016. Metode Pemetaan dilakukan dengan survey lapangan dan studio laboratorium pemetaan. Pemetaan ini menggunakan software ArcGIS. Data sekunder yang lain adalah data penelitian sebelumnya dari hasil laboratorium untuk digunakan melengkapi data setahun dari tiap bulan.

2.2.3. Water Quality Index

Analisis WQI pada penelitian ini menggunakan Metode Indeks Pencemaran. Seperti yang telah disebutkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 mengenai pedoman penentuan status mutu air, metode indeks pencemaran digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air. Metode IP (KepMenLH No. 115 Tahun 2003) digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air dengan rumus sebagai berikut :

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

PI_j = indeks pencemaran untuk peruntukan j

C_i = konsentrasi parameter kualitas air i

L_{ij} = konsentrasi parameter kualitas air i yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air j

M = maksimum

R = rerata

Nilai C_i/L_{ij} adalah skor untuk suatu parameter yang diharapkan tidak melebihi angka 1. Apabila nilai ini melebihi angka 1 hal ini berarti parameter tersebut melebihi baku mutu sesuai peruntukannya dan diharapkan untuk dapat menyisihkan parameter tersebut. Apabila nilai C_i/L_{ij} melebihi angka 1, maka diharuskan untuk mengganti nilainya menjadi C_i/L_{ij} baru dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_i/L_{ij} \text{ baru} = 1 + P \cdot \text{Log}(C_i/L_{ij})_{\text{hasil pengukuran}} \dots\dots\dots (3.2)$$

P = konstanta dan nilainya ditentukan dengan bebas dan disesuaikan dengan hasil pengamatan lingkungan dan atau persyaratan yang dikehendaki untuk suatu peruntukan (biasanya digunakan nilai 5)

Evaluasi terhadap nilai PI (*Pollution Index*)

$0 \leq PI_j \leq 1,0 \rightarrow$ Memenuhi baku mutu (kondisi baik)

$1,0 < PI_j \leq 5,0 \rightarrow$ Cemar ringan

$5,0 \leq PI_j \leq 10 \rightarrow$ Cemar sedang

$PI_j > 10 \rightarrow$ Cemar berat

2.2.4. Pearson Correlation

Menurut Sugiyono (2013), menentukan menentukan korelasi *Pearson Product Moment* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} - \{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}}$$

Keterangan :

r_{xy} = Koefisien korelasi *pearson*

x_i = Variabel indenpenden

y_i = Variabel dependen

n = Banyak Sampel

Dari hasil yang diperoleh menggunakan rumus di atas, dapat dilihat tingkat hubungan pengaruh variabel x dan y . Nilai r dapat bervariasi dari -1 hingga +1 yang dapat ditulis menjadi $-1 \leq r \leq +1$. Tiga alternatif dari perhitungan tersebut, yaitu :

1. Bila $r = 0$ atau mendekati 0, maka korelasi antar variabel sangat lemah atau bahkan tidak ada hubungan sama sekali.
2. Bila $r = +1$ atau mendekati +1, maka hubungan korelasi antar variabel adalah kuat dan searah, dikatakan positif.
3. Bila $r = -1$ atau mendekati -1, maka korelasi antar variabel kuat dan berlawanan arah, dikatakan negatif. Sebagai pedoman, dapat dilihat tabel berikut :

Tabel 2.2 Pedoman untuk Memberikan Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Lemah
0,20 – 0,399	Lemah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

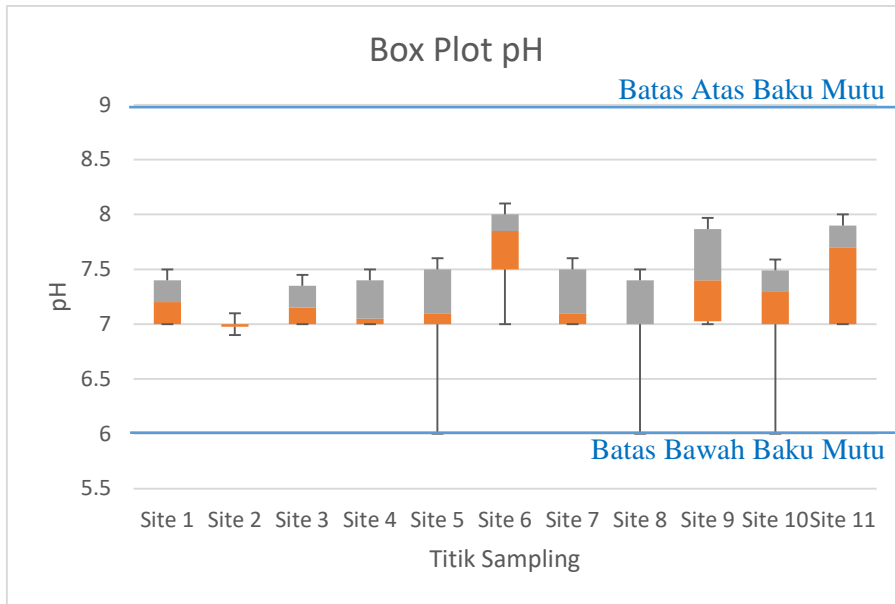
Sumber: Sugiyono (2013:250)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Parameter Fisika

3.1.1. pH

Dari sebelas site lokasi titik sampling, nilai median pH tertinggi terletak pada site 11 yaitu



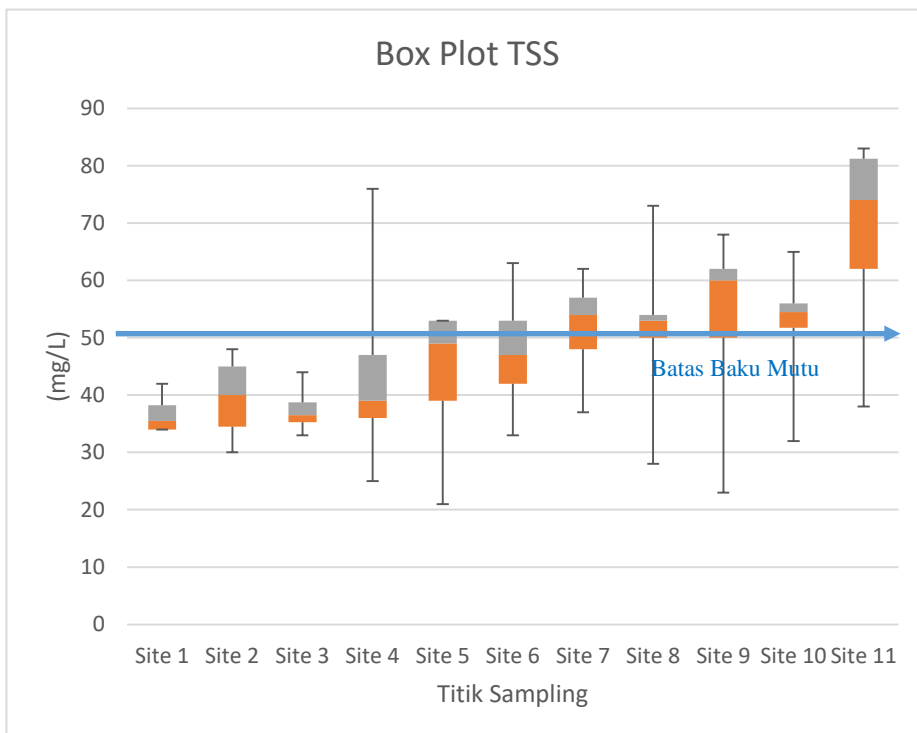
Gambar 3.1 Grafik box plot pH

sebesar 7,9. . Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 Tahun 2008, konsentrasi pH untuk Kelas I dan Kelas II adalah dari rentang 6-8,5. Untuk Kelas III ditentukan baku mutu pH-nya dari rentang 6-9. Sedangkan untuk Kelas IV adalah 5-9.

Dari data di atas, rata-rata pH tertinggi di site yang teliti masih di bawah baku mutu dan tidak tercemar untuk ke empat kelas. Dapat disimpulkan untuk parameter pH tidak tercemar.

3.1.2. TSS (Total Suspended Solid)

Dari sebelas site lokasi titik sampling, nilai rata-rata konsentrasi TSS tertinggi terletak pada site



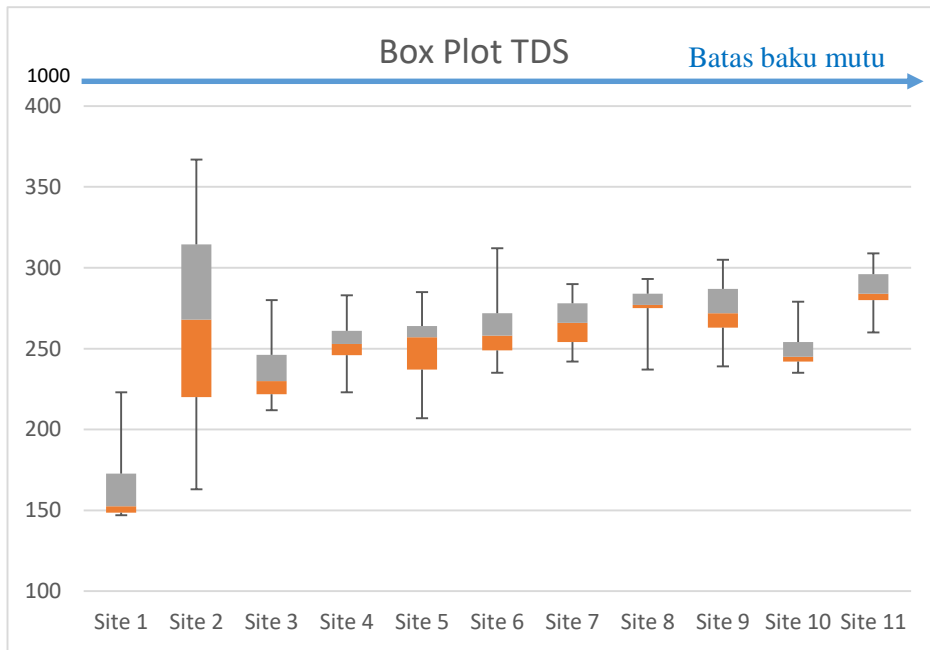
Gambar 3.2 Box Plot TSS

11 yaitu sebesar 74 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 Tahun 2008, konsentrasi TSS untuk Kelas I adalah 0 mg/L. Untuk Kelas II adalah 50 mg/L. Kemudian untuk Kelas II dan III adalah 400 mg/L.

Dilihat dari rata-rata konsentrasi tertinggi TSS, air dari Sungai Opak berada dibawah Kelas III sehingga jika digunakan irigasi dan persawah masih layak digunakan. Namun apabila digunakan untuk rekreasi air sesuai pada Kelas II tidak layak karena tercemar.

3.1.3. TDS (Total Dissolved Solid)

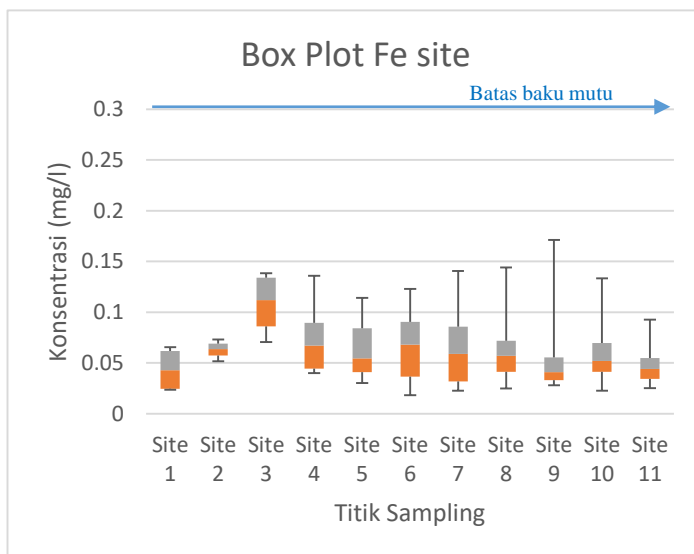
Dari sebelas site lokasi titik sampling, nilai rata-rata konsentrasi TSS tertiggi terletak pada site



11 yaitu sebesar 284 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 Tahun 2008, konsentrasi TSS untuk Kelas I, Kelas II dan Kelas III adalah 1000 mg/L. Kemudian untuk Kelas IV adalah 2000 mg/L. Sedangkan dilihat

Gambar 3.3 Grafik Box Plot TDS

dari rata-rata konsentrasi tertinggi TDS, Sungai Opak masuk ke dalam Kelas III karena berada di bawah baku dari kelas tersebut.



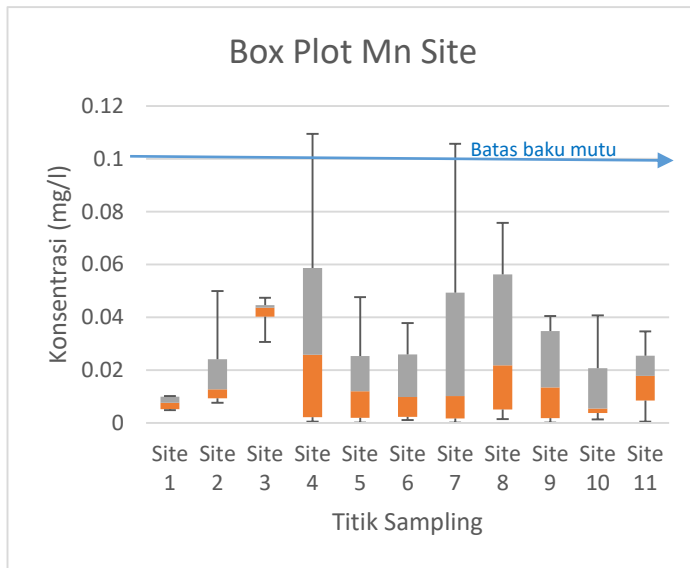
Gambar 3.4. Box Plot Fe

3.2. Analisis Logam Berat

3.2.1. Fe (Besi)

Dari sebelas site lokasi titik sampling, nilai median konsentrasi Fe tertiggi terletak pada site 3 yaitu sebesar 0,11184 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 Tahun 2008, konsentrasi Fe untuk Kelas I adalah 0,3 mg/L. Namun untuk Kelas II, Kelas III dan Kelas IV

tidak ditentukan konsentrasi baku mutunya. Dilihat dari rata-rata konsentrasi tertinggi Fe, Sungai Opak masuk ke dalam Kelas I karena masih di bawah baku mutu konsentrasinya.



Gambar 3.5. Box Plot Mn

3.2.2. Mn (Mangan)

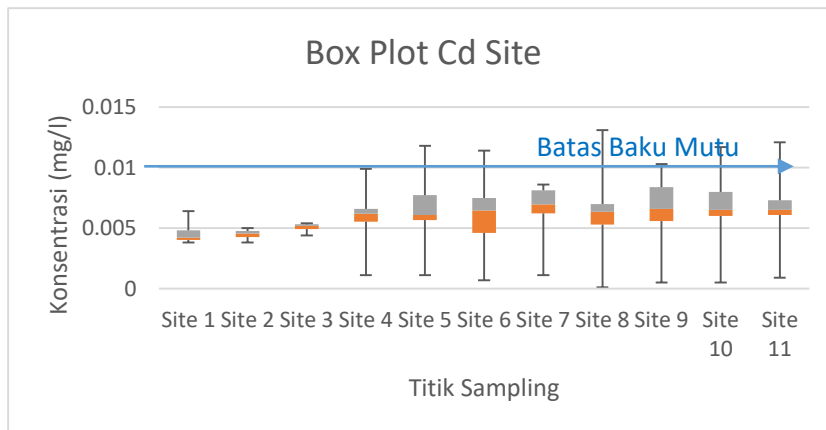
Dari sebelas site lokasi titik sampling, nilai median konsentrasi Mn tertinggi terletak pada site 3 yaitu

sebesar 0,04363 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 Tahun 2008, konsentrasi Mn untuk Kelas I adalah 0,1 mg/L. Namun untuk Kelas II, Kelas III dan Kelas IV tidak adanya batasan konsentrasinya. Dilihat dari median konsentrasi tertinggi Mn,

Sungai Opak masuk ke dalam Kelas I karena masih di bawah baku mutu konsentrasinya.

3.2.3. Cd (Kadmium)

Dari sebelas site lokasi titik sampling, nilai median konsentrasi Cd tertinggi terletak pada site 7 yaitu



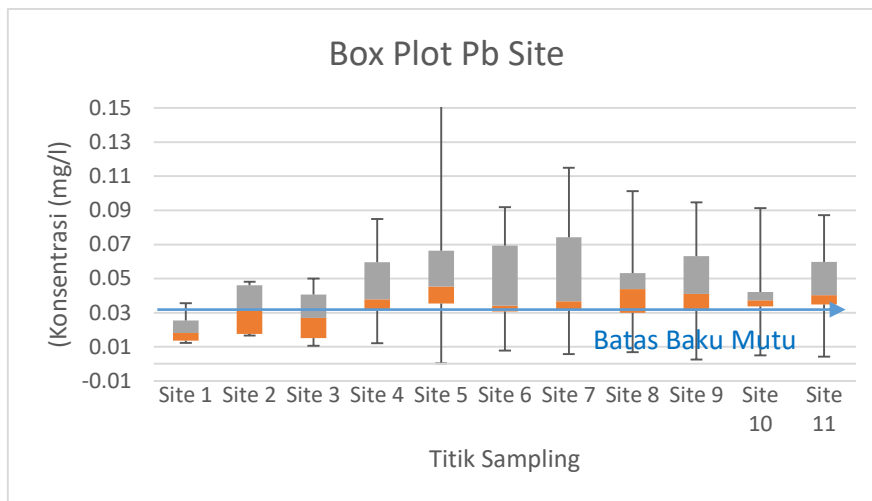
Gambar 3.6. Box Plot Kadmium

sebesar 0,00695 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 Tahun 2008, konsentrasi Cd untuk Kelas I, Kelas II, Kelas III dan Kelas IV ditentukan konsentrasi baku mutunya untuk semua kelas adalah

0,01 mg/L. Dilihat dari median konsentrasi tertinggi Cd, Sungai Opak masuk ke dalam Kelas I karena berada di bawah baku dari kelas tersebut.

3.2.3. Pb (Timbal)

Dari sebelas site lokasi titik sampling, nilai median konsentrasi Pb tertinggi terletak pada site 8 yaitu sebesar 0,0438 mg/L. Berdasarkan Peraturan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No 20 Tahun 2008, konsentrasi Pb untuk Kelas I, Kelas II dan Kelas III adalah sebesar 0,03 mg/L. Namun untuk Kelas

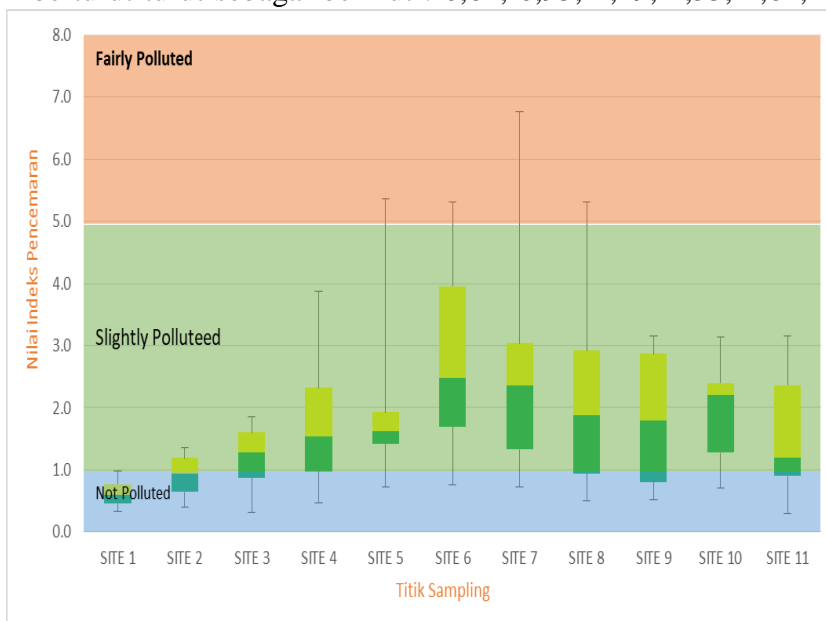


konsentrasi baku mutunya sebesar 1 mg/L . Dilihat dari grafik, site 3 sampai site 11 melebihi baku mutu dan dapat dipastikan bahwa sungai opak tercemar Pb.

Gambar 3.7. Box Plot Pb

3.3. Analisis Index Pencemar

Dari diagram Box Plot dibawah , diketahui rata-rata nilai Indeks Pencemar dari site 1 sampai site 11 berturut-turut sebagai berikut : 0,61, 0,93, 1,29, 1,53, 1,62, 2,49, 2,35, 1,89, 1,79, 2,19 dan 1,19.



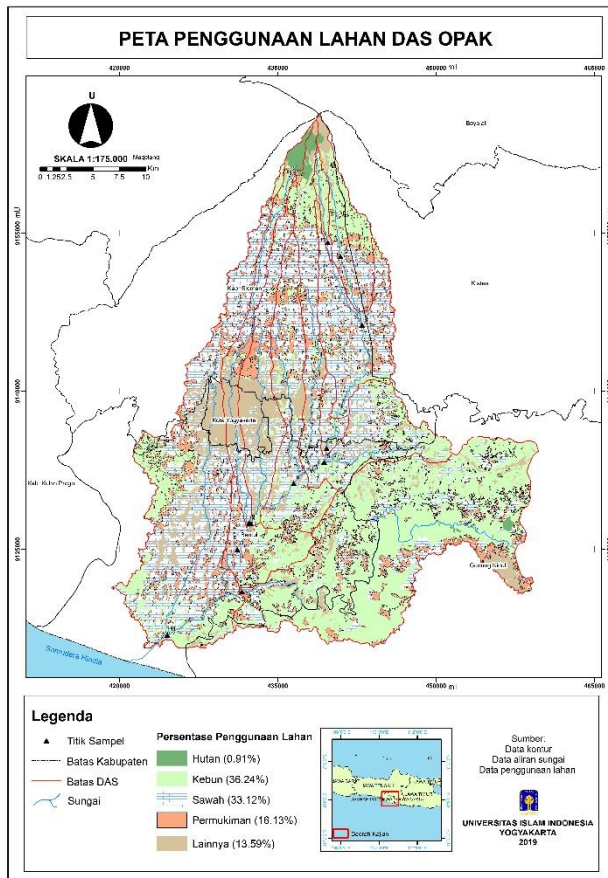
Dilihat dari rata-rata nilai Indeks Pencemarnya, site 1 dan 2 masuk ke dalam kategori tidak tercemar. Selanjutnya dari site 4 sampai dengan site 11 masuk ke kategori tercemar ringan. Jika dibanding dari semua rata-rata Pencemaran tiap site, site 6 memiliki nilai rata-rata paling tertinggi.

Gambar 3.8. Box Plot IP

3.4. Analisi Tata Guna Lahan

Pemetaan ini bertujuan untuk mengetahui luas tiap fungsi lahan dari daerah tangkapan 11 site pada Daerah Aliran Sungai Opak yang akan dianalisis. Fungsi lahan yang dianalisis adalah

permukiman, persawahan, perkebunan, hutan dan lainnya. Pemetaan akan dianalisis menggunakan software ArcGIS 10.6.1.



Lokasi	Pemuk iman	Hutan	Kebun	Sawah	Lainnya
	(km ²)				
Site 1	0.54	0.02	5.12	0.92	1.80
Site 2	9.61	0.59	17.74	11.02	4.99
Site 3	17.31	0.00	7.07	46.34	3.40
Site 4	1.18	0.00	1.99	6.82	2.02
Site 5	16.78	3.22	44.37	49.04	7.82
Site 6	13.95	0.02	20.35	33.37	13.11
Site 7	9.72	0.00	5.99	24.96	26.61
Site 8	7.06	4.13	5.05	15.80	13.39
Site 9	9.50	0.00	18.19	10.85	1.88
Site 10	36.31	1.31	200.54	32.86	24.00
Site 11	41.86	0.00	47.96	104.41	32.65
Total	163.81	9.28	374.37	336.39	131.69

Gambar 3.9 Peta Tata Guna Lahan DAS Opak (kiri) dan luasnya (kanan)

3.4. Analisa Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air

Tabel 3.1. Tabel Pearson Correlation

		Fe	Mn	Cd	Pb
Permukiman	Pearson Correlation	0.090	0.077	0.353	0.292
	Sig. (2-tailed)	0.791	0.821	0.287	0.384
	N	11	11	11	11
Sawah	Pearson Correlation	0.041	0.167	0.317	0.301
	Sig. (2-tailed)	0.904	0.624	0.343	0.368
	N	11	11	11	11

Pada analisa tata guna lahan terhadap kualitas air menggunakan metode Pearson yang dianalisa menggunakan SPSS 25. Analisa ini digunakan untuk mencari korelasi antara tata guna lahan dan kualitas air. Korelasi Pearson digunakan untuk mengukur kekuatan 2 variabel yang bersifat kuantitatif. Data yang dikorelasikan dari dari

Kebun	Pearson Correlation	-0.222	-0.388	0.251	0.188
	Sig. (2-tailed)	0.511	0.239	0.457	0.581
	N	11	11	11	11
Hutan	Pearson Correlation	-0.135	-0.053	0.142	0.549
	Sig. (2-tailed)	0.692	0.876	0.678	0.080
	N	11	11	11	11

tata guna lahan adalah luas lima fungsi lahan dari sebelas site area yaitu permukiman, hutan, kebun, sawah dan lainnya terhadap empat parameter logam berat yaitu Fe, Mn, Cd dan Pb. Hasil korelasi dapat dilihat pada tabel disamping. 3. Dari hasil korelasi antara tata guna lahan terhadap kualitas air parameter logam berat (Fe, Mn,

Cd, dan Pb), didapatkan hasil bahwa pemukiman hubungannya dari sangat lemah ke lemah hal ini disebabkan sumber pencemar dari tiap parameter, dirasa kurang mempengaruhi terhadap konsentrasinya. Untuk kebun dan sawah, korelasi yang berpengaruh adalah Cd dan Pb, dikarenakan oleh penggunaan pupuk fosfat yang berlebih. Terakhir hutan, untuk hutan hubungan berbanding terbalik ditunjukkan oleh Fe dan Mn, karena untuk mendegradasi kedua unsur tersebut diperlukan luas lahan hutan dari sedang sampai kecil. Lalu untuk Cd dan Pb, hubungannya searah karena adanya unsur alam yang mengandung kedua unsur tersebut.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Water Quality Indeks dengan metode Indeks Pencemar mendapatkan hasil bahwa pada daerah hulu tepatnya site 1 dan 2 masuk ke kategori memenuhi baku mutu, dikarenakan masih banyaknya vegetasi dan sedikitnya pemukiman. Kemudian untuk site 3 sampai ke hilir masuk ke kategori ringan, dikarenakan sudah banyaknya sumber-sumber pencemar dari industri, permukiman ataupun sawah.

Luas lahan yang diperoleh adalah dari Daerah Aliran Sungai Opak dan sebagian dari Daerah Aliran Sungai Oyo yang hasil pengolahannya menggunakan ArcGIS untuk fungsi lahan hutan seluas 9,28 km², luas kebun sebesar 374,28 km², luas sawah sebesar 336,39 km², luas permukiman sebesar 163,81 km² dan lainnya sebesar 131,69 km². Data lainnya adalah agribasah, alang, ladang, semak belukar, tanam campur dan rumput rawa.

Dari hasil korelasi antara tata guna lahan terhadap kualitas air parameter logam berat (Fe, Mn, Cd, dan Pb), didapatkan hasil bahwa pemukiman hubungannya dari sangat lemah ke lemah hal ini disebabkan sumber pencemar dari tiap parameter, dirasa kurang mempengaruhi terhadap

konsentrasinya. Untuk kebun dan sawah, korelasi yang berpengaruh adalah Cd dan Pb, dikarenakan oleh sumber pencemar dari pestisida dan pupuk. Terakhir hutan, untuk hutan hubungan berbanding terbalik ditunjukkan oleh Fe dan Mn, karena untuk mendegradasi kedua unsur tersebut diperlukan luas lahan hutan dari sedang sampai kecil. Lalu untuk Cd dan Pb, hubungannya searah karena adanya unsur alam yang mengandung kedua unsur tersebut.

4.2. Saran

1. Diperlukan adanya sosialisasi atau pendidikan untuk masyarakat di sekitar Daerah Aliran Sungai (DAS) Opak untuk mengerti fungsi lahan dan cara menjaganya. Masyarakat juga harus menimbang dampak dari fungsi lahan kepada lingkungan sekitar.
2. Bagi pemerintah diperlukan membuat peraturan untuk batasan dalam menggunakan fungsi lahan untuk masyarakat maupun bagi pemerintah sendiri dalam mengatur tata lahan suatu daerah.
3. Pada penelitian ini, diharapkan untuk peneliti selanjutnya menyamakan waktu sampling dan menambah titik sampling dari sumber-sumber yang masuk ke badan sungai. Sehingga untuk mengurangi ketimpangan data, dan memperkuat ke-valid-an data penelitian.

Daftar Pustaka

- Kementerian Lingkungan Hidup, 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu air*, Jakarta
- Gubernur DIY. 2008. *Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY*. Yogyakarta
- SNI 6989.57:2008. 2008. *Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.