

POLA SEBARAN CEMARAN KROM (Cr) PADA AIR, SEDIMEN, DAN TANAMAN AIR DI BAGIAN HILIR SUNGAI OPAK***The Distribution of Chromium Contamination in Water, Sediment, and Aquatic Plants Along The Lower Opak River Flow***Wendy Elvina^{1*}, Djoko Rahardjo¹, Kisworo¹¹Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia*Email : wendy.elvina@students.ukdw.ac.id**Abstract**

Leather tanning activities in the Piyungan industrial region employ heavy metal chromium (Cr) as the primary component in the tanning process, resulting in heavy metal chromium contamination along the Opak River. Apart from its effect on water, chromium will be disseminated in sediment and biota in the Opak River, particularly aquatic plants with phytoremediation characteristics. The purpose of this study is to establish the distribution pattern of chrome pollution along the downstream bank of the Opak River utilizing water, sediment, and aquatic plant components. The study was done at five test sites in April, May, and June. The chromium concentration was then measured using the AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) technique and assessed using ANOVA. The test results show that the Opak River has been contaminated by the heavy metal chromium, with the highest distribution of contamination in sediment samples, followed by samples of water spinach plants (*Ipomoea aquatica* Forsk) with an average of 0.210 mg/L, and samples of water hyacinth plants (*Eichornia crassipes* Mart. Solms) with an average of 0.152 mg/L.

Keywords: *Aquatic Plant, Chromium, Piyungan Industrial Area***Abstrak**

Aktivitas penyamakan kulit yang berada di kawasan industri Piyungan, menggunakan logam berat krom (Cr) sebagai bahan utama dalam proses penyamakan kulit sehingga telah terjadi pencemaran logam berat kromium di sepanjang aliran Sungai Opak. Selain berdampak pada perairan, krom juga akan terdistribusi pada sedimen maupun biota pada Sungai Opak terkhususnya tanaman air yang memiliki sifat fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola sebaran cemaran krom pada sepanjang aliran Sungai Opak di bagian hilir dengan menggunakan komponen air, sedimen, dan tanaman air. Penelitian dilakukan pada 5 titik uji pada bulan April, Mei, dan Juni. Kemudian, dianalisis kadar krom menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), dan diuji ANOVA. Dari hasil uji menunjukkan bahwa Sungai Opak telah tercemar logam berat kromium dengan sebaran cemaran tertinggi pada sampel sedimen kemudian diikuti dengan sampel tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk) dengan rerata 0,210 mg/L dan diikuti dengan sampel tanaman enceng gondok (*Eichornia crassipes* Mart. Solms) dengan rerata akumulasi sebesar 0,152 mg/L.

Kata kunci: *Krom (Cr), Kawasan Industri Piyungan, Tanaman Air*

PENDAHULUAN

Kawasan Industri Piyungan (KIP) merupakan kawasan yang diperuntukan sebagai lokasi sentra industri yang terletak di Kecamatan Piyungan yang dibangun untuk peningkatan ekonomi dan membuka lapangan kerja bagi masyarakat di Piyungan. Industri penyamakan kulit merupakan salah satu industri yang beroperasi di KIP. Industri ini melakukan kegiatan penyamakan kulit hewan dan diolah menjadi suatu bahan jadi suatu produk yang diproduksi dalam jumlah besar setiap harinya. Dalam proses pengolahan penyamakan kulit dibutuhkan logam berat kromium (Cr) dengan konsentrasi 60%-70% dan air dalam jumlah yang cukup besar sehingga kegiatan ini menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat kromium dan kemudian akan dibuang ke badan air Sungai Opak di Desa Banyakan. Sungai Opak sendiri umumnya digunakan masyarakat sebagai pemenuh sumber air, sumber irigasi sawah, kegiatan industri, budidaya air hingga tempat hiburan atau rekreasi (Prawita *et al.*, 2008). Oleh karena peranannya yang besar maka Sungai Opak sangat perlu diperhatikan kualitas air dan ekosistemnya.

Kromium (Cr) merupakan salah satu logam berat yang dapat mencemari dan berdampak pada kualitas air sungai. Secara umum, cemaran logam berat dapat berdampak pada rantai makanan di sekitar ekosistem sungai hingga dapat menimbulkan ancaman kerusakan lingkungan, kesehatan manusia, serta menurunkan nilai estetika sungai (Suhendrayatna, 2001). Cemaran logam berat kromium (Cr) yang berasal dari limbah cair industri penyamakan kulit Piyungan dapat terjadi karena adanya proses yang menggunakan senyawa kromium sulfat dengan konsentrasi 60%-70% (Palar, 1994). Logam berat kromium termasuk ke dalam jenis limbah B3 sehingga merupakan salah satu jenis limbah cair yang berbahaya dan memiliki kadar toksik yang besar. Hal ini dapat menyebabkan dampak serius bagi kesehatan masyarakat, khususnya pada gangguan organ manusia, jika mengonsumsi air tersebut.

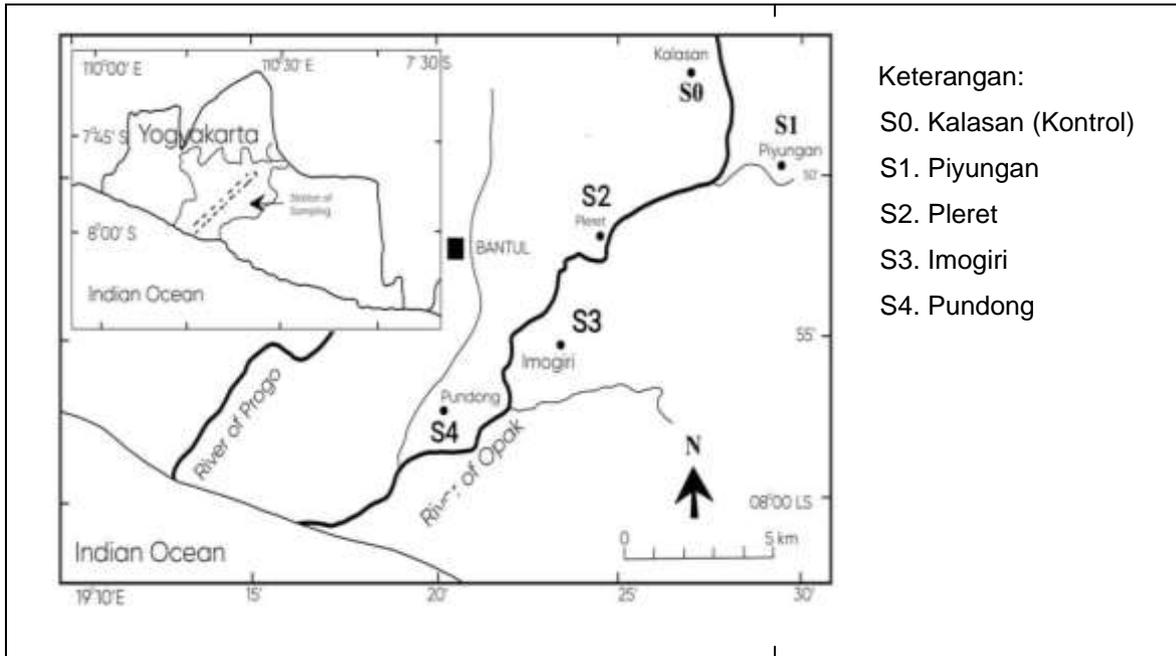
Mengingat bahaya yang disebabkan oleh pencemaran kromium pada aliran Sungai Opak tersebut, perlu bagi kita untuk memperhatikan

beberapa aspek yang mampu memperbaiki kualitas Sungai Opak. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah kegiatan pemantauan kualitas air dengan menggunakan teknik *biomonitoring* pada beberapa sampel yang dijadikan indikator. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rahardjo (2014), logam berat kromium telah terdistribusi hampir pada semua komponen-komponen yang ada di Desa Banyakan dengan jumlah kadar kromium pada beberapa sampel seperti air sebesar 1.538 mg/l, sedimen sebesar 68,85 mg/kg, dan tanaman sebesar 14,870 mg/kg. Selain itu, Rahardjo & Prasetyaningsih (2016) juga menyatakan bahwa hampir semua hewan di perairan Sungai Opak telah terakumulasi logam berat kromium dengan konsentrasi yang bervariasi dan hal ini terus meningkat sejak tahun 2014 hingga 2016.

Berdasarkan hal tersebut telah diketahui bahwa telah terjadi perluasan distribusi akumulasi kromium pada bermacam-macam komponen pada Sungai Opak. Hal ini dapat menjadi ancaman bagi beberapa aspek seperti lingkungan, kesehatan masyarakat, perikanan, hingga pertanian. Selain itu, jika dibiarkan semakin lama maka kualitas Sungai Opak akan semakin menurun. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut terkait sebaran logam berat kromium menggunakan komponen baru, yaitu tanaman air berupa eceng gondok dan kangkung air yang memiliki daya serap pada polutan sehingga adanya upaya untuk memperoleh data komprehensif tentang profil cemaran kromium. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi manfaat sebagai peninjauan untuk beberapa pihak terkait dalam melakukan peningkatan pengelolaan lingkungan di sekitar Sungai Opak.

METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan April-Juni 2022. Adapun lokasi pengambilan sampel dilakukan di sepanjang aliran Sungai Opak dengan beberapa titik lokasi sampling. Tempat persiapan alat bahan dan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Lingkungan dan Laboratorium Bioteknologi Dasar I Universitas Kristen Duta Wacana. Analisis kadar kromium menggunakan metode AAS dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia.



- Keterangan:
- S0. Kalasan (Kontrol)
 - S1. Piyungan
 - S2. Pleret
 - S3. Imogiri
 - S4. Pundong

Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu berdasarkan karakteristik lingkungan yang telah terjadi di berbagai aktivitas masyarakat. Stasiun yang ditentukan merupakan stasiun yang memiliki potensi memenuhi kebutuhan analisis. Kegiatan pengambilan sampel air, sedimen, dan tanaman dilakukan pada sepanjang aliran Sungai Opak di 5 stasiun yang terdiri dari 1 stasiun kontrol dan 4 stasiun sampling yang mewakili beberapa kecamatan berbeda. Penentuan titik sampling akan dilakukan pada 4 kecamatan berbeda yang dilintasi oleh aliran Sungai Opak. Titik kontrol terletak di Kecamatan Kalasan dimana sampel yang diambil merupakan sampel yang tidak dialiri oleh air yang terkena limbah industri. Kemudian pada stasiun 1 sampai 4 akan ditentukan titik di 4 kecamatan yaitu Piyungan sebagai titik pertama dan sebagai titik asal dari pembuangan limbah kromium (Cr) diikuti dengan Kecamatan Pleret, Imogiri, dan Pundong.

Selain pengambilan sampel, dilakukan pula pengukuran parameter fisik dan kimia. Pengukuran parameter fisik meliputi pengukuran suhu menggunakan termometer satuan derajat celsius, kecepatan arus menggunakan *flow meter*, TSS dengan menimbang berat kertas saring sebelum dan sesudah menyaring sampel air, dan TDS menggunakan TDS meter. Pengukuran parameter kimia meliputi pH menggunakan pH meter, DO menggunakan metode Winkler, nitrat dilakukan dengan metode brusin menggunakan spektrofotometer, dan

fosfat dilakukan dengan menggunakan prinsip yang didasarkan pada pembentukan senyawa kompleks fosfomolibdat berwarna biru.

Preparasi sampel air dilakukan dengan memanaskan 100 mL air dan HNO₃ pekat 10 mL hingga volume mencapai ±50 mL, kemudian disaring menggunakan kertas saring. Preparasi sampel sedimen dan tanaman air dilakukan dengan menimbang 3gr sedimen yang telah dikeringkan dan dihaluskan kemudian dipanaskan dengan 18 mL HCl dan 6 mL HNO₃ pekat hingga mencapai volume ±10 mL, lalu disaring menggunakan kertas saring. Hasil preparasi sampel dimasukkan ke dalam botol sampel dan dilakukan analisis kromium menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrometer*) tipe flame. Adapun Alat yang digunakan yaitu PinAAcle 900T PerkinElmer. Hasil analisis kromium yang diperoleh dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$K = \frac{(C \times B) \times V}{w}$$

Keterangan:

- K = Konsentrasi Cr (mg/kg)
- B = Konsentrasi blanko (mg/kg)
- V = Volume akhir ekstrak (tanaman dan sedimen = 10 mL : air = 50 ml)
- w = Berat sampel

Hasil data analisa kromium dianalisis secara kuantitatif menggunakan uji *One Way ANOVA* yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar kromium pada sampel yang

diambil dari beberapa titik *sampling* yang berbeda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada masing-masing stasiun *sampling* dilakukan pengujian terhadap parameter temperatur, kedalaman sungai, *Total Dissolve Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS), kecepatan arus, pH, *Dissolved Oxygen* (DO), nitrat, dan phosphate. Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa nilai parameter nitrat,

phosphate, dan kandungan logam berat kromium pada setiap objek uji kromium memiliki nilai lebih besar dari baku mutu yang menandakan terjadi pencemaran terhadap Sungai Opak bagian hilir pada masing-masing titik *sampling*. Sedangkan untuk parameter temperature, kedalaman, *Total Dissolve Solid* (TDS), *Total Suspended Solid* (TSS), kecepatan arus, pH, *Dissolved Oxygen* (DO) masih memiliki nilai di bawah baku mutu yang masih bisa ditoleransi.

Tabel 1. Karakteristik Kualitas Air Sungai Opak

Parameter Uji	Stasiun					Baku Mutu
	K (Kalasan)	1 (Piyungan)	2 (Pleret)	3 (Imogiri)	4 (Pundong)	
Suhu °C	28,6	29	29,6	29,3	29	±3°C dari suhu udara
Kedalaman (cm)	61,6	107	23,3	78,3	173	-
TDS (mg/L)	0,23	0,91	0,37	0,35	0,39	1000*
TSS (mg/L)	0,13	0,1	0,2	0,1	0,13	50*
Kecepatan arus (m/s)	0,22	0,53	0,10	0,20	0,17	-
pH	8,52	8,29	8,57	7,99	8,98	6-8,5*
DO (ppm)	7,47	7,31	7,19	7,70	7,11	5*
Nitrate	10	20	10	20	15	10*
Phosfate	0,50	0,33	1,5	0,41	0,33	0,2*
Kromium air (mg/L)	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,05*
Kromium sedimen (mg/L)	0,50	1,36	1,35	1,43	1,29	52,3**
Kromium <i>Eichornia crassipes</i> (mg/kg)	0,14	0,12	0,16	0,18	0,32	1***
Kromium <i>Ipomoea aquatica</i> (mg/kg)	0,24	0,21	0,15	0,24	0,21	1***

Baku mutu: *Pergub DIY No. 20 tahun 2008; **NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) tahun 1999; *China's National Food Safety Standard of Maximum Levels Contaminants in Foods* tahun 2012

Parameter kecepatan arus dan kedalaman sungai memang tidak memiliki standar baku mutu tertentu, namun memiliki dampak yang cukup signifikan terhadap pencemaran kromium di Sungai. Kecepatan arus sungai dan kedalaman akan berdampak langsung pada kandungan krom dalam air karena kromium tergolong dalam logam berat yang memiliki sifat sulit terurai di air. Dengan sifat tersebut menyebabkan pencemaran kromium dalam air dipengaruhi oleh kecepatan arus dan kedalaman sungai (Nuraini *et al.*, 2017).

Dari data hasil uji kualitas air Sungai Opak dapat disimpulkan bahwa karakteristik fisik Sungai Opak masih memenuhi peraturan yang dipersyaratkan oleh PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008 Kelas (II). Oleh karena itu, secara keseluruhan kualitas fisik air Sungai Opak masih

aman. Namun, pada hasil uji karakteristik kimia pada Sungai Opak menunjukkan hasil bahwa adanya ketidaksesuaian dengan baku mutu yang sudah dipersyaratkan oleh PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008 Kelas (II) dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa secara umum kualitas air Sungai Opak masih belum memadai.

Dalam uji kromium pada setiap objek, hasil uji menunjukkan hasil bahwa semua jenis sampel positif terakumulasi logam berat kromium (Cr) di semua stasiun uji, dengan lokasi tertinggi yaitu pada stasiun kontrol (Kalasan) dan juga stasiun 4 (Pundong). Sampel yang memiliki kadar kromium tertinggi yaitu pada sampel sedimen dengan rerata hasil akumulasi berkisar pada 1,186 mg/L, kemudian kadar akumulasi tertinggi kedua yaitu pada sampel kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan jumlah rerata hasil di

setiap stasiun uji yaitu 0,210 mg/L, kemudian diikuti dengan sampel tanaman enceng gondok dengan rerata hasil akumulasi pada setiap stasiun uji yaitu 0,152 mg/L. Lalu pada sampel

air di setiap stasiun uji memiliki hasil rerata yaitu 0,124 mg/L sebagai sampel dengan kadar kromium terendah dibanding sampel yang lain.

Tabel 2. Hasil Anova Uji Kadar Kromium di Semua Stasiun

Sampel	Stasiun					Baku mutu
	Kalasan	Piyungan	Pleret	Imogiri	Pundong	
Kromium air (mg/L)	0,13	0,12	0,12	0,12	0,13	0,05*
Kromium sedimen (mg/L)	0,50	1,36	1,35	1,43	1,29	52,3**
Kromium <i>Eichornia crassipes</i> (mg/kg)	0,14	0,12	0,16	0,18	0,32	1***
Kromium <i>Ipomoea aquatica</i> (mg/kg)	0,24	0,21	0,15	0,24	0,21	1***

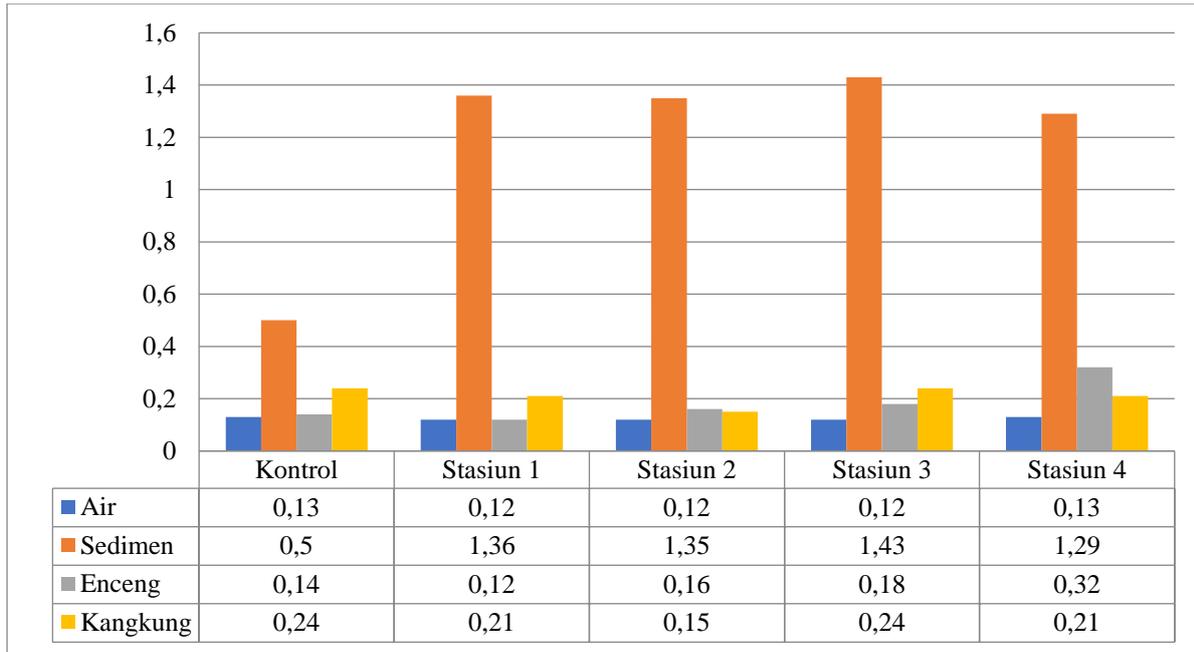
**NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) tahun 1999; *China`s National Food Safety Standard of Maximum Levels Contaminants in Foods* tahun 2012

Hasil akumulasi krom pada setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 2. Dari data tersebut secara keseluruhan sampel sedimen dan tanaman air masih dapat dianggap aman bagi baku mutu yang ditentukan. Namun, jika semakin dibiarkan maka akan muncul masalah terutama dalam menyebabkan masalah serius pada badan lingkungan, terutama berkaitan pada pencemaran tanah (Oyekanmi *et al.*, 2019). Kemudian yang lebih dikhawatirkan adalah krom jenis Cr³⁺ akan teroksidasi menjadi krom Cr⁶⁺ dimana krom jenis heksavalen ini bersifat berbahaya dan beracun sehingga menjadi ancaman bagi kesehatan manusia yang dapat menyebabkan penyakit kanker, alergi kulit, gagal ginjal hingga nekrosis hati (Jing *et al.*, 2017).

Tercemarnya Sungai Opak pada stasiun kontrol (Kalasan) dengan lokasi yang masih belum dilintasi oleh limbah cair dari industri penyamakan kulit, menyatakan bahwa adanya logam berat kromium pada Sungai Opak tidak hanya berasal dari aktivitas industri saja, melainkan dapat berasal dari limbah rumah tangga hingga pelapukan geologi alami. Di samping itu, jika dilihat dari data parameter kimia yang telah diuji, yaitu pH atau derajat keasaman pada stasiun kontrol dan Pundong memiliki tingkat derajat keasaman yang tinggi

dibandingkan stasiun Piyungan, Pleret, dan Pundong dimana pH yang tinggi akan melakukan proses pembentukan senyawa kompleks berupa perubahan bentuk kromium (Cr) dari bentuk karbonat menjadi hidroksida dimana akan sulit terlarut di dalam air (Wulandari, 2012).

Konsentrasi kromium pada air berkisar lebih rendah dibandingkan dengan sedimen dan tanaman air, masuknya logam berat pada badan air akan melewati proses yaitu pengendapan, adsorbs, dan absorbs yang dilakukan oleh organisme perairan (Bryan, 1978) sehingga logam berat yang masuk pada perairan akan berakhir mengendap pada sedimen di dasar perairan. Adanya kadar konsentrasi kromium pada sampel sedimen tertinggi terjadi pada stasiun 3 pada Kecamatan Imogiri dengan rerata 1,43 mg/L dan konsentrasi akumulasi terendah pada stasiun kontrol yaitu di Kecamatan Kalasan. Jarak sumber pencemar tidak memengaruhi kadar logam berat pada sampel sedimen. Hal ini dibuktikan dengan tinggi kadar logam berat sedimen pada stasiun 3 Imogiri lebih tinggi dibandingkan pada stasiun tempat pembuangan limbah industri penyamakan kulit dan stasiun terdekat dengan lokasi sumber pencemar yaitu stasiun 2 Pleret.



Gambar 2. Hubungan Konsentrasi Pencemar Krom pada Air dan Sedimen dengan Akumulasi Krom pada Tanaman

Berdasarkan Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa akumulasi kromium pada sampel air, eceng gondok, dan kangkung air menunjukkan grafik yang cukup stabil. Hal ini dibuktikan dengan rata-rata akumulasi pada sampel air berada pada angka 0,12 hingga 0,13 mg/l saja kemudian pada sampel tanaman air akumulasi rata-rata akumulasi kromium berada pada angka 0,12 mg/l hingga 0,32 mg/l saja. Dari hasil grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan konsentrasi yang signifikan yang terjadi antara stasiun kontrol (Kalasan) hingga stasiun 4 (Pundong). Kemudian pada sampel sedimen, akumulasi kromium pada setiap stasiun menunjukkan hasil yang cukup fluktuatif.

Dilihat pada stasiun kontrol (Kalasan) konsentrasi kromium berada pada angka 0,5 mg/l kemudian terjadi kenaikan konsentrasi pada stasiun 1 (Piyungan) yaitu 1,36. Terjadinya kenaikan angka konsentrasi yang cukup tinggi pada stasiun 1 (Piyungan) yang menandakan bahwa adanya perbedaan antara stasiun kontrol (Kalasan) dan stasiun 1 (Piyungan) dalam kualitas lingkungan. Hal tersebut mengindikasikan telah terjadi pencemaran lingkungan oleh logam berat kromium pada stasiun 1 yang terletak di Kecamatan Piyungan. Selain stasiun 1, pada stasiun 2, stasiun 3, dan juga stasiun 4 juga menunjukkan konsentrasi kromium yang tinggi. Namun cukup stabil dengan stasiun 1 dari kasus tersebut dapat disimpulkan bahwa terjadinya pencemaran Sungai Opak oleh logam berat dimulai pada stasiun 1 (Piyungan), yang mana stasiun 1 merupakan titik terjadinya pertemuan antara

saluran limbah kawasan industri Piyungan dengan badan air Sungai Opak.

KESIMPULAN

Sungai Opak bagian hilir telah tercemar dan tidak memenuhi baku mutu air kelas II sebagai pemenuhan kebutuhan masyarakat. Air, sedimen, dan tanaman air di bagian hilir Sungai Opak telah terkontaminasi oleh logam berat kromium dengan konsentrasi kromium pada air yaitu 0,124 mg/l, pada sedimen 1,186 mg/l, pada eceng gondok yaitu 0,152 mg/l, dan kangkung air sebesar 0,210 mg/l. Sampel sedimen menjadi sampel yang dengan kandungan kromium paling tinggi dibanding air dan tanaman air.

DAFTAR PUSTAKA

- Nuraini, R. A., Endrawati, H., & Maulana, I. R. (2017). Analisis Kandungan Logam Berat Kromium (Cr) pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Trimulyo Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 48-55.
- Palar, H. (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Prawita, A., Murnitasari, D., & Darmawati, A. (2008). *Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Tembaga (Cu) dalam Air Kali Wonokromo*. Surabaya.
- Rahardjo, D. (2014). *Profil Cemar Kromium pada Air Permukaan, Sedimen, Air Tanah dan Biota serta Akumulasi pada Rambut dan Kuku Warga Masyarakat di Sekitar Kawasan Industri Kulit Desa*

- Banyakan Piyungan Bantul*. Yogyakarta: LPPM UKDW.
- Rahardjo, D., & Prasetyaningsih, A. (2016). Profil Cemaran Krom di Lingkungan dan Akumulasinya pada Hewan Akuatik. *Prosiding Seminar Nasional UGM 2016*.
- Suhendrayatna. (2001). Heavy Metal Bioremoval by Microorganism : A Literature Study. *Tokyo: Sinergi Forum PPI Tokyo Institute of Technology*.
- Wulandari. (2012). Kandungan Logam Berat Pb pada Air Laut dan Tiram *Saccostrea glomerata* sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Prigi, Trenggalek, Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan*, 3-8.