

## Analisis Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) pada Tumbuhan Air di Sungai Brantas Mojokerto

### *Analysis of Heavy Metal Cadmium in Aquatic Plants in the Brantas River Mojokerto*

Nailin Najihah\*, Fida Rachmadiarti

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

\*e-mail: nailinnajihah07@gmail.com

**Abstrak.** Sungai Brantas Mojokerto merupakan sungai yang berperan penting bagi warga Jawa timur. Diantaranya diperuntukkan untuk kawasan industri, perikanan, pertanian, transportasi, pemukiman, dll. Sepanjang DAS terdapat beberapa industri yang menghasilkan logam berat Cd dan aktivitas tersebut berperan dalam penurunan kualitas air sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar Cd pada tumbuhan dan air di sungai Brantas Mojokerto, mengetahui hubungan Cd air dan tumbuhan serta mengetahui kondisi perairan sungai ditinjau dari faktor fisik dan kimia. Penelitian dilakukan bulan september 2022 hingga januari 2023. Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun di Jl.Hayam Wuruk, dan sepanjang Jl.Mayjen Sungkono Mojokerto, setiap stasiun diambil 2 titik. Setiap titik diambil 3 tumbuhan yaitu kangkung (*Ipomea aquatica*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), genjer (*Limnocharis flava*). Pengujian kadmium dilakukan di Laboratorium Gizi Unair dengan metode *Atomic Absorbtion Spectrophotometer*(AAS). Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan baku mutu, untuk air sungai sesuai dengan PP RI No.22 Th.2021 dan tumbuhan air sesuai dengan SNI No.7387 Th.2009 untuk bahan pangan. Hasil penelitian menunjukkan kadar tertinggi Cd berada pada tumbuhan kangkung stasiun I sebesar  $0,235 \pm 0,01$  ppm, dan kadar Cd air sungai tertinggi yaitu  $0,133 \pm 0,004$  ppm pada stasiun I. Kadar tersebut melebihi baku mutu sebesar 0,2 ppm untuk tumbuhan dan 0,01 ppm untuk air. Seluruh pengujian kualitas air memenuhi baku mutu kecuali kekeruhan.

**Kata kunci :** kadmium; tumbuhan air; kualitas air; sungai brantas

**Abstract.** The Mojokerto Brantas River is a river that plays an important role for the people of East Java. Among them are intended for industrial areas, fisheries, agriculture, transportation, settlements, etc. Throughout the watershed there are several industries that produce heavy metal Cd and these activities play a role in decreasing the quality of river water. This study aims to determine the Cd levels of aquatic plants and river water in the Brantas Mojokerto river, determine the relationship of Cd in water and plants and determine the condition of river waters in terms of physical and chemical factors. The research was conducted from September 2022 to January 2023. Sampling was carried out at 3 stations on Jl.Hayam Wuruk, and along Jl.Major General Sungkono Mojokerto, each station is taken 2 points. At each point, 3 types of plants were taken, namely kale (*Ipomea aquatica*), water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), genjer (*Limnocharis flava*). Testing for cadmium was carried out at the Airlangga University Nutrition Laboratory using the *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) method. Data analysis was carried out by comparing the test results with quality standards, for river water according to PP RI No.22 Th.2021 and aquatic plants according to SNI No.7387 Th.2009 for food ingredients. The results showed that the highest levels of Cd were found in kale at station I of  $0.235 \pm 0.01$  ppm, and the highest levels of Cd in river water were  $0.133 \pm 0.004$  ppm at station I. These levels exceeded the quality standard of 0.2 ppm for plants and 0.004 ppm for plants. 01 ppm for water. All water quality tests meet quality standards except for turbidity.

**Keywords:** cadmium; aquatic plants; water quality; Brantas river

## PENDAHULUAN

Wilayah sungai adalah kawasan fungsional yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai macam aktivitas ekonomi. Diantara beberapa kegiatan ekonomi yang umum nya terjadi yaitu perikanan, transportasi, kawasan industri, pariwisata, kawasan pemukiman dan tempat pembuangan limbah (Junaidi, 2015). Salah satu sungai yang memiliki daya potensial tinggi yaitu Sungai Brantas. Sungai tersebut menjadi salah satu dari banyak sungai yang memiliki peran krusial untuk warga Jawa timur, khususnya warga Kota Mojokerto. Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No.61 Tahun 2010 mengenai penetapan kelas air untuk air sungai, untuk sungai Brantas kawasan Mojokerto

termasuk kelas II. Sungai Brantas yang melintas di Mojokerto membelah wilayah Mojokerto menjadi dua bagian dan membentang di tengah kota. Selain letaknya yang strategis sungai ini memiliki banyak sumber daya alam yang bisa digunakan warga sekitar Daerah Aliran Sungai mulai dari sektor perikanan, industri, irigasi, pemukiman dll (Sandi dkk, 2017).

Dikarenakan banyaknya kegiatan di wilayah aliran sungai brantas menyebabkan area sungai brantas khususnya yang berada di sekitar Kota Mojokerto mengalami penurunan kualitas air yang disebabkan oleh limbah domestik. Beberapa warga masyarakat yang tinggal di tepi Sungai Brantas memanfaatkan air dari sungai tersebut untuk kebutuhan sehari-hari. Salah satu faktor penurunan kualitas air di sungai juga dapat disebabkan oleh penambahan limbah secara terus menerus. Salah satunya yaitu limbah berupa logam berat (Munawwaroh dan Pangestuti, 2018).

Logam berat biasanya terkandung pada limbah hasil kegiatan industri. Salah satu efek negatif dari logam berat yaitu dapat menimbulkan pencemaran dan dapat membahayakan keselamatan makhluk hidup di sekitarnya (Budiastuti dkk, 2016). Salah satu logam berat dari buangan industri yaitu kadmium (Cd). Kandungan logam berat kadmium (Cd) terdapat hampir di seluruh proses industri seperti industri pengolahan daging, industri pencelupan tekstil, industri minuman ringan, dan lain-lain (Rohmawati, 2021). Di wilayah sekitar Sungai Brantas Mojokerto dikelilingi beberapa pabrik yang dapat menyebabkan pencemaran logam berat kadmium (Cd). Diantaranya aneka Kimia Unit Pabrik Etanol, *Fors lobster farm*, pabrik ramayana PT. Niko perkasa, Brawijaya *es tube*, dan dekat dengan pabrik Ajinomoto. Juga terdapat beberapa kegiatan sosial yang aktif seperti bangunan sekolah, apotek, dan terdapat industri-industri perumahan yang berbatasan langsung dengan lokasi sungai seperti rumah makan.

Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat yang mengandung zat toksisitas tinggi. Logam berat kadmium (Cd) bersifat karsinogen, Jika logam kadmium mengontaminasi manusia maupun hewan dapat menyebabkan kerusakan pada beberapa organ, diantaranya mengganggu fungsi paru-paru, kerusakan hati dan ginjal, dapat mematikan sel-sel sperma dan mengganggu sistem reproduksi, dapat mengganggu aktivitas jantung (Mamoribo *et al.*, 2019). Logam berat Kadmium yang mengontaminasi lingkungan memiliki batasan toleransi yang berbeda-beda bagi setiap organisme. Dampak negatif logam kadmium bagi lingkungan yaitu dapat memperlambat pertumbuhan suatu organisme dan mengganggu ekosistem di dalamnya (Patang, 2018). Jika logam berat Cd mengontaminasi tumbuhan dan melampaui batas maka dapat mengganggu proses fotosintesis pada tumbuhan hingga mengganggu pertumbuhan dan perkembangbiakan tumbuhan (Fahrudin, 2018).

Salah satu alternatif pencegahan pencemaran logam berat di sungai yaitu menggunakan tumbuhan air. Tumbuhan air tersebut berfungsi untuk menyerap polutan yang ada di dalam perairan. Dari hasil survey ditemukan beberapa tumbuhan air yang menetap di Sungai Brantas Mojokerto dan berpotensi dapat menyerap logam berat kadmium (Cd) diantaranya yaitu kangkung (*Ipomea aquatica*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), dan genjer (*Limnocharis flava*). Dalam penelitian (Suheriyanto dan Risma, 2013) mengenai dominansi biota akuatik menyebutkan bahwa 3 jenis tumbuhan yang dominan di wilayah Sungai Brantas Mojokerto yaitu kangkung (*Ipomea aquatica*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), dan genjer (*Limnocharis flava*).

Penyerapan zat kadmium (Cd) dilakukan oleh batang dan akar tumbuhan tetapi penyerapan polutan ini tidak berbahaya bagi tubuh tumbuhan (Katipana, 2015). Kemampuan tumbuhan dalam menyerap akumulasi logam berat disebut fitoremediasi. Dalam menghadapi beberapa zat kontaminan seperti rizofiltrasi, fotodegradasi, rizo degradasi, fitoekstraksi, dll, tumbuhan tersebut perlu melalui beberapa proses. Hal ini berkaitan dengan fungsi tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai bioakumulator penyerap logam berat. Proses tumbuhan tersebut dinamakan fitoakumulasi pada zat-zat kimia berbahaya (Katipana, 2015). Absorpsi logam berat kadmium(Cd) bisa terjadi melalui tumbuhan air, penyebabnya yaitu tumbuhan air mempunyai kemampuan yang sangat baik dalam proses penyerapan hara esensial, air, serta elemen-elemen lain termasuk zat toksik dan polutan (Munawwaroh dan Pangestuti, 2018). Pengujian keberadaan logam pada tumbuhan air ini penting dilakukan dikarenakan terdapat beberapa jenis tumbuhan air yang biasanya dijadikan masyarakat sebagai bahan makanan seperti kangkung dan genjer. Maka dari itu, diperlukan adanya pengujian terkait dengan kadar logam berat yang terdapat di tumbuhan air untuk mengetahui apakah kadar logam berat dalam tumbuhan air masih aman atau tidak untuk dapat dikonsumsi masyarakat (Triastuti dkk, 2015).

Pemantauan kualitas air sangat penting dilakukan untuk memberikan informasi faktual mengenai kondisi suatu perairan di masa sekarang, dibandingkan dengan kecenderungan di masa lalu serta prediksi perubahan di masa depan. Informasi dasar dari hasil monitoring sungai dapat dijadikan

pedoman dalam menyusun evaluasi, pengawasan lingkungan, tata kelola ruang serta penentuan baku mutu pada wilayah perairan (Pranowo dan Siti, 2015).

Kadar logam berat timbal (Pb) di air sungai brantas Mojokerto menunjukkan angka yang telah melampaui baku mutu kualitas sungai yaitu bernilai 0,035 dengan baku mutu 0,001 (Enni Deby, 2016). Oleh karena itu, pengujian mengenai kadar logam berat jenis lainnya pada tumbuhan air di wilayah Sungai Brantas Mojokerto yang memiliki kemampuan untuk mereduksi beberapa jenis logam berat salah satunya kadmium(Cd) sangat penting untuk diteliti. Hasil dari penelitian ini bisa digunakan untuk sumber referensi apakah kadar Cd di Sungai brantas Kabupaten Mojokerto masih memenuhi baku mutu atau melampaui baku mutu sehingga mampu menjadi acuan dalam upaya pengelolaan Sungai Brantas Mojokerto untuk kedepannya.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif eksploratif mengenai kualitas perairan di Sungai Brantas Kota Mojokerto berdasarkan analisis kandungan Cd dan keanekaragaman tumbuhan air. Penelitian ini dilakukan dari bulan September tahun 2022 hingga Januari tahun 2023. Untuk pengumpulan sampel air dan tumbuhan air dilakukan di 3 stasiun yang berada di Jl. Hayam Wuruk, dan sepanjang Jl. Mayjen Sungkono Kota Mojokerto, dimana Setiap stasiun akan diambil 2 titik yaitu bagian tepi dan tepi sehingga jumlah total titik pengambilan sampel berjumlah 6 titik. Di setiap titik lokasi pengambilan sampel akan diambil masing-masing 3 jenis tanaman untuk diujikan yaitu kangkung (*Ipomea aquatica*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), dan genjer (*Limnocharis flava*). Pengujian kadmium (Cd) dilaksanakan di Laboratorium Gizi FKM Unair, Surabaya dengan metode *Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS)*. Pengujian kualitas fisika kimia air sungai yang meliputi DO, pH, kekeruhan, kecepatan arus dan suhu dilaksanakan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA Unesa, Surabaya.

Pengumpulan sampel dilaksanakan dengan teknik *probability sampling* yaitu sampelnya dipilih secara acak atau random. Metode ini memungkinkan bagi seluruh populasi untuk menjadi sampel terpilih. Sampel air dan tumbuhan air diambil acak di dua titik setiap stasiun. Untuk sampel tumbuhan air akan diambil 500 gram setiap titik lalu disimpan di dalam plastik. Untuk sampel air diambil 600 ml di setiap titik dan dimasukkan ke botol. Kedua sampel tersebut akan diserahkan ke Laboratorium Gizi FKM Unair, Surabaya dan Laboratorium Ekologi, Biologi FMIPA Unesa untuk dianalisis.

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian yaitu air sungai dan tumbuhan air dari sungai Brantas Kota Mojokerto. Dalam menganalisis kadmium (Cd), bahan yang diperlukan diantaranya larutan induk kadmium (Cd) sebanyak 100 mg/L, HNO<sub>3</sub> pekat serta air bebas logam dan argon. Alat yang digunakan untuk mengambil sampel yaitu kantong plastik, ember, spidol/pulpen, botol plastik, label, tali rafia, DO (*Dissolved Oxygen*) meter, styrofoam, pH meter, turbidimeter, termometer, dan stopwatch. Alat-alat yang diperlukan untuk analisis logam berat diantaranya pemanas, pipet volumetrik, kaca arloji, pipet ukur, labu ukur, erlenmeyer, penyaring berpori 0,45 µm, kertas saring serta *Atomic Spectrophotometer (AAS)* tungku karbon.

Langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian kadmium (Cd) pada air sungai dan tumbuhan air dilakukan di Laboratorium Gizi FKM Unair menggunakan metode *Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS)*. Sesuai dengan SNI 06-6989.38-2005 metode tersebut dilaksanakan melalui tahapan berikut. Tahapan yang pertama yaitu sampel tumbuhan air harus didestruksi dan dihomogenkan lalu diambil 50 ml dan dimasukkan erlenmeyer 100 ml, kemudian ditambah dengan HNO<sub>3</sub> pekat 5 ml kemudian dipanaskan perlahan-lahan hingga volumenya bersisa 15-20 ml. Lalu ditambah lagi dengan HNO<sub>3</sub> pekat 5 ml dan ditutup menggunakan kaca arloji lalu dipanaskan. Tahapn selanjutnya yaitu ditambah asam lalu dipanaskan kembali hingga semua logam larut dan endapan yang terlihat berwarna putih atau agak jernih. Lalu dimasukkan lagi HNO<sub>3</sub> pekat sebanyak 2 ml kemudian dipanaskan lagi selama 10 menit. Kemudian kaca arloji dibilas, lalu air bilasan tersebut dimasukkan erlenmeyer. Sampel dipindahkan ke labu ukur 50 ml dengan ditambah akuades hingga tanda batas di labu ukur dan sampel siap untuk dianalisis. Dalam membuat larutan baku kadmium (Cd) dilakukan dengan memipet sebanyak 10 ml larutan induk Cd lalu dimasukkan ke labu ukur 100 ml dan diberi akuades sampai tanda batas labu ukur. Untuk membuat larutan baku kadmium konsentrasi 1 ppm dan 0,1 ppm dilakukan dengan memipet 10 ml larutan kadmium konsentrasi 10 ppm dan 1 ppm lalu dimasukkan ke labu ukur 100 ml dan ditera dengan akuades hingga batas labu ukur. Untuk membuat larutan kerja kadmium dengan memasukkan ke pipet sebanyak 0 ml, 1 ml, 2 ml, 5 ml, dan 10 ml larutan baku kadmium konsentrasi 0,1 ppm lalu dimasukkan ke labu ukur 100 ml untuk masing-masing larutan. Lalu ditera dengan akuades hingga garis batas labu ukur, hasil yang diperoleh yaitu kadar

kadmium 0µg/l, 1µg/l, 2µg/l, 5µg/l, dan 10µg/l. Tahapan selanjutnya yaitu membuat kurva kalibrasi yang dilakukan dengan cara memasukkan larutan kerja ke tungku karbon lalu dipanaskan dan dicatat serapan-nya. Kemudian dilakukan hal yang sama untuk larutan kerja yang lain. Tahapan selanjutnya yaitu pembuatan kurva kalibrasi, sehingga dari hasil data tersebut dapat ditentukan persamaan garis lurus-nya. Untuk mengukur kadar kadmium pada sampel, teknik yang digunakan yaitu dilakukan dengan menyuntikkan sampel ke tungku karbon pada alat AAS lalu dipanaskan dan dicatat hasil serapan-nya yang memiliki panjang gelombang  $\lambda$ 228,8 nm lalu dilakukan perhitungan dan dianalisis.

Pengukuran parameter fisika dan kimia meliputi kandungan DO (*Dissolved oxygen*) menggunakan DO meter, suhu dengan termometer merk iwaki *pyrex*, kecepatan arus menggunakan *styrofoam* dan *stopwatch*, pH menggunakan pH meter serta kekeruhan menggunakan turbidimeter.

Hasil dari kadar kadmium (Cd) pada tumbuhan air dianalisis dengan cara membandingkan hasil pengujian di laboratorium dengan standar baku mutu yang sesuai dengan SNI No.7387 Tahun 2009 mengenai batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Untuk mengetahui korelasi antara kadar logam kadmium di air dan di tumbuhan air dianalisis menggunakan program SPSS korelasi *pearson*. Hasil dari pengukuran kadar Cd dan pengukuran fisika kimia pada air sungai akan dianalisis secara deskriptif kuantitatif, hal ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian dengan standar baku mutu untuk perairan sungai yang terdapat dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

## HASIL

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh data mengenai kadar logam berat di tumbuhan air dan air sungai Brantas Mojokerto dan kondisi fisika kimia pada perairan sungai.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian kadar logam berat kadmium (Cd) pada tumbuhan air di Sungai Brantas Mojokerto dibandingkan dengan baku mutu.

Stasiun	Jenis tumbuhan air	Rerata kadar Cd (ppm) $\pm$ SD	Baku mutu (ppm)
I	<i>Ipomea aquatica</i>	0,235 $\pm$ 0,01	0,2
	<i>Eichornia crassipes</i>	0,167 $\pm$ 0,03	
	<i>Limnocharis flava</i>	0,168 $\pm$ 0,01	
II	<i>Ipomea aquatica</i>	0,220 $\pm$ 0,004	
	<i>Eichornia crassipes</i>	0,179 $\pm$ 0,006	
	<i>Limnocharis flava</i>	0,154 $\pm$ 0,03	
III	<i>Ipomea aquatica</i>	0,227 $\pm$ 0,02	
	<i>Eichornia crassipes</i>	0,170 $\pm$ 0,001	
	<i>Limnocharis flava</i>	0,146 $\pm$ 0,01	

Keterangan : Standar baku mutu berdasarkan SNI 7287:2009

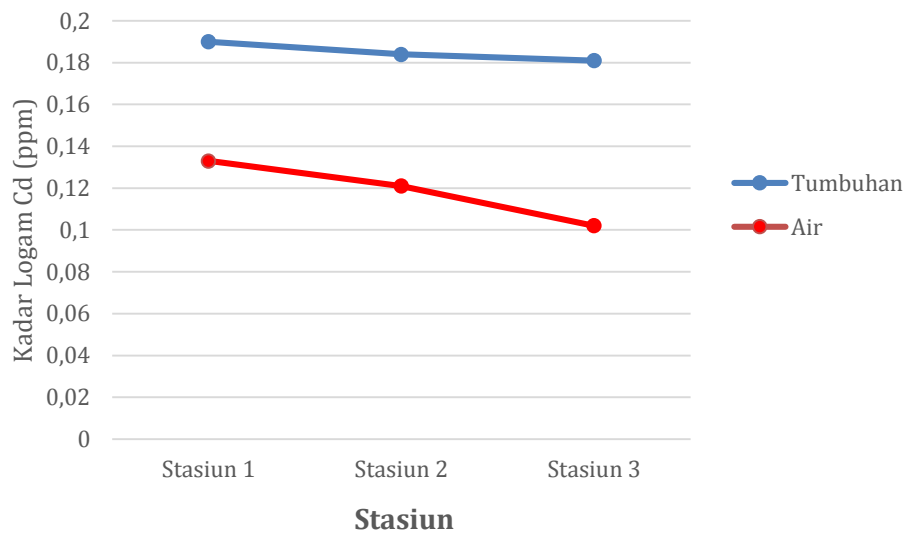
Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa kadar logam berat kadmium (Cd) di setiap stasiun menunjukkan hasil yang beragam. Dari hasil pengujian menunjukkan semua kadar logam berat kadmium (Cd) pada kangkung (*Ipomea aquatica*) menunjukkan hasil diatas ambang batas baku mutu dengan hasil diatas 0,2 ppm. Dengan nilai pada masing-masing stasiun sebesar 0,235 $\pm$ 0,01, 0,220 $\pm$ 0,004, dan 0,227 $\pm$ 0,02 ppm. Sedangkan untuk kedua jenis tumbuhan lain nya yaitu eceng gondok dan genjer menunjukkan hasil dibawah ambang batas dengan nilai terendah 0,146 $\pm$ 0,01 ppm pada tanaman genjer di stasiun III. Dari hasil tersebut menunjukkan kadar logam berat kadmium (Cd) di tumbuhan air Sungai Brantas Mojokerto memiliki nilai tinggi hampir mencapai ambang batas standar baku mutu yaitu sebesar 0,2 ppm. Hal ini membuktikan bahwa logam berat Cd tersebar merata pada seluruh wilayah aliran sungai. Pemilihan lokasi pengambilan sampel dengan kategori stasiun I sebelum industri, stasiun II kawasan industri dan stasiun III setelah industri tidak menunjukkan hasil yang signifikan dimana hasil yang tertinggi didapatkan pada stasiun I yaitu daerah setelah industri. Sedangkan pada daerah industri menunjukkan hasil rata-rata yang hampir sama dengan stasiun III.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian kadar logam berat kadmium (Cd) pada air di Sungai Brantas Mojokerto dibandingkan dengan baku mutu

Stasiun	Hasil pengujian kadar logam berat Cd (mg/L)	
	Rerata $\pm$ SD	Baku mutu
I	0,133 $\pm$ 0,004	0,01
II	0,121 $\pm$ 0,002	
III	0,102 $\pm$ 0,0055	

Keterangan : PP RI No. 22 Th. 2021

Kadar logam berat kadmium (Cd) pada air sungai Brantas Mojokerto menunjukkan hasil yang bervariasi. Hasil pengujian menunjukkan kadar logam berat kadmium tertinggi yaitu pada stasiun I dengan nilai 0,133 $\pm$ 0,004 mg/l dan terendah pada stasiun III dengan nilai 0,102 $\pm$ 0,0055 mg/l. Dari hasil tersebut menandakan bahwa kadar logam berat kadmium di air pada Sungai Brantas Mojokerto masuk golongan tidak aman dimana seluruh hasilnya melampaui nilai baku mutu yang telah ditentukan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 sebesar 0,01 mg/l.



**Gambar 1.** Perbandingan kadar logam berat di tumbuhan air dan air sungai

Dari gambar dapat dilihat bahwa rata-rata hasil logam berat di tumbuhan air lebih tinggi daripada air sungai. Kedua variabel ini saling berkaitan. Berdasarkan hasil uji korelasi *pearson* dapat diketahui bahwa nilai signifikan (*2-tailed*) yaitu sebesar 0,009 dengan koefisien korelasi sebesar 1,00. Kesimpulan-nya yaitu terdapat korelasi yang tinggi antara Cd tumbuhan air dan Cd air sungai yaitu kadar Cd tumbuhan dipengaruhi oleh kadar Cd air, semakin tinggi kadar Cd di dalam air semakin tinggi juga kadar Cd di tumbuhan air.

**Tabel 3.** Hasil Pengujian parameter fisika-kimia pada air di Sungai Brantas Mojokerto dibandingkan dengan baku mutu

Stasiun	Parameter				
	Suhu ( $^{\circ}$ C)	Kekeruhan (NTU)	Kecepatan arus (m/s)	pH	DO (mg/l)
1	28	85	0,08	7,95	6,26
	27	81	0,07	7,98	6,23
	28	89	0,07	8,00	6,49
	28	85	0,10	7,65	5,85
	28	79	0,09	7,63	5,84
	28	80	0,09	7,65	5,69
Rata-rata $\pm$ SD	27,8 $\pm$ 0,40	83,2 $\pm$ 3,8	0,08 $\pm$ 0,01	7,81 $\pm$ 0,18	6.06 $\pm$ 0,31
2	27	104	0,11	7,90	6,03
	27	102	0,10	7,92	5,81
	27	100	0,11	7,93	5,74
	28	92	0,08	7,78	5,04

	28	96	0,08	7,77	5,06
	28	92	0,08	7,74	5,17
Rata-rata $\pm$ SD	27,5 $\pm$ 0,54	97,6 $\pm$ 5,1	0,09 $\pm$ 0,01	7,85 $\pm$ 0,08	5,47 $\pm$ 0,43
3	28	81	0,16	7,70	5,64
	28	82	0,14	7,73	5,58
	28	84	0,14	7,71	5,49
	28	80	0,14	7,86	5,00
	27	75	0,12	7,87	5,04
	27	77	0,12	7,82	5,07
Rata-rata $\pm$ SD	27,6 $\pm$ 0,51	79,8 $\pm$ 3,3	0,13 $\pm$ 0,01	7,78 $\pm$ 0,07	5,30 $\pm$ 0,29
Baku mutu	Deviasi 3	25 NTU	-	6-9	4

Keterangan : PP RI No. 22 Th. 2021

Hasil pengukuran kualitas air di Sungai Brantas Mojokerto secara fisika kimia menunjukkan hasil yang sangat bervariasi. Pada parameter suhu pada ketiga stasiun berkisar di angka 27-28°C. Hal ini masih termasuk dalam batas wajar jika baku mutunya berada di kisaran deviasi 30°C. Kecepatan arus memiliki nilai kisaran 0,08-0,13 m/s. Untuk nilai derajat keasaman/pH bernilai di kisaran angka 7-8 dimana hal ini masih tergolong optimal dimana nilai ambang batasnya berada di angka 6-9. Nilai DO memiliki rata-rata 5-6 mg/l, hal ini tergolong baik karena berada di atas nilai minimal DO yang berada di angka 4 mg/l. Sedangkan untuk kekeruhan nilai rata-ratanya berada di kisaran 80-97 NTU dimana nilai ini melebihi nilai baku mutu yang bernilai 25 NTU.

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat dilihat bahwa Brantas Mojokerto mengandung logam berat kadmium (Cd) dengan angka yang tinggi hampir menyentuh ambang batas normal dan satu spesies tanaman melebihi baku mutu. Kadar logam berat tertinggi yaitu terdapat pada kangkung (*Ipomea aquatica*) pada stasiun I sebesar 0,235 $\pm$ 0,01 ppm. Hal ini telah melampaui baku mutu menurut SNI 7387:2009 sebesar 0,2 ppm. Dari ketiga jenis tumbuhan yang diujikan, hanya tanaman kangkung yang hasilnya melampaui baku mutu. Sedangkan untuk eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan genjer (*Limnocharis flava*) memiliki nilai tinggi tetapi masih dibawah baku mutu. Sehingga dapat dipastikan bahwa kangkung (*Ipomea aquatica*) di Sungai Brantas tidak layak dikonsumsi.

Kemampuan kangkung dalam menyerap kadar logam berat ini tidak terlepas dari bentuk morfologinya. Dimana kangkung memiliki bentuk daun menyirip, permukaan daunnya kasar, dan beberapa daun memiliki tepi yang bergerigi. Kangkung juga tumbuh merambat di dalam air dengan akar yang menancap pada bagian dasar sungai. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rachmadiarti *et al* (2019) yang menyatakan bahwa tanaman yang permukaan daunnya lebih kasar lebih banyak menyerap polutan daripada tanaman yang permukaan daunnya licin, dibuktikan dengan kangkung yang memiliki permukaan daun lebih kasar dibandingkan dengan eceng gondok dan genjer mampu menyerap logam berat lebih banyak. Menurut Fathia *et al* (2015) menyatakan bahwa tanaman yang berpotensi tinggi menyerap logam berat memiliki ciri-ciri permukaan daunnya kasar, daunnya runcing, dan tepinya bergerigi. Hal ini sejalan dengan tanaman kangkung yang memiliki ciri-ciri tersebut sedangkan tanaman eceng gondok dan genjer cenderung memiliki permukaan daun licin, berbentuk oval dengan tepi daun rata.

Selain itu terdapat beberapa faktor lainnya yang menyebabkan kangkung lebih banyak menyerap logam berat daripada eceng gondok dan genjer. Diantaranya yaitu lama waktu pemaparan tumbuhan terhadap logam berat. Lama waktu ini sangat berpengaruh terhadap jumlah kadar logam yang diserap tumbuhan. Semakin lama terpapar logam semakin banyak ion logam yang terserap ke bagian tubuh tumbuhan (Sari *et al.*, 2017). Sehingga dapat didiagnosis bahwa rendahnya kadar logam kadmium pada eceng gondok dan genjer dikarenakan belum terpapar dalam waktu yang lama. Selain itu usia tumbuhan juga dapat mempengaruhi penyerapan logam berat. Menurut Palar (2012) menyatakan bahwa ion dari logam berat kadmium mampu menyerap melalui akar tumbuhan secara tidak langsung karena tumbuhan harus menyerap unsur hara dari dalam air tersebut. Jika usia tumbuhan masih muda dan berada dalam fase pertumbuhan proses penyerapan nutrisi biasanya lebih tinggi (Natsir *et al.*, 2020).

Secara keseluruhan nilai kadar logam berat kadmium (Cd) pada perairan Sungai Brantas Mojokerto melebihi baku mutu sesuai PP RI No. 22 Th. 2021 sebesar 0,01 mg/l. Oleh karena itu air di wilayah ini tidak layak dikonsumsi. Jika suatu perairan terkontaminasi logam berat dengan jumlah melebihi baku mutu maka akan mengganggu aktivitas makhluk hidup lain yang hidup di dalamnya

seperti mengganggu proses fotosintesis dan pertumbuhan bagi tumbuhan air serta mengganggu perkembangbiakan ikan dan biota lainnya (Purnomo, 2018).

Dalam hasil penelitian ditemukan bahwa kadar logam berat di tumbuhan air lebih besar daripada pada air sungai. Hal ini membuktikan bahwa tumbuhan air mampu mengakumulasi logam berat di perairan. Menurut Rachmadiarti (2019) mengatakan bahwa logam berat bersifat toksik, terdegradasi dan mampu terakumulasi dalam rantai makanan salah satunya tumbuhan air. Mekanisme penyerapan logam berat oleh tumbuhan dibagi menjadi 3 proses diantaranya penyerapan oleh akar, penyebaran dari akar ke organ lain, serta penyebaran logam terhadap sel tertentu supaya tumbuhan tidak terganggu pertumbuhannya. Supaya tumbuhan mampu mengakumulasi logam, maka logam harus masuk ke kawasan akar (rizosfera) dengan berbagai cara sesuai kemampuan tumbuhan tersebut. Kemudian jaringan pengangkut (xilem dan floem) akan menyebarkan logam ke organ tumbuhan lainnya. Dalam mencegah terjadinya kontaminasi logam tumbuhan memiliki kemampuan untuk detoksifikasi, seperti hanya menimbun logam di satu bagian tertentu seperti akar (Irhamni *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil analisis mengenai hubungan kadar logam berat kadmium di tumbuhan air dan air sungai mendapatkan hasil berkorelasi positif dimana semakin tinggi kadar kadmium di air maka semakin tinggi pula kadar kadmium di tumbuhan air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar logam berat mengalami penurunan dari setiap stasiun, dimana stasiun I memiliki nilai yang tinggi daripada stasiun II dan stasiun III. Stasiun II kawasan industri dan stasiun III merupakan kawasan pasca industri tetapi hasil tertinggi berada di stasiun I yang berada di kawasan sebelum industri. Hal ini menandakan kadar logam berat kadmium di perairan sungai Brantas sudah mencemari seluruh kawasan sungai. Lokasi stasiun I berada di kawasan sebelum industri tetapi dekat dengan beberapa tempat makan rumahan yang berdiri di sekitar DAS. Warung-warung makan tersebut berinteraksi secara langsung dengan kawasan sungai dengan memanfaatkan air sungai untuk mencuci bahkan membuang sisa-sisa makanan langsung ke dalam air sungai. Hal inilah yang menyebabkan tingginya kadar logam di stasiun I. Sesuai dengan penelitian Sutrisno & Kuntiyastuti (2017) yang menyatakan bahwa pencemaran logam kadmium selain dari industri juga disebabkan oleh pembuangan sampah rumah tangga ke aliran sungai. Selain itu hal ini juga bisa dipengaruhi oleh faktor fisika kimia salah satunya kecepatan arus. Di stasiun I memiliki kecepatan arus yang relatif lambat dibandingkan dengan stasiun II dan III. Jika arus bergerak lambat maka memungkinkan lebih banyak logam berat yang mengendap di air hingga diserap tumbuhan dan terakumulasi (Nasution *et al.*, 2017).

Keberadaan tumbuhan air di Sungai Brantas dipengaruhi juga oleh faktor fisika dan kimia. Beberapa parameter yang berpengaruh di antaranya suhu, kekeruhan, kecepatan arus, dan DO (*Dissolved oxygen*). Suhu di dalam perairan dapat menjadi faktor penting dikarenakan suhu berpengaruh terhadap jumlah, jenis maupun keberadaan suatu organisme dalam perairan (Rakhmanda, 2011). Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu tertinggi berada di stasiun I sebesar  $27,8 \pm 0,40^{\circ}\text{C}$  dan suhu terendah di stasiun II sebesar  $27,5 \pm 0,54^{\circ}\text{C}$ . Dari ketiga stasiun rata-rata nilai suhunya berkisar  $27^{\circ}\text{C}$ , beberapa faktor yang dapat mempengaruhi diantaranya waktu pengambilan sampel berada pada waktu dan kondisi yang sama. Pengambilan sampel air ini dilakukan pada saat cuaca cerah dan lokasi pengambilan sampelnya terdapat beberapa tumbuhan yang menutupi perairan sehingga panas matahari tidak langsung terkena perairan. Dalam penelitiannya Nurfitrianti *et al* (2017) mengatakan bahwa suhu air tergantung waktu dan kondisi perairan.

Rerata kadar DO dari hasil penelitian berkisar  $5,3 \pm 0,29$  mg/l hingga  $6,06 \pm 0,31$  mg/l. Jika dibandingkan dengan PP RI No 22 Tahun 2021 termasuk memenuhi baku mutu dimana untuk sungai kelas II harus mengandung DO minimal 4 mg/l. Kandungan DO pada stasiun I merupakan yang tertinggi dengan nilai  $6,06 \pm 0,32$  mg/l dan nilai suhu  $27,8 \pm 0,40$  yang merupakan suhu tertinggi. Hasil tersebut menunjukkan perbedaan pada penelitian Ardiyanti (2022) yang menyatakan bahwa semakin rendah suhu maka semakin meningkat nilai DO. Jika suatu perairan memiliki jumlah oksigen yang cukup maka proses biogeokimia seperti fotosintesis, respirasi serta metabolisme makhluk hidup akan berlangsung stabil dan tidak mengganggu ekosistem perairan sungai (Rohmawati, 2021).

Nilai kecepatan arus di Sungai Brantas Mojokerto antara  $0,08 \pm 0,02$  m/s hingga  $0,13 \pm 0,01$  m/s. Kecepatan arus tertinggi berada pada stasiun III dan terendah berada pada stasiun I. Menurut Rochyatun *et al* (2010) menyatakan bahwa pola arus pada perairan sungai dapat mempengaruhi persebaran logam berat. Sungai yang memiliki arus lambat memiliki kemungkinan lebih banyak mengendapkan logam berat dalam perairan daripada yang memiliki arus cepat. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian dimana kadar logam tertinggi berada di stasiun I yang memiliki kekuatan arus paling lambat yaitu  $0,08 \pm 0,01$  m/s.

Nilai pH pada sungai Brantas berkisar antara  $7,78 \pm 0,07$  hingga  $7,85 \pm 0,08$ . Nilai tersebut menunjukkan batas normal baku mutu yaitu 6-9. Apabila suatu perairan nilai pH-nya tinggi, hal ini dapat mengakibatkan turunnya kelarutan suatu logam berat. Dalam hal ini mikroorganisme berperan dalam proses degradasi terhadap bahan kimia di perairan sehingga nilai logam berat terlarut di perairan menurun (Levine, 2013). Dalam pengukuran kekeruhan memiliki nilai  $79 \pm 3,31$  NTU hingga  $97 \pm 5,12$  NTU. Semua hasil pengukuran kekeruhan pada perairan menunjukkan hasil di atas baku mutu sebesar 25 NTU. Tingginya nilai kekeruhan ini disebabkan oleh adanya bahan organik maupun partikel limbah yang berada di dalam tanah larut dan bercampur dengan perairan sungai (Hanisa *et al.*, 2017).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar logam berat Cd pada tumbuhan air dan air sungai Brantas kota Mojokerto telah melampaui baku mutu. Sehingga statusnya sudah tidak aman untuk dikonsumsi. Dimana nilai tertinggi pada tanaman kangkung (*Ipomea aquatica*) bernilai  $0,235 \pm 0,01$  ppm di stasiun 1. Dan nilai tertinggi untuk Cd di air yaitu  $0,133 \pm 0,004$  ppm di stasiun I. Hasil tersebut berada di atas baku mutu untuk tumbuhan air sesuai SNI 7383:2009 sebesar 0,2 ppm. Dan 0,1 ppm untuk air sungai menurut PP RI No. 22 Th. 2021. Hasil uji korelasi pearson memiliki nilai signifikan (2-tailed) yaitu sebesar 0,009 dengan koefisien korelasi sebesar 1,00. Kadar Cd tumbuhan dipengaruhi oleh kadar Cd air, semakin tinggi kadar Cd di dalam air semakin tinggi pula kadar Cd di tumbuhan air. Untuk pengujian kualitas air yang meliputi suhu, DO, pH, kecepatan arus dan kekeruhan semua memenuhi baku mutu kecuali kekeruhan yang bernilai 80-97 NTU dimana nilai baku mutunya 25 NTU.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ardiyanti A, Kuntjoro S, 2022. Analisis Kadar Logam Berat Kadmium (Cd) pada Tumbuhan Air di Sungai Prambon Kabupaten Sidoarjo. *LenteraBio*; 11(3): 414-422.
- Budiastuti P, Raharjo M, Astorina N, Dewanti Y, 2016. Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*; 4(5): 119-125.
- Eid EM, dan Shaltout KH, 2016. Population Dynamics of *Eichhornia crassipes*(C. Mart.) Solms in the Nile Delta, Egypt. *Plant Species Biology*; 32(4): 279-291. <https://dpo.org/10.1111/1442-1984.12154>
- Enny D, Tarzan P, 2016. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Air dan Ikan Bader (*Barbonymus gonionotus*) di Sungai Brantas Wilayah Mojokerto. *LenteraBio*; 5(1): 48-55.
- Hanisa E, Nugraha WD, Sarmaningsih A, 2017. Penentuan Status Mutu Air Sungai berdasarkan Metode Indeks Kualitas Air National Sanitation Foundation (IkaNsf) sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik Lingkungan*; 6(1): 52-63.
- Irhamni, Setya P, Edison P, Wiesel H, 2017. *Kajian Akumulator beberapa Tumbuhan Air dalam Menyerap Logam Berat secara Fitoremediasi*. Universitas Serambi Mekkah Press.
- Junaidi M, 2015. Pendugaan Limbah Organik Budidaya Udang Karang dalam Keramba Jaring Apung terhadap Kualitas Perairan Teluk Ekas Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Biologi Tropis*; 6(2): 345.
- Katipana D, 2015. Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica* F) DI Kampus UNPATTI Poka. *Biopendix : Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*; 1(2): 153-159.
- Mamoribo H, Rompas RJ, dan Kalesaran OJ, 2019. Determinasi Kandungan Kadmium (Cd) di Perairan Pantai Malalayang Sekitar Rumah Sakit Prof. Kandou Manado. *E-journal Budidaya Perairan*; 3(1).
- Munawwaroh A, dan Pangestuti AA, 2018. Analisis Morfologi dan Anatomi Akar Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L) akibat Pemberian Berbagai Konsentrasi Kadmium (Cd). *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*; 7(2): 111-122.
- Nasution HA, dan Sihombing AT, 2017. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air Sungai Silau di Kota Kisaran. <https://doi.org/10.31227/osf.io/7fs5a>
- Natsir NA, Hanike Y, Rijal M, dan Bavhtiar S, 2020. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Air, Sedimen dan Organ Mangrove di Perairan Tuhelu. *Biosel : Biology Science and Education*; 8(2): 149.
- Nurfitriani N, Caringe W, Kaseng ES, 2018. Keanekaragaman Gastropoda di Kawasan Hutan Mangrove Alami di Daerah Pantai Kuri Desa Nisombalia Kecamatan Marusu Kabupaten Maros. *Biobature*; 18(1): 32-45.
- Nurul F, 2015. Analisis Kemampuan Tanaman Semak di Medan Jalan dalam Menyerap Logam Berat Pb. *Jurnal Produksi Tanaman*; 3(7).
- Palar, 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT. Rineka Cipta.
- Patang, 2018. *Dampak Logam Berat Kadmium pada Perairan*. Badan Penerbit UNM.
- Pranowo A, Siti NH, 2015. *Pemantauan Kualitas Air*. Retrieved March 7, 2023, from <http://itjen.menlhk.go.id>.
- Pratiwi RY, dan Rachmadiarti F, 2021. Keanekaragaman Jenis-Jenis Tumbuhan Akumulator Kadmium (Cd) di Sungai Sudimoro Mojokerto. *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*; 10(1): 125-133.
- Purnomo T, 2018. The Changes of Environmental and Aquatic Organism Biodiversity in East Coast of Sidoarjo due to Lapindo Hot Mud. *International Journal of GEOMATE*; 15(48). <https://doi.org/10.21660/2018.48.ijcst60>
- Pusat Data dan Informasi Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2021. *Indeks kualitas lingkungan Indonesia tahun 2021*. Jakarta.



- Rachmadiarti F, 2019. Phytoremediation Capability of Water Clover (*Marsilea crenata* (L). Presl.) in Synthetic Pb Solution. *Applied Ecology and Environmental Research*; 17(4).
- Rachmadiarti F, Tarzan P, Azizah DN, Fascafitri A, 2019. *Syzygium oleana* and *Wedelia trilobata* for Phytoremediation of Lead Pollution in the Atmosphere. *Nature Environment & Pollution Technology*; 18(1).
- Rakhmanda A, 2011. Estimasi Populasi Gastropoda di Sungai Tambak Bayan Yogyakarta. *Jurnal Ekologi Perairan*; 1(1): 1-7.
- Rochyatun E, Kaisupy MT, dan Rozak A, 2010. Distribusi Logam Berat dalam Air dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Makara of Science Series*; 10(1). <https://doi.org/10.7454/mss.v10i1.151>
- Rohmawati Y, Kuntjoro S, 2021. Studi Kadar Logam Berat Kadmium Cd) pada Tumbuhan Air di Sungai Buntung Sidoarjo. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*; 10(1): 86-93. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n1.p86-93>
- Sandi MA, Arthana IW, dan Sari AH, 2017. Bioassessment dan Kualitas Air Daerah Aliran Sungai Legundi Probolinggo Jawa Timur. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*; 3(2): 233-241.
- Sari EM, Hanifah TA, Kartika GF, 2017. *Potensi Tanaman Azolla (Azolla pinnata) sebagai Phytoremediator Ion Timbal (II), Ion Kadmium (II) dan Ion Kromium (VI)*. Universitas Riau Press.
- SNI 06-6989.38-2005 Tentang Air dan Air Limbah. Jakarta.
- SNI 7387:2009 Tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat. Jakarta.
- Suheriyanto D, Risma AK, 2013. Keanekaragaman Biota Akuatik sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Brantas. *Jurnal Scientis*; 2(1).
- Sutrisno, dan Kuntastyuti H, 2017. Pengelolaan Cemar Kadmium pada Lahan Pertanian di Indonesia. *Bulletin Palawij*; (13(1): 89-91.
- Triastuti RJ, Aditama S, dan Rahardja BS, 2015. Studi Bioakumulasi Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos Forskal*) di Tambak Sekitar Perairan Sungai Buntung, Kota Sidoarjo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*; 7(1): 115-120.