

Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Tumbuhan Akuatik sebagai Indikator Pencemaran di Sungai Brantas Mojokerto

Analysis of Copper (Cu) Heavy Metal in Aquatic Plants as an Indicator of Pollution in Brantas Mojokerto River

Siti Masruroh*, Tarzan Purnomo

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: sitimasruroh.19009@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. Sungai Brantas merupakan salah satu sungai yang berperan besar dalam berbagai sektor di Jawa Timur. Sungai Brantas wilayah Mojokerto berpotensi terjadi pencemaran karena menerima buangan limbah dari DAS Brantas yang mengandung zat dan bahan yang dapat mencemari sungai, salah satunya Cu. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kadar Cu air dan tumbuhan akuatik, menganalisis hubungan kadar Cu air dan tumbuhan akuatik, serta mengetahui kualitas air sungai ditinjau dari parameter fisika kimia. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga stasiun di Jalan Hayam Wuruk dan Jalan Mayjend Sungkono Mojokerto. Pengujian kadar Cu dilakukan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif, kadar Cu air dan parameter fisika kimia dibandingkan dengan standar baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021, kadar Cu tumbuhan akuatik dibandingkan dengan Keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan No:03725/BSK/VII/89, dan uji statistik korelasi untuk mengetahui hubungan kadar Cu air dan tumbuhan akuatik. Hasil penelitian menunjukkan kadar Cu air $0,272\pm0,023$ ppm - $0,311\pm0,019$ ppm, kangkung air (*Ipomoea aquatica*) $0,315\pm0,020$ ppm - $0,333\pm0,030$ ppm, eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) $0,229\pm0,015$ ppm - $0,258\pm0,013$ ppm, dan genjer (*Limnocharis flava*) $0,232\pm0,023$ ppm - $0,253\pm0,008$ ppm. Hubungan kadar Cu air dan tumbuhan akuatik tidak memiliki korelasi. Kualitas air sungai secara fisika-kimia tergolong baik.

Kata kunci: tembaga; tumbuhan akuatik; kualitas air; Sungai Brantas

Abstract. The Brantas river is one of the rivers that play a significant role in various sectors of East Java. The Brantas river in Mojokerto region is potentially contaminated because it receives waste disposal from drainage basin (DAS) of Brantas River, which contains various substances and materials that can pollute the river, including heavy metal copper (Cu). This study aimed to determine Cu levels in water and aquatic plants, analyze the relationship between Cu levels in water and aquatic plants, and determine the quality of river water in terms of physical and chemical parameters. Sampling was carried out at three stations on Jalan Hayam Wuruk and Jalan Mayjend Sungkono Mojokerto. Testing for Cu heavy metal content was performed using *Atomis Absorption Spectrophotometry* (AAS) method. Data were analyzed descriptively quantitatively, water Cu content and physical-chemical parameters were compared with PP RI No. 22 of 2021, the Cu levels of aquatic plants were compared with the Decree of the Directorate General of Drug and Food Control No: 03725/BSK/VII/89, and statistical correlation test to determine the relationship between Cu levels in water and aquatic plants. The results showed that Cu levels in water was $0,272\pm0,023$ ppm - $0,311\pm0,019$ ppm, water spinach (*Ipomoea aquatica*) $0,315\pm0,020$ ppm - $0,333\pm0,030$ ppm, water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) $0,229\pm0,015$ ppm - $0,258\pm0,013$ ppm, and genjer (*Limnocharis flava*) $0,232\pm0,023$ ppm - $0,253\pm0,008$ ppm. No correlation was found between Cu levels of water and aquatic plants. Water quality based on physical and chemical parameters was classified as good.

Keyword: copper; aquatic plants; water quality; Brantas River

PENDAHULUAN

Sungai Brantas merupakan sungai yang terletak di Jawa Timur dengan daerah aliran yang meliputi wilayah Kota Batu, Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Nganjuk, Jombang, Mojokerto, Sidoarjo, dan Pasuruan. Sungai Brantas memiliki peran dalam menunjang Provinsi Jawa Timur cukup besar, diantaranya ialah sebagai lumbung pangan nasional, menyediakan air baku untuk industri sebanyak 144 m^3 per tahun, menghasilkan listrik 1 milyar kWh per tahun, memasok penyediaan air

yang digunakan untuk PDAM sebanyak 243 juta m³ per tahun, membantu dalam sektor pariwisata, penggalian dan pertambangan, sarana dalam media pembelajaran, dan rumah untuk berbagai keanekaragaman hayati (Solikhah dan Zunariyah, 2019). Kawasan hilir dari Sungai Brantas yang mencakup Mojokerto sampai Surabaya masih terjadi pencemaran karena banyaknya Perusahaan yang belum mendirikan Instalansi Pengelolaan Air dan Limbah (IPAL) sehingga menjadi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang paling buruk (Sholikhah dan Zunariyah, 2019). Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas Mojokerto dikelilingi oleh berbagai industri yang pembuangan limbahnya dialirkan ke sungai, diantaranya industri keramik Desa Candimulyo, industri plastik yang berada di Desa Balong Besuk, industri gula dan pipa di Desa Gedeg (Priatna *et al.*, 2016). Kandungan limbah buangan industri yang dibuang ke aliran sungai dapat memicu terjadinya pencemaran air dan turunnya kualitas perairan.

Pencemaran air dapat dikatakan sebagai turunnya kualitas perairan akibat adanya zat dan komponen yang dapat menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan (Widyawati dan Kuntjoro, 2021). Pencemaran air disebabkan adanya polutan seperti zat kimia, energi, dan unsur lainnya yang masuk ke dalam perairan (Handani *et al.*, 2017). Banyaknya jumlah industri mengakibatkan peningkatan pencemaran perairan yang bersumber dari buangan limbah industri yang dialirkan ke dalam perairan sungai tanpa dilakukan proses pengolahan limbah (Agustyadevi *et al.*, 2013). Sumber pencemar penyebab pencemaran dan terjadinya gangguan suatu perairan sungai salah satunya berasal dari limbah yang mengandung logam berat.

Logam berat merupakan salah satu kandungan limbah yang bersumber dari beberapa industri yang keberadaannya sangat membahayakan bagi lingkungan dan organisme. Kadar logam berat yang tinggi dan telah melampaui baku mutu pada perairan akan menimbulkan dampak buruk hingga mengakibatkan kematian bagi biota perairan, begitu pula dengan kadar logam berat rendah yang diakumulasi oleh makhluk hidup juga dapat menyebabkan kematian pada makhluk hidup tersebut (Palar, 1994). Logam berat yang membahayakan lingkungan salah satunya tembaga (Cu).

Logam berat tembaga adalah jenis logam yang dihasilkan oleh beberapa kegiatan industri seperti pabrik, pertanian, dan domestik rumah tangga. Salah satu industri yang mengandung logam berat tembaga ialah industri *monosodium glutamate* (MSG). limbah industri *monosodium glutamate* (MSG) mengandung berbagai unsur hara makro dan mikro. Unsur hara makro yang terdapat pada limbah industri *monosodium glutamate* (MSG) ialah kalsium, nitrogen, magnesium, kalium, dan fosfat sedangkan hara mikro yang terkandung ialah tembaga (Cu) dan zink (Zn) (Utami, 2016). Yanthy *et al.* (2013) menyatakan bahwa kegiatan rumah tangga juga menjadi penyumbang logam berat tembaga (Cu). Kegiatan pertanian seperti penggunaan fungisida, algasida, dan pupuk Cu menjadi sumber logam berat Cu (Khairuddin *et al.*, 2021). Penelitian Nurhamiddin dan Zam (2013) menunjukkan sedimen di Sungai Brantas mengandung logam berat tembaga (Cu) sebanyak 0,0028 - 0,0922 ppm. Logam berat tembaga (Cu) termasuk logam esensial jika kadarnya rendah, namun logam berat tembaga (Cu) juga dapat menjadi logam yang beracun untuk makhluk hidup jika kadarnya tinggi (Elawati *et al.*, 2019). Logam Cu yang terdapat di kawasan lingkungan perairan dapat diakumulasi oleh organisme yang berada di kawasan perairan tersebut. Salah satu organisme yang mampu menyerap logam berat dan tumbuhnya pada lingkungan perairan ialah tumbuhan akuatik.

Tumbuhan akuatik ialah tumbuhan yang tumbuh dan berkembang di lingkungan perairan. Tumbuhan akuatik mampu menghasilkan energi pada ekosistem dan memperbaiki pemulihan serta meningkatkan kualitas perairan yang telah tercemar (Surya, 2019). Umumnya organ tumbuhan yang akan menyerap unsur hara dari media tumbuhnya ialah akar. Kemampuan tumbuhan dalam menyerap unsur hara dan air ditentukan oleh akar (Husnihuda *et al.*, 2017). Sistem perakaran yang terdapat pada tumbuhan menyediakan luas permukaan yang besar dalam penyerapan air, nutrisi, serta kontaminan tidak esensial. Kontaminan berupa zat anorganik akan diakumulasi oleh tumbuhan dan kemudian dimasukkan ke dalam batang melalui pembuluh pengangkut, selanjutnya terjadi proses biologi yang dapat menyebarkan zat tersebut ke seluruh organ tumbuhan (Ma *et al.*, 2011).

Tumbuhan akuatik memiliki berbagai peranan, di antaranya ialah sebagai tanaman hias, agen fitoremediasi, dan sayuran atau bahan makanan. Hasil observasi yang telah dilakukan mengenai keberadaan spesies tumbuhan akuatik yang terdapat di Sungai Brantas Mojokerto ditemukan adanya kangkung air (*Ipomoea aquatica*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), dan genjer (*Limnocharis flava*), dimana kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan genjer (*Limnocharis flava*) dapat dikonsumsi sebagai bahan makanan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurfadlillah dan Fitrihidajati (2022) menunjukkan adanya spesies tumbuhan akuatik pada Sungai Brantas Mojokerto diantaranya ialah kangkung air (*Ipomoea aquatica*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), *Lemna minor*, dan kiambang (*Salvinia molesta*).

Adanya logam berat yang terakumulasi dalam jumlah tinggi pada tumbuhan akuatik yang dapat dikonsumsi akan menimbulkan keracunan bagi individu yang mengonsumsinya. Toksisitas yang ditimbulkan tergantung dari jenis logam berat yang terakumulasi. Dampak yang ditimbulkan akibat logam berat Cu pada manusia diantaranya kepala pusing, mual, perut menjadi kram, hingga menimbulkan dampak yang serius yakni rusaknya organ seperti liver dan ginjal mengalami gangguan (Sekarwati *et al.*, 2015).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian kadar logam berat tembaga yang terkandung pada air dan tumbuhan akuatik di Sungai Brantas Mojokerto. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kadar logam berat tembaga (Cu) pada air dan tumbuhan akuatik, menganalisis hubungan antara kadar logam berat tembaga (Cu) pada air dan tumbuhan akuatik, serta mengetahui kualitas air pada Sungai Brantas Mojokerto.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan selama empat bulan yakni bulan November 2022 hingga Februari 2023. Jenis penelitian termasuk deskriptif observasi dengan pengambilan sampel yakni air dan tumbuhan akuatik di Sungai Brantas Mojokerto yang kemudian dianalisis kadar logam tembaga. Pengambilan sampel air dan tumbuhan akuatik pada tiga titik stasiun yakni stasiun 1 di Jalan Hayam Wuruk, stasiun 2 dan stasiun 3 di Jalan Mayjend Sungkono (Gambar 1).



Gambar 1. Titik stasiun pengambilan sampel air dan tumbuhan akuatik sungai Brantas, Mojokerto. (Sumber: Google Maps)

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian diantaranya *Atomic Absorption Spectrophotometric* (AAS), thermometer, pH meter, DO meter, sterofoam, tali rafia, kertas saring, botol plastik, stopwatch, gelas erlenmeyer 250 ml, kertas label, ember, dan kantong plastik. Bahan yang digunakan diantaranya sampel air, sampel tumbuhan akuatik, aquades, larutan Na_2SO_4 , CuSO_4 , H_2SO_4 , dan larutan induk Cu.

Sampel air diambil dengan botol yang dimasukkan ke dalam air hingga air masuk dalam botol sebanyak 600 ml, kemudian botol ditutup rapat. Pengujian kadar Cu pada sampel air sungai dilakukan dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* yang merujuk dalam SNI 6989.6:2009. Pengujian tahap pertama dalam sampel air dilakukan dengan pembuatan larutan baku tembaga 100 ppm, dimasukkan larutan induk tembaga 1000 ppm sebanyak 5 ml dalam labu takar 50 ml dan ditambahkan aquades sampai batas ukuran volume. Selanjutnya pembuatan larutan baku logam tembaga 10 ppm, dimasukkan larutan induk tembaga 100 ppm sebanyak 5 ml ke dalam labu takar 50 ml dan ditambahkan aquades hingga batas ukuran volume. Kemudian dimasukkan tiap 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, dan 5 ml larutan logam tembaga 10 ppm ke dalam labu takar 50 ml untuk pembuatan larutan baku logam tembaga 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 ppm, ditambahkan aquades sampai batas ukuran volume. Sampel air sungai disaring dalam erlenmeyer memakai kertas saring dengan pori-pori $0,45 \mu\text{m}$. Sebanyak 10 ml air sungai yang telah disaring ditambahkan larutan baku tembaga (Cu), kemudian dilakukan analisis kadar logam tembaga pada sampel air dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* panjang gelombang $324,7 \mu\text{m}$ sesuai dengan petunjuk penggunaan alat (Prastiwi dan Kuntjoro, 2022).

Pengujian kadar logam berat Cu pada tumbuhan akuatik dilakukan dengan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (ASS). Pengujian diawali dengan destruksi, sampel sebanyak 0,5 gr dimasukkan ke dalam labu takar kemudian dimasukkan 1 gr cairan katalis yang tersusun atas larutan Na₂SO₄ dengan larutan CuSO₄. Ditambahkan larutan H₂SO₄ sebanyak 6 ml. Selanjutnya penjernihan sampel dengan cara pemanasan dalam kurun waktu 2 hingga 3 jam pada suhu 350°C. Kemudian cairan didinginkan serta diukur volumenya dari ekstrak yang didapatkan. Sampel ekstrak yang didapat diuji kadar logam tembaga menggunakan AAS panjang gelombang 324,7 μm (Prastiwi dan Kuntjoro, 2022). Pengukuran parameter fisika kimia yakni pengukuran suhu menggunakan thermometer, kecepatan arus menggunakan *stopwatch*, kekeruhan menggunakan turbidimeter, oksigen terlarut atau *Dissolved oxygen* (DO) dengan menggunakan DO meter, dan pH menggunakan pH meter.

Hasil pengujian kadar Cu air dan pengukuran fisika kimia Sungai Brantas Mojokerto dianalisis dengan membandingkan data terhadap baku mutu PPRI No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Hasil data kadar logam berat Cu pada tumbuhan akuatik dianalisis dengan membandingkan data terhadap standar baku mutu dalam Surat Keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan Departemen Kesehatan No: 03725/BSK/VII/89. Hasil data kadar Cu pada air dan tumbuhan akuatik dianalisis menggunakan SPSS korelasi *pearson* untuk mengetahui korelasi antar kadar Cu pada air dan tumbuhan akuatik.

HASIL

Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data berupa kadar logam Cu pada air dan tumbuhan akuatik kangkung air (*Ipomoea aquatica*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), dan genjer (*Limnocharis flava*) pada sungai Brantas Mojokerto serta kualitas air sungai secara fisika kimia.

Hasil pengujian menunjukkan rata-rata kadar Cu air Sungai Brantas Mojokerto berkisar 0,272±0,023 ppm - 0,311±0,019 ppm (Tabel 1). Kadar tersebut telah melampaui baku mutu yang ditetapkan dalam PP RI No. 22 Tahun 2021.

Tabel 1. Kadar logam berat tembaga (Cu) pada air sungai Brantas, Mojokerto

Stasiun	Rata-rata Kadar Cu (ppm)	Baku Mutu (ppm)
1	0,311 ± 0,019	
2	0,272 ± 0,023	0,02
3	0,288 ± 0,013	

Hasil pengujian menunjukkan rata-rata kadar logam Cu pada tumbuhan di Sungai Brantas Mojokerto masih sesuai standar baku mutu dalam Surat Keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan Departemen Kesehatan No: 03725/BSK/VII/89. Tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) menunjukkan rata-rata kadar logam tembaga pada masing-masing stasiun sebesar 0,332±0,008 ppm, 0,315±0,020 ppm, dan 0,333±0,030 ppm. Tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menunjukkan rata-rata kadar logam tembaga pada masing-masing stasiun sebesar 0,229±0,015 ppm, 0,256±0,047 ppm, dan 0,258±0,013 ppm. Tumbuhan genjer (*Limnocharis flava*) menunjukkan rata-rata kadar logam tembaga pada masing-masing stasiun yakni 0,253±0,008 ppm, 0,232±0,023 ppm, dan 0,249±0,036 ppm (Tabel 2).

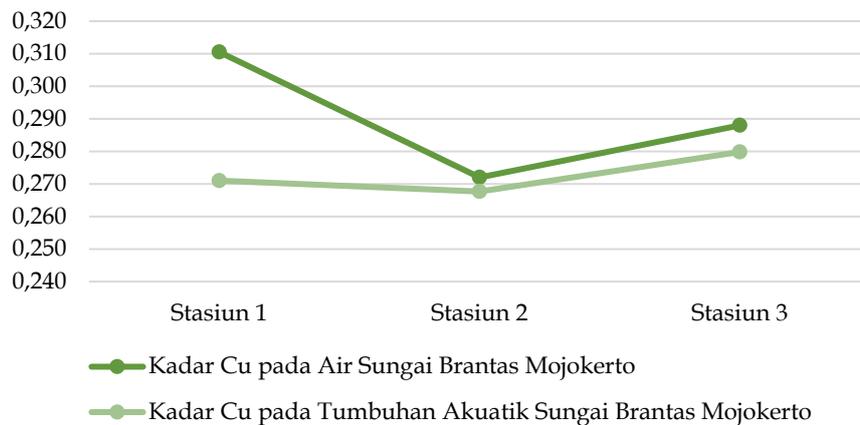
Hasil uji SPSS korelasi *pearson* antara kadar Cu air dan tumbuhan akuatik sebesar 0,911 yang menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara kadar Cu air dengan tumbuhan akuatik di Sungai Brantas Mojokerto (Gambar 2).

Hasil pengukuran parameter fisika kimia menunjukkan nilai rata-rata suhu berkisar 27,5±0,55°C - 27,83±0,41°C, rata-rata kekeruhan 79,833±3,31 NTU - 97,67±5,13 NTU, rata-rata kecepatan arus 0,08±0,01 m/s - 0,13±0,01 m/s, rata-rata pH 7,78±0,08 - 7,84±0,09, dan rata-rata DO 5,30±0,030 mg/l - 6,06±0,31 mg/l. Nilai tersebut menunjukkan bahwa suhu, pH, dan DO pada sungai Brantas Mojokerto masih sesuai dengan baku mutu dalam PP RI No. 22 Tahun 2021 (Tabel 3).

Tabel 2. Kadar logam berat tembaga (Cu) pada tumbuhan akuatik di sungai Brantas, Mojokerto

Stasiun	Tumbuhan Akuatik	Rata-rata Kadar Cu (ppm)	Baku Mutu (ppm)
1	<i>Ipomoea aquatica</i>	0,332±0,008	5,0
	<i>Eichhornia crassipes</i>	0,229±0,015	
	<i>Limnocharis flava</i>	0,253±0,008	
2	<i>Ipomoea aquatica</i>	0,315±0,020	
	<i>Eichhornia crassipes</i>	0,256±0,047	
	<i>Limnocharis flava</i>	0,232±0,023	

	<i>Ipomoea aquatica</i>	0,333±0,030
3	<i>Eichhornia crassipes</i>	0,258±0,013
	<i>Limncharis flava</i>	0,249±0,036



Gambar 2. Hubungan kadar logam berat Cu pada air dan tumbuhan akuatik di sungai Brantas, Mojokerto

Tabel 3. Kualitas air Sungai Brantas Mojokerto berdasarkan parameter fisika dan kimia

Stasiun	Substasiun	Suhu (°C)	Kekeruhan (NTU)	Kecepatan arus (m/s)	pH	DO (mg/l)
1	1	28	85	0,08	7,95	6,26
		27	81	0,06	7,98	6,23
		28	89	0,07	8	6,49
	2	28	85	0,1	7,65	5,85
		28	79	0,09	7,63	5,84
		28	80	0,09	7,65	5,69
Rata-rata ± SD		27,83 ± 0,41	83,17 ± 3,82	0,08 ± 0,01	7,81 ± 0,18	6,06 ± 0,31
2	1	27	104	0,11	7,9	6,03
		27	102	0,1	7,92	5,81
		27	100	0,11	7,93	5,74
	2	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 ± SD		27,50 ± 0,55	97,67 ± 5,13	0,10 ± 0,01	7,84 ± 0,09	5,48 ± 0,43
3	1	28	81	0,16	7,7	5,64
		28	82	0,14	7,73	5,58
		28	84	0,14	7,71	5,49
	2	28	80	0,14	7,86	5
		28	75	0,12	7,87	5,04
		27	77	0,12	7,82	5,07
Rata-rata ± SD		27,83 ± 0,41	79,83 ± 3,31	0,13 ± 0,01	7,78 ± 0,08	5,30 ± 0,30
Baku Mutu		Dev 3	-	-	6 - 9	Batas minimal 4

PEMBAHASAN

Sungai Brantas merupakan sungai yang terletak di Jawa Timur dengan daerah aliran sungai yang meliputi wilayah Kota Batu, Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Nganjuk, Jombang, Mojokerto, Sidoarjo, dan Pasuruan. Daerah Aliran Sungai Brantas Mojokerto menjadi kawasan yang berpotensi mengalami pencemaran. Kawasan hilir Sungai Brantas yakni Mojokerto hingga Surabaya masih terjadi pencemaran karena banyaknya perusahaan yang masih belum memiliki Instalasi Pengelolaan Air dan Limbah (Sholikhah dan Zunariyah, 2019). Sumber pencemar DAS Brantas Mojokerto berasal dari limbah domestik rumah tangga, limbah pertanian, dan limbah industri pabrik seperti pabrik plastik, gula, pengecoran logam, pabrik pipa, dan *monosodium glutamate* (MSG). Hal tersebut memicu terjadinya pencemaran air sehingga terjadinya penurunan dalam kualitas air dan mempengaruhi keanekaragaman biota air termasuk tumbuhan akuatik. Salah satu kandungan limbah pencemar adalah tembaga. Logam berat tembaga termasuk jenis logam berat yang esensial karena dibutuhkan dalam tubuh manusia dengan jumlah terbatas. Apabila jumlah logam tembaga tinggi dan telah diatas batas anjuran maka akan menimbulkan dampak buruk bagi tubuh (Sekarwati *et al.*, 2015).

Orang dewasa memiliki batas konsumsi kadar tembaga yang baik yakni 2,5mg/kg berat badan/hari, sedangkan bagi anak-anak serta bayi yakni 0,0005 mg/kg berat badan/hari (Palar, 2008).

Hasil pengukuran kadar tembaga (Cu) air Sungai Brantas menunjukkan rata-rata yang melebihi baku mutu dalam PP RI No. 22 Tahun 2021. Kadar logam Cu air pada stasiun 1 rata-rata $0,311 \pm 0,019$ ppm. Stasiun 1 merupakan lokasi Daerah Aliran Sungai (DAS) yang terdapat beberapa toko dan warung di bantaran sungai. Selain itu, terdapat pemukiman warga yang menjadikan adanya aktivitas kegiatan rumah tangga sehingga menyebabkan tingginya konsentrasi Cu. Kegiatan rumah tangga menjadi salah satu penyebab adanya logam berat Cu, seperti limbah yang dihasilkan dari penggunaan cairan pembersih lantai CuO (Yanthy *et al.*, 2013). Kadar Cu yang bernilai tinggi pada stasiun 1 juga disebabkan adanya sumber alami yang berasal dari batuan mineral serta partikulat Cu yang terkandung dalam debu-debu di udara (Palar, 2012; Permata *et al.*, 2018).

Kadar logam Cu air pada stasiun 2 yakni $0,272 \pm 0,023$ ppm. Stasiun 2 merupakan area yang berdekatan dengan industri *monosodium glutamate* (MSG). Limbah industri *monosodium glutamate* (MSG) mengandung berbagai unsur hara, baik hara makro maupun hara mikro. Unsur hara makro yang terkandung yakni nitrogen, magnesium, kalsium, fosfat, dan kalium, sedangkan unsur hara mikro yang terkandung yakni tembaga dan zink (Utami, 2016). Rendahnya kadar Cu pada stasiun 2 dapat disebabkan kecepatan arus di stasiun 2 yang cukup tinggi. Menurut Nurfadlillah dan Fitrihidajati (2022), kecepatan aliran air di sungai yang cukup deras dapat menyebabkan limbah yang berada di area tersebut mengalami pengenceran sehingga kadar logam pada air mengalami penurunan dan menjadi lebih rendah.

Kadar logam Cu air pada stasiun 3 menunjukkan rata-rata sebesar $0,288 \pm 0,013$ ppm. Stasiun 3 merupakan lokasi yang berbatasan langsung dengan area pertanian dan beberapa kolam ikan. Keberadaan logam berat tembaga pada stasiun 3 disebabkan adanya penggunaan pestisida pada area pertanian. Salah satu bentuk persenyawaan tembaga (Cu) yakni tembaga sulfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) yang sering ditemukan dan digunakan pada bidang pertanian dan peternakan. Penggunaan senyawa tersebut untuk dijadikan sebagai pupuk Cu, algasida, fungisida dan ZPT (zat pengatur tumbuh) untuk hewan (Khairuddin *et al.*, 2021).

Tumbuhan akuatik merupakan jenis tumbuhan yang hidup di lingkungan perairan. tumbuhan akuatik mampu menghasilkan energi pada ekosistem dan menunjang perbaikan kualitas perairan yang telah mengalami pencemaran (Suraya, 2019). Berdasarkan observasi di Sungai Brantas Mojokerto ditemukan beberapa spesies tumbuhan akuatik yakni kangkung air (*Ipomoea aquatica*), eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), dan genjer (*Limnocharis flava*). Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa ketiga tumbuhan tersebut mengandung logam tembaga. Pengujian logam tembaga pada tumbuhan akuatik di Sungai Brantas memiliki hasil rata-rata di bawah baku mutu menurut Surat Keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan Departemen Kesehatan No: 003725/BSK/VII/89. Tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) menunjukkan rata-rata kadar logam berat tembaga pada masing-masing stasiun sebesar $0,332 \pm 0,008$ ppm, $0,315 \pm 0,020$ ppm, dan $0,333 \pm 0,030$ ppm. Tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menunjukkan rata-rata kadar logam berat tembaga pada masing-masing stasiun sebesar $0,229 \pm 0,015$ ppm, $0,256 \pm 0,047$ ppm, dan $0,258 \pm 0,013$ ppm. Tumbuhan genjer (*Limnocharis flava*) menunjukkan rata-rata kadar logam berat tembaga pada masing-masing stasiun sebesar $0,253 \pm 0,008$ ppm, $0,232 \pm 0,023$ ppm, dan $0,249 \pm 0,036$ ppm.

Berdasarkan hasil data penelitian menunjukkan bahwa kangkung air (*Ipomoea aquatica*) memiliki kadar logam tembaga (Cu) tertinggi pada tiap stasiun. Kangkung air (*Ipomoea aquatica*) merupakan salah satu tumbuhan hiperakumulator yang memiliki kemampuan dalam menyerap berbagai jenis unsur logam pada perairan yang tercemar. Kangkung air memiliki sifat biofilter yakni kemampuan dalam mengikat zat organik maupun anorganik. Dalam menyerap logam berat, kangkung air mampu menyerap berbagai logam dari media tumbuhnya secara mudah dan cepat. Kangkung air memiliki jaringan khas yakni aerenkim pada batang dan akar yang menjadikan proses penyerapan unsur hara lebih cepat diserap dari lingkungannya (Hapsari *et al.*, 2018). Morfologi pada kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yakni daunnya yang kasar dengan ujung runcing lebih berpotensi dalam mengakumulasi logam berat. Tumbuhan yang memiliki permukaan daun kasar lebih mudah menyerap logam berat dibandingkan dengan tumbuhan yang memiliki permukaan daun licin (Fathia *et al.*, 2015).

Tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki fungsi sebagai sistem filtrasi biologis sehingga dapat digunakan dalam mengurangi polutan, menghilangkan nutrisi mineral, serta mengurangi pencemaran logam berat pada lingkungan tercemar. Umumnya logam berat yang dapat

diakumulasi oleh eceng gondok seperti cuprum atau tembaga, kobalt, aurum, strontium, timbal, timah, kadmium, dan nikel (Tangio, 2013). Tumbuhan eceng gondok memiliki morfologi akar yang panjang dengan cabang-cabang halus yang mendukung dalam proses penyerapan logam berat. Widyasari (2012) menyatakan bahwa fungsi akar yang panjang pada tumbuhan eceng gondok untuk melakukan penyerapan logam berat yang berada di perairan dalam kedalaman tertentu.

Tumbuhan genjer (*Limnocharis flava*) menjadi salah satu tumbuhan akumulator beberapa logam berat seperti tembaga, timbal, dan kadmium. Akumulasi logam berat tumbuhan genjer melalui akar kemudian disebarkan ke organ yang lain seperti batang dan daun. Morfologi akar serabut dengan banyak rambut-rambut akar pada tumbuhan genjer mengakibatkan tingginya efektivitas genjer dalam menyerap logam berat (Haryati *et al.*, 2012).

Proses penyerapan logam berat pada tumbuhan akuatik melalui tiga tahap yang berkesinambungan. Pada tahap pertama yakni proses penyerapan logam oleh akar tumbuhan. Logam yang terdapat di sekitar lingkungan tumbuhan akan diserap oleh akar dengan cara yang berbeda atau tergantung pada jenis atau spesies tumbuhannya. Tahap kedua dalam akumulasi logam oleh tumbuhan yakni proses translokasi logam dari akar ke organ tumbuhan yang lain. Pada tahap kedua terjadi pengangkutan logam berat yang telah diserap oleh akar ke organ lain melalui jaringan pengangkut xylem dan floem. Tahap ketiga yakni proses lokalisasi logam pada sel dan jaringan tumbuhan. Pada proses lokalisasi, tumbuhan melindungi selnya dari toksisitas logam yang ditimbulkan. Dalam proses lokalisasi, tumbuhan dapat menimbun logam yang telah diserap ke dalam organ tertentu, seperti pada akar supaya proses metabolisme tidak terhambat dan dapat berjalan dengan normal (Handayani *et al.*, 2013). Proses penyerapan logam berat pada tumbuhan akuatik dipengaruhi oleh jenis tanaman, tingkat pencemaran logam berat dalam air, dan berbagai faktor biotik serta abiotik lain seperti suhu, pH, populasi ionik dari sistem air (Permana dan Andhikawati, 2022).

Berdasarkan hasil uji korelasi *pearson*, kadar logam tembaga pada air dengan kadar logam berat tembaga (Cu) pada tumbuhan akuatik menunjukkan nilai sebesar 0,911 sehingga tidak memiliki korelasi. Secara umum, grafik pada Gambar 2 menunjukkan rata-rata kadar logam berat tembaga (Cu) pada air di setiap stasiun bernilai lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata kadar tembaga (Cu) pada tumbuhan akuatik, namun rata-rata kadar tembaga (Cu) antara air dengan tumbuhan akuatik di stasiun 1 memiliki selisih rata-rata yang cukup tinggi. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan. Widyasari (2021) menyatakan bahwa dalam akumulasi logam oleh tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor biotik serta abiotik seperti kelembaban, cahaya matahari, dan curah hujan. Nilai pH perairan yang rendah menyebabkan bioakumulasi logam berat menjadi semakin tinggi, sedangkan nilai pH perairan yang tinggi menyebabkan bioakumulasi logam rendah (Rustiah *et al.*, 2019). Selain faktor biotik dan abiotik, akumulasi logam juga dipengaruhi oleh usia tumbuhan atau lamanya tumbuhan tersebut tumbuh di perairan yang mengandung logam berat. Semakin lama tumbuhan tersebut tumbuh di perairan yang tercemar logam, maka semakin banyak kadar logam yang akan terakumulasi oleh tumbuhan (Khasanah *et al.*, 2018).

Keberadaan logam berat dalam suatu perairan dapat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Hasil pengukuran suhu yang telah dilakukan menunjukkan nilai rata-rata antara 27,5 – 27,83°C, dimana nilai tersebut sesuai dengan standar baku mutu PPRI No. 22 Tahun 2021. Suhu berpengaruh dalam mengatur proses alami dan mampu memberikan pengaruh pada komponen biotik serta abiotik di perairan (Budiastuti *et al.*, 2017). Suhu dapat mempengaruhi proses pertumbuhan tumbuhan akuatik. Suhu yang optimum untuk pertumbuhan tumbuhan akuatik berada dalam kisaran 20 – 30°C (Jayadi *et al.*, 2017). Suhu pada lingkungan juga dapat berpengaruh terhadap kecepatan reaksi kimia. menurut Khairuddin *et al.* (2021), suhu pada air yang mengalami peningkatan dapat menaikkan akumulasi dan toksisitas logam berat.

Hasil pengukuran parameter kekeruhan pada ketiga stasiun menunjukkan nilai rata-rata antara 79,83 – 97,67 NTU. Nilai kekeruhan yang tinggi pada ketiga stasiun disebabkan oleh adanya limbah buangan domestik rumah tangga, limbah industri, dan limbah pertanian di sekitar daerah aliran sungai. aktivitas rumah tangga dan industri di sekitar sungai mengakibatkan adanya penumpukan bahan organik yang menjadi salah satu penyebab tingginya kekeruhan pada air (Sumarlin *et al.*, 2021). Nilai kekeruhan yang tinggi pada suatu perairan berpengaruh pada sistem pernafasan, daya penglihatan biota akuatik, dan dapat mengakibatkan penghambatan penetrasi Cahaya ke dalam air (Efendi, 2003); Djoharam, 2018).

Kecepatan arus pada suatu perairan berpengaruh pada tinggi rendahnya kadar logam berat pada perairan. Hasil pengukuran kecepatan arus pada ketiga stasiun menghasilkan nilai rata-rata antara 0,08 – 0,13 m/s. Perbedaan kecepatan arus pada tiap stasiun disebabkan adanya perbedaan

lokasi sungai dan penghambat pada permukaan sungai yang berada di sungai, seperti adanya tumbuhan (Akib *et al.*, 2015). Permata *et al.* (2018) melakukan penelitian dengan hasil yang menunjukkan bahwa kadar logam berat Cu memiliki perbedaan pada tiap stasiun karena adanya perbedaan pergerakan arus dari satu titik stasiun ke titik stasiun yang lain. Prastiwi dan Kuntjoro (2022) menyatakan bahwa tingginya kecepatan arus dapat menyebabkan penyebaran logam berat terlarut ke segala arah. Arus sungai yang cepat dapat membawa logam berat yang terdapat di badan air (Widyawati dan Kuntjoro, 2021).

Hasil pengukuran nilai pH pada ketiga stasiun menunjukkan nilai rata-rata antara 7,78 – 7,84. Nilai pH dalam suatu perairan memiliki pengaruh dalam kelarutan logam berat perairan. Budiastuti *et al.* (2016) menyatakan bahwa rendahnya kadar pH akan mengakibatkan tingginya kelarutan pada logam berat. Nilai pH yang semakin rendah menyebabkan meningkatnya bioakumulasi logam berat (Riani *et al.*, 2015). Kehidupan biota air termasuk tumbuhan akuatik juga dipengaruhi oleh pH. Umumnya biota air sensitif terhadap perubahan pH perairan. Kadar pH yang optimum untuk kehidupan biota perairan sekitar 7 sampai 8,5 (Paramita *et al.*, 2017). Kadar pH yang rendah yakni < 4 menjadikan tumbuhan akuatik akan mengalami kematian karena tidak toleran terhadap pH rendah (Vidyawati dan Fitrihidajati, 2019).

Oksigen terlarut termasuk salah satu indikator atau parameter kimia yang berperan penting untuk menganalisis tingkat pencemaran atau kualitas suatu perairan. pengukuran kadar oksigen terlarut pada ketiga stasiun memiliki nilai rata-rata antara 5,30 – 6,06 mg/l. Kadar DO tersebut menunjukkan bahwa perairan masih dalam keadaan baik karena sesuai baku mutu menurut PP RI No. 22 tahun 2021 yakni minimal 4 mg/l. Menurut Silalahi (2010), DO berperan penting dalam proses metabolisme tubuh serta pernafasan. Kadar DO yang rendah dapat membahayakan organisme perairan (Gholizadeh *et al.*, 2016). Rendahnya konsentrasi DO dapat menyebabkan kematian masal ikan dan biota perairan lain yang hidup di sungai (Yudo dan Said, 2019). Apabila nilai oksigen terlarut mengalami penurunan maka daya toksik serta akumulasi logam berat di dasar perairan akan mengalami peningkatan (Pradona dan Partaya, 2022).

SIMPULAN

Sungai Brantas Mojokerto telah terkontaminasi logam berat tembaga (Cu) dengan kandungan pada air $0,272 \pm 0,023$ ppm – $0,311 \pm 0,019$ ppm. Kadar logam berat tembaga pada tumbuhan akuatik yakni kangkung air (*Ipomoea aquatica*) berkisar $0,315 \pm 0,020$ ppm – $0,333 \pm 0,030$ ppm, pada eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) berkisar $0,299 \pm 0,015$ ppm – $0,258 \pm 0,013$ ppm, dan pada genjer (*Limnocharis flava*) berkisar berkisar $0,232 \pm 0,023$ ppm – $0,253 \pm 0,008$ ppm. Hasil uji korelasi *pearson* menunjukkan bahwa kadar Cu antara air dan tumbuhan akuatik tidak memiliki korelasi. Kualitas perairan Sungai Brantas Mojokerto ditinjau dari parameter fisika dan kimia tergolong baik karena sesuai standar baku mutu menurut PP RI No. 22 Tahun 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusetyadevy I, Sumiyati S dan Sutrisno E, 2013. Fitoremediasi Limbah yang Mengandung Timbal (Pb) dan Kromomium (Cr) dengan Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*). *Jurnal Teknik Lingkungan*; 2(2): 1-8.
- Akib A, Litaay M, Ambeng dan Asnady M, 2015. Kelayakan Kualitas Air Untuk Kawasan Budidaya *Eucheuma cottoni* Berdasarkan Aspek Fisika, Kimia, dan Biologi di Kabupaten Kepulauan Selayar. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*; 1(1): 25-36.
- Budiastuti P, Raharjo M dan Dewanti NAY, 2016. Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*; 4(5): 119-125.
- Djoharam V, Riani E dan Yani M, 2018. Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*; 8(1): 127-133.
- Effendi H, 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisiues.
- Elawati, Kandowanko NY, Lamondo D dan Gintulangi SO, 2019. Efisiensi Penyerapan Logam Berat Tembaga (Cu) Oleh Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forks) dengan Waktu Kontak yang Berbeda. *Jurnal Radial-Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan Teknologi*; 6(2): 162-166.
- Fathia LAN, Baskara M dan Sitawati, 2015. Analisis Kemampuan Tanaman Semak di Medan Jalan dalam Menyerap Logam Berat Pb. *Jurnal Produksi Tanaman*; 3(7): 528-534.

- Gholizadeh MH, Melesse AM and Reddi L, 2016. A Comprehensive Review on Water Quality Parameters Estimation Using Remote Sensing Techniques. *Sensors*; 16(8): 1298.
- Handani SW, Utami S dan Kusmira D, 2017. Visualisasi Pencemaran Air Menggunakan Media Animasi Infografis. *Jurnal Telematika*; 10(1): 147-162.
- Handayani IK, Setyowati E dan Santoso AM, 2013. Efisiensi Fitoremediasi pada Air Terkontaminasi Cu Menggunakan *Salvina molesta* Mitchel. *Proceeding Biology Education Convergence*; 10(1).
- Hapsari JE, Amri C dan Suyanto A, 2018. Efektivitas Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Sebagai Fitoremediasi dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Air Limbah Batik. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*; 3(1): 30-37.
- Haryati M, Purnomo T dan Kuntjoro S, 2012. Kemampuan Tanaman Genjer (*Limncharis flava* (L.) Buch.) Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Kertas pada Biomassa dan Waktu Pemaparan yang Berbeda. *LenteraBio*; 1(3): 131-138.
- Husnihuda MI, Sarwiti R dan Susilowati YE, 2017. Respon Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. botrytis, L.) pada Pemberian PGPR Akar Bambu dan Komposisi Media Tanam. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika dan Subtropika*; 2(1): 13-16.
- Jayadi IF, Linda R dan Setyawati TR, 2017. Struktur Komunitas Makrofitakuatik di Sungai Embau Kecamatan Hulu Gurung Kabupaten Kapuas Hulu. *Protobiont*; 6(3): 51-62.
- Khairuddin, Yamin M dan Kusmiyati, 2021. Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) yang Berasal dari Kampung Melayu Kota Bima. *Jurnal Pijar MIPA*; 16(1): 97-102.
- Khasanah M, Moelyaningrum AD dan Pujiati RS, 2018. Analisis Perbedaan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) sebagai Fitoremediasi Merkuri (Hg) pada Air. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*; 9(3): 105-110.
- Ma Y, Prasad MNV, Rajkumar M and Freitas H, 2011. Plant growth promoting rhizobacteria and endophytes accelerate phytoremediation of metalliferous soils. *Biotechnology Advances*; 29(2): 248- 258.
- Nurfadlillah AS dan Fitrihidajati H, 2022. Biodiversitas dan Kadar Logam Berat Pb Tumbuhan Akuatik Terapung di Sungai Brantas Mojokerto Sebagai Indikator Pencemaran Timbal. *LenteraBio*; 11(1): 63-70.
- Nurhamiddin F dan Zam Z. 2013. Distribusi Konsentrasi Logam Berat (Cu Dan Cd) Pada Sedimen Sungai Menggunakan Teknik *Diffusive Gradient in Thin Film*. *Jurnal Teknik Lingkungan*; 14(2): 107-144.
- Palar H, 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palar H, 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Palar H, 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Paramita RW, Wardhani E dan Pharmawati K, 2017. Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Kromium (Cr) di Air Permukaan dan Sedimen: Studi Kasus Waduk Saguling Jawa Barat. *Reka Lingkungan*; 5(2): 1-12.
- Permana R dan Andhikawati A, 2022. Metalotionein pada Tanaman Akuatik dan Perannya dalam Akumulasi Logam Berat: Review. *Jurnal Akuatek*; 3(1): 1-8.
- Permata MADP, Purwiyanto AIS dan Diansyah G, 2018. Kandungan Logam Berat Cu (Tembaga) dan Pb (Timbal) pada Air dan Sedimen di Kawasan Industri Teluk Lampung, Provinsi Lampung. *Journal of Tropical Marine Science*; 1(1): 7-14.
- Pradona S dan Partaya, 2022. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Ikan di Tanjung Mas Semarang. *Life Science*; 11(2): 143-150.
- Prastiwi AE dan Kuntjoro S, 2022. Analisis Kadar Logam Berat tembaga (Cu) pada Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) di Sungai Prambon Sidoarjo. *LenteraBio*; 11(2):405-413.
- Priatna DE, Purnomo T dan Kuswanti N, 2016. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Air dan Ikan Bader (*Barbonymus gonionotus*) di Sungai Brantas Wilayah Mojokerto. *LenteraBio*; 5(1): 48-53.
- Rustiah W, Noor A, Maming, Lukman M dan Nurfadilah, 2019. Analisis Distribusi Logam berat Timbal dan Cadmium dalam Sedimen Sepanjang Muara Sungai dan Laut Perairan Spermonde, Sulawesi Selatan, Indonesia. *Indonesian Journal of Chemical Research*; 7(1): 1-8.
- Sekarwati N, Murachman B dan Sunarto, 2015. Dampak Logam Berat Cu (Tembaga) dan Ag (Perak) pada Limbah Cair Industri Perak Terhadap Kualitas Air Sumur dan Kesehatan Masyarakat Serta Upaya Pengendaliannya di Kota Gede Yogyakarta. *Jurnal EKOSAINS*; 7(1): 64-76.
- Sholikhah M dan Zunariyah S, 2019. Gerakan Ecoton Dalam Upaya Pemulihan Sungai Brantas. *Journal of Development and Social Change*; 2(1): 20-29.
- Sumarlin, Suherman dan Assidieq M, 2021. Analisis Parameter Fisik-Kimia Air Sungai Kadia pada Tahun Pertama Pandemi COVID-19 di Kota Kendari. *Serambi Engineering*; 6(3): 2190-2196.
- Suraya U, 2019. Inventarisasi dan Identifikasi Tumbuhan Air di Danau Hanjalutung Kota Palangka Raya. *Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan*; 6(2): 149-159.
- Tangio JS, 2013. Adsorpsi Logam Berat Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Entropi*; 8(1): 500-506.
- Utami AR, 2016. Pemanfaatan Sludge Limbah Industri MSG sebagai Bahan Baku Pupuk Organik. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*; 2(1):53-57.
- Vidyawati DS dan Fitrihidajati H, 2019. Pengaruh Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) melalui Pengenceran terhadap Kualitas Limbah Cair Industri Tahu. *LenteraBio*; 8(2): 113-119.
- Widyasari NL, 2021. Kajian Tanaman Hiperakumulator pada Teknik Remediasi Lahan Tercemar Logam Berat. *Jurnal Ecocentrism*; 1(1): 17-24.

- Widyawati ME dan Kuntjoro S, 2021. Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Tumbuhan Air di Sungai Buntung Kabupaten Sidoarjo. *LenteraBio*; 10(1): 77-85.
- Yanthy KIE, Sahara KSP dan Dewi, 2013. Spesiasi dan Bioavailabilitas Logam Tembaga (Cu) pada Berbagai Ukuran Partikel Sedimen di Kawasan Pantai Sanur. *Jurnal Kimia*; 7(2): 141-152.
- Yudo S dan Said NI, 2019. Kondisi Kualitas Air Sungai Surabaya Studi Kasus: Peningkatan Kualitas Air Baku PDAM Surabaya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*; 20(1): 19-28.

Article History:

Received: 12 Juli 2023

Revised: 20 Desember 2023

Available online: 22 Desember 2023

Published: 31 Januari 2024

Authors:

Siti Masruroh, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang, Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: sitimasruroh.19009@mhs.unesa.ac.id

Tarzan Purnomo, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang, Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: tarzanpurnomo@unesa.ac.id

How to cite this article:

Masruroh S dan Purnomo T, 2024. Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Tumbuhan Akuatik sebagai Indikator Pencemaran di Sungai Brantas Mojokerto. *LenteraBio*; 13(1): 131-140.