

Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Tumbuhan Aquatik dan Air sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Brangkal Mojokerto

Levels of Heavy Metal Lead (Pb) Aquatic Plants and Water as an Indicator of Water Quality in Brangkal Mojokerto River

M. Wierdan Syafriiliansah *, Tarzan Purnomo

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

* e-mail: m.wierdan.17030244054@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. Pertambahan pemukiman di sepanjang aliran sungai (DAS) Sungai Brangkal memicu terjadinya peningkatan polusi, berupa timbal (Pb). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tingkat pencemaran air Sungai Brangkal, Mojokerto berdasarkan timbal (Pb) pada tumbuhan (*Typha angustifolia*, *Ipomea aquatica*, dan *Eichhornia crassipes*) sebagai bioindikator pencemaran perairan. Data diambil di 3 stasiun dengan jarak antar stasiun ± 1000 m. Parameter yang diukur yaitu kadar Pb pada tumbuhan dan air sungai meliputi suhu, pH, DO, kekeruhan, dan kecepatan arus. Analisis kadar timbal (Pb) dilaksanakan di Laboratorium Gizi FKM, Unair menggunakan metode (AAS), Pengukuran DO dan kekeruhan dilaksanakan di Laboratorium Ekologi Biologi FMIPA, Unesa, sedangkan pengukuran suhu, pH, dan kecepatan arus dilakukan *in situ*. Hasil pengukuran timbal (Pb) pada tumbuhan akuatik mengacu pada SNI 7387:2009 sedangkan penilaian terhadap kadar logam Pb dan kualitas air sungai mengacu pada PP. No 82 Tahun 2001. Hasil penelitian timbal (Pb) di stasiun I, II, dan III pada tumbuhan *T. angustifolia* sebesar (0,071, 0,085, dan 0,074) ppm; *I. aquatica* sebesar (0,018, 0,024, dan 0,017) ppm; dan *E. crassipes* sebesar (0,073, 0,067, dan 0,081) ppm. Kadar timbal (Pb) pada air Sungai Brangkal pada stasiun I, II 0,002 ppm, dan stasiun III 0,006 ppm memenuhi baku mutu menurut PP No 82 tahun 2001 berkategori baik.

Kata kunci: Sungai Brangka; tumbuhan akuatik; timbal (Pb)

Abstract. The increase of residential and industrial areas along the drainage basin (DAS) of the Brangkal River has triggered the increase of pollution, one of which was the heavy metal lead (Pb). This study aimed to determine the level of water pollution in the Brangkal River, Mojokerto based on the levels of heavy metals (Pb) in some aquatic plants (*Typha angustifolia*, *Ipomea aquatica*, and *Eichhornia crassipes*) as bioindicator of water pollution. Data were taken at 3 stations with a distance between each station is ± 1000 m. The research was conducted in the dry season. The measured parameters were Pb in plants and river water's characteristics such as temperature, pH, DO, turbidity, and current velocity. The analysis of Lead (Pb) levels was carried out at the Nutrition Laboratory, Faculty of Public Health, Airlangga University using the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) method. DO and turbidity measurement were carried out at the Ecology Laboratory of the department of Biologi, Faculty of Mathematics and Natural Science, Unesa. While measuring temperature, pH, turbidity, and current velocity were carried out *in situ*. The results of measurement of lead (Pb) levels in aquatic plants were compared to the quality standards according to SNI 7387: 2009, while the assessment of Pb metal content and river water quality based on quality standards in PP. Nomer 82 of 2001. The results showed that the average levels of lead (Pb) at stations I, II, and III in *T. angustifolia* plants were (0.071, 0.085, and 0.074) ppm; *I. aquatica* (0.018, 0.024, and 0.017) ppm; and *E. crassipes* (0.073, 0.067, and 0.081) ppm. Heavy metal (Pb) levels in Brangkal River water at the station I 0.002 ppm, station II 0.002 ppm, and station III 0.006 ppm met the quality standards according to PP Nomer 82 / 2001 which was categorized good.

Keywords: Brangkal River; aquatic plants; Lead (Pb)

PENDAHULUAN

Ekosistem sungai memiliki peranan penting dalam menyokong kelangsungan hidup dan aktivitas makhluk hidup baik manusia, hewan, maupun tumbuhan. Sungai berperan sebagai penyedia air bagi berbagai kegiatan sehari-hari seperti keperluan rumah tangga, industri, dan pertanian. Potensi pemanfaatan sungai ditentukan oleh tingkat kualitas airnya. Daya guna dan produktivitas sumber daya perairan dipengaruhi oleh tingkat kualitas air (Adnyana dan Rai, 2017).

Salah satu sungai yang memiliki potensi dalam pemanfaatan sumberdaya perairan yaitu sungai Brangkal Mojokerto.

Sungai Brangkal merupakan sungai yang terletak di bagian timur wilayah Kota Mojokerto. Sungai Brangkal berhulu di Pegunungan Anjasmoro dan bermuara ke Sungai Brantas serta memiliki panjang ±46 km dengan daerah tangkapan hujan ± 293.6 km² (Iwan, 2015). Aliran Sungai Brangkal di wilayah Kota Mojokerto melewati Kelurahan Miji hingga Kelurahan Kauman, Kota Mojokerto (Hanin *et al.*, 2016). Sepanjang bantaran Sungai Brangkal dimanfaatkan sebagai pemukiman penduduk, kawasan industri, dan persawahan. Perkembangan kawasan ekonomi serta penambahan pemukiman penduduk di sepanjang bantaran sungai dapat menyebabkan kualitas air sungai menurun (Pohan *et al.*, 2016). akibat limbah yang dihasilkannya.

Kualitas air termasuk berkategori baik apabila perairan sungai terbebas dari limbah yang mencemari perairan. Tata guna lahan pada daerah sekitar bantaran sungai memiliki pengaruh terhadap kualitas air sungai (Shie *et al.*, 2017). Kualitas air sungai yang buruk menjadi penyebab timbulnya pencemaran air disebabkan oleh aktivitas manusia di sepanjang bantaran sungai (Puspita *et al.*, 2016). Oleh karena itu kualitas air sungai harus dijaga dengan melakukan pengendalian penyebab pencemaran air. Pengendalian pencemar guna mempertahankan kualitas air berkategori baik diantaranya dengan tindakan pengaturan pembuangan limbah yang disesuaikan dengan baku mutu lingkungan dengan mempertimbangkan kemampuan daya lenting sungai dalam menampung bahan pencemar (Sulistiyorini *et al.*, 2016). Kualitas air suatu perairan perlu dijaga kestabilannya guna untuk mempertahankan keberlangsungan ekosistem sungai serta menjaga kelayakan sungai untuk dimanfaatkan sebagai penunjang aktivitas perekonomian masyarakat.

Pencemaran sungai disebabkan oleh masuknya polutan yang bercampur dengan air sungai sehingga berpotensi menurunkan kualitas air sungai (Rahayu *et al.*, 2018). Dari penelitian terdahulu menunjukkan kualitas air Sungai Brangkal sebesar -12, sehingga dapat di simpulkan status mutu airnya tercemar sedang sesuai baku mutu badan air kelas III (KMNLH Nomor 115 Tahun 2003). Pencemaran air yang terjadi di sepanjang aliran sungai dapat disebabkan adanya pembuangan limbah secara langsung di perairan sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu. Limbah yang dihasilkan dari kawasan industri, rumah tangga, dan pertanian diketahui menjadi faktor penyebab terjadinya pencemaran air sungai (Hanif *et al.*, 2020). Polutan-polutan yang mencemari sungai dapat berdampak buruk terhadap ekosistem sungai karena bersifat toksik.

Kadar polutan seperti logam berat dapat dijadikan indikator tingkat kualitas air suatu perairan (Zhang *et al.*, 2016). Salah satu logam berat yang berbahaya apabila bercampur dalam air sungai adalah timbal (Pb). Timbal (Pb) dalam kadar diatas ambang batas dapat mencemari air sungai sehingga menyebabkan penurunan kualitas perairan dan bersifat berbahaya bagi makhluk hidup. Logam berat dapat masuk dan mengontaminasi tubuh makhluk hidup melalui cemaran sumber makanan, minuman, air, maupun terbawa udara (Sankhla *et al.*, 2016). Unsur kimia timbal (Pb) merupakan salah satu unsur kimia yang berdampak negatif bagi lingkungan apabila bercampur dengan unsur-unsur lain di alam (Purnomo dan Rachmadiarti, 2018). Akumulasi timbal (pb) pada tubuh diindikasikan dapat memberikan dampak negatif pada tubuh (Ali *et al.*, 2019). Dampak negatif masuknya logam berat Pb dalam tubuh dapat menyebabkan terjadinya kerusakan organ akibat logam berat terakumulasi dalam organ (Pratush *et al.*, 2018), Sehingga organ tersebut mengalami disfungsi dan menyebabkan gangguan atau penyakit.

Timbal (Pb) yang masuk dan terlarut dalam air sungai dapat diserap dan terakumulasi oleh tumbuhan akuatik yang tumbuh di perairan sungai tersebut. Oleh karena itu tumbuhan akuatik dapat digunakan sebagai indikator dalam penentuan kualitas air terkait cemaran logam berat. Tumbuhan akuatik memiliki kemampuan adaptif terhadap kadar logam berat dalam perairan. Oleh karena itu mampu mengakumulasinya tanpa mengalami dampak negative yang mengganggu proses metabolisme. Tumbuhan akuatik menyerap logam berat melalui mekanisme penyerapan oleh akar (Adesuyi *et al.*, 2018). Logam berat yang terserap kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tumbuhan hingga bagian daun (Rachmawati *et al.*, 2018), kemudian terakumulasi di berbagai organ tumbuhan tersebut. Dengan kemampuan tersebut, maka logam berat oleh tumbuhan akuatik diserap dan terakumulasi sehingga kadarnya dalam perairan menurun atau hilang sama sekali. Dengan kemampuan tersebut, maka tumbuhan akuatik dapat dijadikan sebagai agen remediasi logam berat dalam perairan. Hasil pengujian yang telah di lakukan Adesuyi *et al.* (2018) menunjukkan bahwa *I. aquatica* dan *E. crassipes* pada perairan dapat mengakumulasi timbal (Pb). Duman *et al.* (2015) menunjukkan bahwa *T. angustifolia* mampu mengakumulasi timbal (Pb) dalam

jaringan tumbuhan melalui akar dan akumulasi terendah pada bagian daun. Konsentrasi tertinggi akumulasi timbal (Pb) pada kangkung air terletak pada akar (Ng *et al.*, 2016). Eceng gondok memiliki mekanisme adaptif dalam toleransi terhadap toksisitas logam berat timbal (Pb) pada konsentrasi tinggi (Malar *et al.*, 2016)

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk menganalisis kualitas perairan Sungai Brangkal Mojokerto berdasarkan kadar timbal (Pb) pada air sungai dan tumbuhan air lembang (*Typha angustifolia*), kangkung air (*Ipomoea aquatica*), dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*). Hasil yang sudah di dapatkan dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai rujukan informasi kualitas air Sungai Brangkal sehingga kedepannya pemanfaatan daya guna potensi sumber daya air Sungai Brangkal dapat disesuaikan berdasarkan taraf kualitasnya, serta mendasari munculnya upaya konservasi sepanjang aliran Sungai Brangkal.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini termasuk penelitian deskriptif observasional yang dilaksanakan pada bulan November sampai Desember 2020. Sampel air dan tumbuhan air lembang (*Typha angustifolia*), kangkung air (*Ipomoea aquatica*), dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*). diambil di Sungai Brangkal Mojokerto pada 3 stasiun di sepanjang aliran Sungai Brangkal di kota Mojokerto, dengan jarak antar stasiun ± 1000 m. Lokasi stasiun 1 terletak di Desa Brangkal, stasiun 2 dan 3 berlokasi di Desa Sambiroto (Gambar 1). Analisis kadar Pb pada ke tiga tanaman tersebut di lakukan pada akar tanaman dikarenakan dari ketiga tanaman tersebut paling banyak menggunakan bagian akarnya sebagai penyerapan polutan di air. Analisis kualitas air berupa pengukuran parameter suhu, pH, dan kecepatan arus dilakukan secara langsung saat pengambilan sampel di Sungai Brangkal, sedangkan pengukuran parameter DO dan kekeruhan air dilakukan di Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya. Analisis logam berat timbal (Pb) pada sampel air sungai dan tumbuhan akuatik dilakukan di Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga.

Peralatan yang dipergunakan terdiri atas *spectrofotometer*, termometer, DO meter, pH meter, *turbidimeter*, neraca analitik, dan peralatan kaca. Bahan yang dipergunakan terdiri dari tumbuhan akuatik, *Typha angustifolia*, *Ipomea aquatica*, dan *Eichhornia crassipes*, sampel air sungai, akuades dan bahan kimia untuk analisis timbal menggunakan *spectrofotometer*.



Gambar 1. Peta Sungai Brangkal, Mojokerto (Sumber: Google Maps). Keterangan: 1. Stasiun satu, 2. Stasiun dua, 3. Stasiun tiga

Prosedur penelitian diawali dengan observasi untuk menentukan titik lokasi stasiun pengambilan sampel uji air sungai dan tumbuhan akuatik. Titik lokasi pengambilan sampel uji air

sungai dan tumbuhan akuatik dipilih 3 stasiun dengan setiap stasiun memiliki 3 substasiun. Pemilihan stasiun berdasarkan perbedaan tataguna lahan di sepanjang bantaran Sungai Brangkal. Stasiun 1 terletak di kawasan pemukiman penduduk, stasiun 2 di sekitar pabrik industri tahu, dan stasiun 3 terletak di kawasan pertanian.

Sampel air sungai dan tumbuhan akuatik diambil dengan cara mengambil sampel secara langsung menggunakan ember di setiap stasiun. Sampel air diambil pada setiap stasiun dengan masing-masing substasiun diambil sebanyak 600 ml kemudian dilakukan pengujian parameter kimia dan fisika perairan. Parameter fisik yang diamati berupa suhu, kecepatan arus, serta kekeruhan air untuk parameter kimia yang diukur yakni pH dan kadar DO perairan Sungai Brangkal. Parameter fisik dan kimia air Sungai Brangkal dianalisis dengan membandingkan hasil uji dengan standart baku mutu yang ditetapkan dalam PP Nomer 82 tahun 2001. Sampel tumbuhan akuatik diambil sebanyak 6 sampel tumbuhan terdiri atas tumbuhan lembang, kangkung air, dan eceng gondok diambil di 3 substasiun pada setiap stasiun. Sampel tumbuhan akuatik dan air sungai kemudian dilakukan uji kadar timbal (Pb) dengan menggunakan metode *atomic absorbtion spectrofotometer* (AAS).

Preparasi sampel tumbuhan air di ambil bagian akarnya kemudian di keringkan selama 3 hari di bawah sinar matahari. Selanjutnya di haluskan menggunakan mortal alu hingga homogen, kemudian di ayak menggunakan ayakan 600 mesh selanjutnya di masukan ke dalam oven dengan suhu 105°C. Sampel di timbang sebanyak 1 gram dan dimasukan di *beaker glass*. Aquades sebanyak 50 ml ditambahkan kemudian ditambahkan 5 ml HNO₃ pekat serta HCl pekat 2 ml. Kemudian dipanaskan selama 3 jam hingga jernih. Selanjutnya didiamkan hingga dingin lalu disaring dengan menggunakan kertas saring. Hasil saringan berupa filtrat di masukan ke dalam labu ukur 50 ml, ditutup dengan alumunium foil dan di lakukan pengukuran dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometric*). Hasil pengujian konsentrasi timbal (Pb) tumbuhan air dianalisis dengan membandingkan hasil uji dengan standar baku mutu pada SN I 7387:2009.

Preparasi sampel air di ambil pada 30 cm di bawah permukaan air sebanyak 10 ml menggunakan botol *winkler*. Selanjutnya tambahkan HNO₃ sebanyak 0,5 ml diaduk hingga homogen. Lalu dipanaskan dengan menggunakan pemanas listrik hingga larutan habis. Hasil destruksi di masukan ke dalam *erlenmeyer*, ditambahkan aquades 100 ml. Kemudian sampel di analisis konsentrasi timbal Pb menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometric*). Hasil pengujian kadar timbal Pb berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor.82 tahun 2001 mengenai analisis cara membandingkan hasil uji.

HASIL

Hasil pengujian kadar timbal (Pb) menunjukkan kadar timbal (Pb) pada tumbuhan akuatik analisis Pada semua stasiun <0,5 ppm berkisar 0,01-0,08 ppm yang menunjukkan masih sesuai dengan SNI 7387:2009 ambang batas kadar logam berat pada tumbuhan akuatik (Tabel 1). Analisis kadar Pb pada ke tiga tanaman tersebut di lakukan pada akar tanaman dikarenakan dari ketiga tanaman tersebut paling banyak menggunakan bagian akarnya sebagai penyerapan polutan di air. Pada tumbuhan akuatik sesuai dengan standart baku mutu pada SNI 7387:2009 maksimal sebesar 0,5 ppm. Berdasarkan parameter kimia dan fisika Sungai Brangkal memiliki kualitas air yang tergolong berkategori baik sehingga perairan Sungai Brangkal dapat menunjang untuk keberlangsungan komunitas ekosistem sungai.

Tabel 1. Rerata kadar timbal (Pb) pada tumbuhan akuatik di Sungai Brangkal dan standard baku mutunya

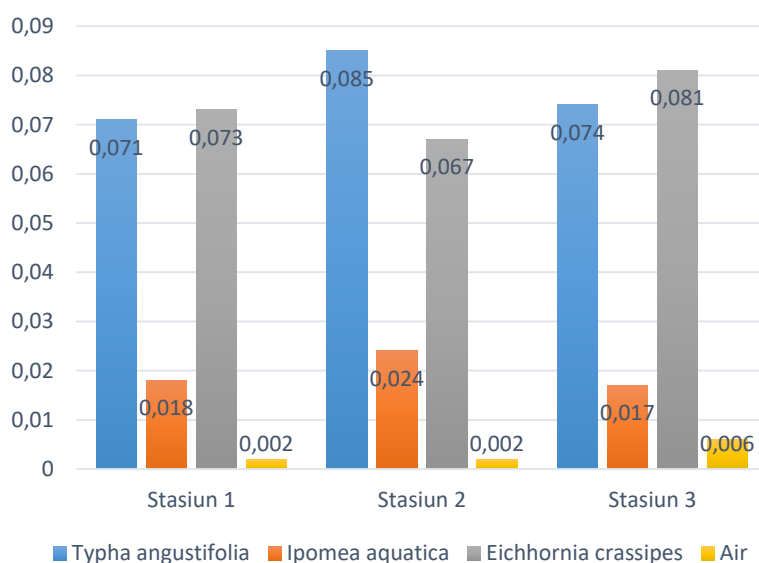
Stasiun	Jenis Tumbuhan Air	Rerata Kadar Pb ± SD (ppm)	Standard Baku Mutu Kadar Pb (ppm)
I	<i>Typha angustifolia</i>	0,071±0,001	0,5
	<i>Ipomea aquatica</i>	0,018±0,001	
	<i>Eichhornia crassipes</i>	0,073±0,000	
II	<i>Typha angustifolia</i>	0,085±0,001	0,5
	<i>Ipomea aquatica</i>	0,024±0,001	
	<i>Eichhornia crassipes</i>	0,067±0,002	
III	<i>Typha angustifolia</i>	0,074±0,001	0,5
	<i>Ipomea aquatica</i>	0,017±0,001	
	<i>Eichhornia crassipes</i>	0,081±0,000	

Hasil uji kadar timbal (Pb) sampel air Sungai Brangkal menunjukkan pada semua stasiun memiliki kadar 0,002 ppm. Standar baku mutu untuk kadar timbal (Pb) pada perairan 0,03 ppm berdasarkan PP Nomer 82 tahun 2001 (Tabel 2). Dengan demikian konsentrasi timbal (Pb) perairan Sungai Brangkal diketahui berada dibawah baku mutu.

Tabel 2. Rerata kadar timbal (Pb) pada sampel air di Sungai Brangkal dan Standard Baku Mutunya

Stasiun	Jenis Tumbuhan Air			Rerata Kadar Pb ± SD (ppm)	Standard Baku Mutu Pb (ppm)
	1	2	3		
I	0,002	0,002	0,002	0,002 ± 0,000	0,03
II	0,002	0,002	0,002	0,002 ± 0,000	0,03
III	0,009	0,009	0,009	0,006 ± 0,000	0,03

Hubungan kadar Pb dalam air dan kadar timbal pada tumbuhan akuatik yang tumbuh di sungai Brangkal Mojokerto pada masing-masing stasiun ditunjukkan pada **Gambar 2**.



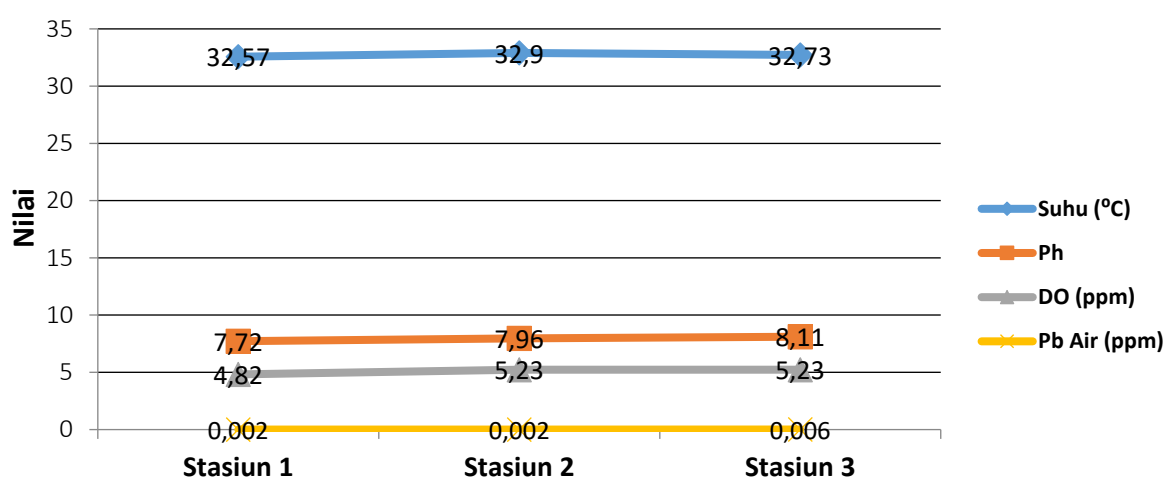
Gambar 2. Grafik kolerasi kadar timbal (Pb) dalam tumbuhan sungai dan kadar timbal (Pb) dalam air akuatik di Sungai Brangkal Mojokerto.

Berdasarkan pengujian parameter kimia dan fisika air Sungai Brangkal menunjukkan suhu berkisar antara 32-33°C, pH 7-8, DO 4-5, kekeruhan 6-27, serta kecepatan arus 15-18. Kualitas air Sungai Brangkal menurut parameter kimia dan fisika menunjukkan berkategori baik untuk perairan kelas III berdasarkan PP Nomer. 82 tahun 2001 dengan standar baku mutu suhu perairan berkisar deviasi 3 dari suhu alamiah, pH 6-9, dan DO minimal 3 ppm, kecepatan arus <10s. Kekeruhan air Sungai Brangkal berdasarkan parameter fisika menunjukkan melebihi baku mutu berdasarkan PMKRI Nomer 32 tahun 2017 dengan standard baku mutu kekeruhan sebesar 25 NTU (Tabel 3; Gambar 3).

Tabel 3. Hasil pengukuran mutu sampel air Sungai Brangkal Mojokerto mengacu kepada parameter kimia dan fisika dan standard baku mutunya.

Stasiun	Parameter	Sub stasiun			Rerata ± SD	Standard Baku Mutu
		1	2	3		
I	Suhu(°C)	33,0	32,3	32,4	32,57± 0,38	30 °C-34 °C (deviasi3)
	Ph	7,71	7,73	7,73	7,72 ± 0,01	6-9
	DO (ppm)	5,04	4,82	4,66	4,82 ± 0,19	3mg/L
	Kekeruhan (NTU)	9,81	6,49	7,31	7,87± 1,73	25NTU
	Kecepatan arus (m/s)	16	15	17	16,00 ± 1,00	<10s

Stasiun	Parameter	Sub stasiun			Rerata ±	Standard
II	Suhu (°C)	33,2	32,9	32,6	32,90 ± 0,30	30 °C-34 °C (deviasi3)
	pH	7,95	7,96	7,96	7,96 ± 0,01	6-9
	DO (ppm)	5,36	5,26	5,06	5,23 ± 0,15	3mg/L
	Kekeruhan (NTU)	19,8	18,9	18,7	19,13±0,59	25NTU
	Kecepatan arus (m/s)	18	16	16	16,67 ± 1,15	<10s
III	Suhu (°C)	33	32,7	35,5	32,73 ± 0,25	30 °C-34 °C (deviasi3)
	pH	8,09	8,11	8,12	8,11 ± 0,02	6-9
	DO (ppm)	5,36	5,26	5,06	5,23 ± 0,15	3mg/L
	Kekeruhan (NTU)	20,14	26,2	27,0	24,46±3,77	25NTU
	Kecepatan arus (m/s)	17	16	15	16,00±1,00	<10s



Gambar 3. Hubungan grafik rata-rata suhu, pH, DO, dan kadar Timbal perairan Sungai Brangkal Mojokerto.

PEMBAHASAN

Tumbuhan akuatik *Typha angustifolia*, *Ipomea aquatica*, dan *Eichhornia crassipes* yang hidup dan ditemukan di Sungai Brangkal mengandung timbal (Pb), hal ini menunjukkan bahwa air Sungai Brangkal di Mojokerto telah tercemar logam berat timbal (Pb). Ketiga spesies tumbuhan akuatik tersebut mempunyai kemampuan menyerap dan mengakumulasi timbal (Pb), dengan demikian bisa dijadikan sebagai bioindikator perairan tercemar Pb. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut diketahui bahwa kadar pencemaran timbal di Sungai Brangkal Mojokerto masih dibawah ambang batas baku mutu. Kondisi ini ditunjang dengan hasil pengukuran yang menunjukkan bahwa kadar Pb dalam air sungai Brangkal relatif tinggi meskipun belum melampaui standard baku mutu pada PP Nomer 82 tahun 2001. Menurut Novita *et al.* (2020), tumbuhan akuatik memiliki potensi sebagai akumulator logam berat pada perairan. Kadar timbal (Pb) pada ketiga jenis tumbuhan akuatik pada hasil uji penelitian ini menunjukkan nilai kadar 0,01-0,08 ppm artinya nilai tersebut berada dibawah nilai ambang batas. Ambang batas kadar logam berat pada tumbuhan akuatik sesuai SNI 7387:2009 maksimal sebesar 0,5 ppm.

Kadar timbal (Pb) pada masing-masing jenis tumbuhan akuatik berbeda pada setiap stasiun. Hal ini berkaitan dengan kemampuan jenis tumbuhan akuatik tersebut dalam mengakumulasi logam berat timbal serta tingkat pencemaran timbal area yang dijadikan stasiun pengambilan sampel. Kemampuan tumbuhan akuatik mengakumulasi logam berat dipengaruhi beberapa faktor diantaranya variasi jenis tumbuhan akuatik, tingkat pertumbuhan, serta mekanisme dalam penyerapan, akumulasi, dan translokasi logam berat setiap tumbuhan akuatik (Ali *et al.*, 2018). Tumbuhan akuatik menyerap logam berat dalam perairan maupun sedimen melalui akar dan dapat diakumulasi pada bagian akar, batang, dan daun (Cai *et al.*, 2018). Menurut Rezania *et al.* (2016), tumbuhan akuatik dalam penyerapan logam berat memiliki mekanisme yang berbeda-beda meliputi

akumulasi penyerapan zat polutan oleh tumbuhan, translokasi bahan terlarut yang dapat pindah di seluruh bagian tumbuhan, distribusi adalah pola penyebaran populasi individu berupa spora atau biji tanaman, osmoregulasi proses yang mengatur tekanan osmotik cairan dan keseimbangan elektrolitik pada organisme.

Typha angustifolia dikenal secara umum dengan sebutan tumbuhan lembang memiliki potensi sebagai tumbuhan akuatik akumulator logam berat (Pb) pada perairan. Kadar timbal pada *T. angustifolia* pada penelitian ini menunjukkan nilai 0,071 ppm, 0,085 ppm, dan 0,074 ppm pada stasiun I, stasiun II, stasiun III. Hal ini membuktikan bahwa *T. angustifolia* merupakan absorben dan akumulator logam berat timbal (Pb) pada perairan. Hasil ini didukung dengan fakta bahwa kadar timbal pada tumbuhan dipengaruhi oleh kadar timbal dalam air, dimana dalam penelitian ini kadar timbal air sungai tertinggi di stasiun 3 demikian juga kadar timbal pada *T. angustifolia* tertinggi juga di stasiun 3. Rezania *et al.* (2016) menyatakan bahwa *T. angustifolia* memiliki kemampuan sebagai akumulator timbal (Pb) pada air limbah. Menurut Bonanno dan Cirelli (2017), *T. angustifolia* dapat tumbuh dan memiliki toleransi terhadap toksisitas kadar timbal (Pb) dalam konsentrasi tinggi dengan akumulasi tertinggi pada bagian akar dan translokasi timbal (Pb) terjadi dari akar ke daun. Duman *et al.* (2015) menunjukkan bahwa *T. angustifolia* mampu mengakumulasi timbal (Pb) dalam jaringan tumbuhan melalui akar dan akumulasi terendah pada bagian daun.

Kangkung air (*Ipomea aquatica*) diketahui tergolong tumbuhan akuatik akumulator timbal (Pb). Kemampuan kangkung air sebagai bioakumulator Pb pada penelitian ini ditunjukkan dengan kadar timbal rata-rata sebesar 0,018 ppm, 0,024 ppm, dan 0,017 ppm untuk stasiun I, stasiun II, stasiun III. Kangkung air termasuk tumbuhan akuatik dengan kemampuan adaptif terhadap cemaran timbal (Pb) (Tiro *et al.*, 2017). Ng *et al.* (2016) menunjukkan bahwa kangkung air memiliki toleransi terhadap konsentrasi timbal (Pb) tinggi dan bersifat fitoakumulator. Akumulasi timbal (Pb) pada kangkung air melalui penyerapan akar dan translokasi ke bagian organ lain tumbuhan. Konsentrasi tertinggi akumulasi timbal (Pb) pada kangkung air terletak pada akar (Ng *et al.*, 2016).

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) termasuk tumbuhan akuatik akumulator timbal (Pb). Eceng gondok memiliki kapasitas dalam penyerapan logam berat dan menunjukkan potensi sebagai fitoremediator (Bais *et al.*, 2016). Eceng gondok yang diperoleh dari Sungai Brangkal mampu mengakumulasi timbal (Pb) dalam jaringannya. Dengan adanya kandungan timbal (Pb) pada tumbuhan tersebut. Konsentrasi timbal pada eceng gondok dalam penelitian ini pada stasiun I sebesar 0,073 ppm, stasiun II 0,067 ppm, dan 0,081 ppm pada stasiun III. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi kadar timbal yang tinggi di suatu perairan maka mengakibatkan konsentrasi timbal yang diserap dan diakumulasi oleh eceng gondok semakin tinggi. Irfan dan AlAtawi (2017) menunjukkan bahwa eceng gondok termasuk salah satu tumbuhan akuatik yang mampu sebagai akumulator timbal (Pb). Eceng gondok memiliki mekanisme adaptif dalam toleransi terhadap toksisitas logam berat timbal (Pb) pada konsentrasi tinggi (Malar *et al.*, 2016). Eceng gondok menyerap kadar timbal (Pb) pada perairan melalui serapan sistem perakaran.

Eceng gondok dapat mengakumulasi logam berat karena memiliki sistem perakaran dengan jangkauan yang luas, serta tergolong tumbuhan akuatik dengan pertumbuhan cepat (Rahim dan Soeprbowati, 2018). Dari hasil pengujian menunjukkan tumbuhan akuatik yang paling tinggi menyerap Pb pada air sungai adalah *Typha angustifolia* pada stasiun II sebesar 0,085 ppm faktor yang mempengaruhi tinggi redahnya penyerapan di sebabkan karena stasiun II berada pada daerah buangan limbah pabrik. Hal ini menunjukkan *Typha angustifolia* beradaptasi dengan baik dan berpotensi tinggi sebagai bioindikator kadar Pb pada air sungai.

Sungai Brangkal, Mojokerto telah tercemar timbal Pb. Dapat di lihat dengan adanya konsentrasi cemaran timbal (Pb) yang cukup rendah. Sungai Brangkal termasuk kedalam sungai dengan konsentrasi cemaran timbal dibawah ambang batas mengacu pada PP Nomer 82 tahun 2001 yaitu ambang batas timbal (Pb) pada air sebesar 0,5 ppm. Kadar (Pb) air Sungai Brangkal 0,002 ppm di stasiun I, stasiun II, dan stasiun III sebesar 0,006 ppm. Keberadaan lingkungan pemukiman penduduk, industri, dan kawasan pertanian di sepanjang bantaran Sungai Brangkal berpengaruh terhadap peningkatan timbal (Pb) dalam perairan Sungai Brangkal. Oleh karena itu secara umum semakin ke hilir (stasiun 3) kadar timbalnya semakin tinggi dan kualitas perairan semakin menurun. Hal ini disebabkan adanya akumulasi dan pemekatan polutan melalui aliran air. Faktor musim dan kondisi perairan diketahui juga mempengaruhi tingkat konsentrasi timbal (Pb) di perairan. Pengambilan uji air sampel Sungai Brangkal diambil pada musim penghujan dengan kondisi perairan dengan volume air yang meningkat. Menurut Simbolon (2018) konsentrasi timbal (Pb) yang

rendah dalam perairan dipengaruhi oleh peningkatan volume perairan pada musim penghujan dapat menyebabkan proses pengenceran. Selain itu kadar timbal (Pb) pada suatu perairan dipengaruhi oleh intensitas aktivitas manusia, berkaitan dengan aktivitas industri yang menghasilkan limbah buangan serta aktivitas pembuangan sampah (Priatna *et al.*, 2016). Kadar timbal (Pb) dalam perairan dapat berpotensi mengganggu ekosistem sungai. Timbal (Pb) dapat diakumulasi oleh organisme yang hidup di perairan sungai, sehingga dapat membahayakan bagi kehidupan organisme akuatik dan apabila dikonsumsi manusia dapat berefek buruk bagi kesehatan.

Perairan Sungai Brangkal menunjukkan kualitas air berkategori baik berdasarkan parameter kimia dan fisika. Suhu perairan Sungai Brangkal berkisar antara 32-33°C, sedangkan pH berkisar 7-8 dan DO 4-5. Keekeruhan sungai berkisar 4,82-24,46 NTU serta kecepatan arus menunjukkan 16,00-16,67 m/s. Sungai Brangkal memiliki kualitas perairan yang baik berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomer 82 tahun 2001. Suhu perairan Sungai Brangkal menunjukkan bahwa kondisi sungai berada pada kisaran normal untuk perkembangan organisme ekosistem akuatik. Menurut Happy *dkk* (2012) tinggih rendahnya suhu dapat mempengaruhi kandungan logam berat di perairan, pengendapan logam berat pada sedimen di pengaruhi oleh suhu yang mengalami penurunan menjadi dingin. Sebaliknya apabila suhu perairan tinggi akan menyebabkan logam berat akan larut di perairan. Derajat keasaman cenderung bersifat basa, faktor peningkatan pH dalam perairan Sungai Brangkal dapat dipicu oleh adanya limbah buangan dari pemukiman dan industri tahu di sepanjang bantaran sungai. Kadar oksigen terlarut Sungai Brangkal berkategori baik. Kadar oksigen terlarut secara alamiah pada suatu perairan bervariasi dipengaruhi oleh faktor suhu, tekanan atmosfer, serta pergerakan air (Zammi *et al.*, 2018). Keekeruhan air Sungai Brangkal dipengaruhi oleh partikel-partikel yang terbawa oleh buangan limbah yang masuk ke perairan sungai. Kecepatan arus perairan Sungai Brangkal dipengaruhi oleh topografi dan lebar sungai dan adanya tutupan sepanjang tepi bantaran sungai, baik berupa perumahan atau tumbuh-tumbuhan. Sungai Brangkal diketahui memiliki parameter fisik dan kimia yang masih kondusif untuk menunjang kehidupan komunitas ekosistem sungai. Dengan demikian tercemarnya perairan Sungai Brangkal Mojokerto oleh timbal (Pb) berpotensi masuk ke sistem rantai makanan ekosistem akuatik yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia yang memanfaatkan sumberdaya Sungai Brangkal (air, kangkung, bivalvia, dan ikan).

Typha angustifolia dikenal secara umum dengan sebutan tumbuhan lembang memiliki potensi sebagai tumbuhan akuatik akumulator logam berat (Pb) pada perairan. Menurut Bonanno dan Cirelli (2017), *T. angustifolia* dapat tumbuh dan memiliki toleransi terhadap toksisitas kadar timbal (Pb) dalam konsentrasi tinggi dengan akumulasi tertinggi pada bagian akar dan translokasi timbal (Pb) terjadi dari akar ke daun (Sendy, 2014) tanaman *Typha angustifolia* memiliki kemampuan mereduksi cemaran logam lebih tinggi di bandingkan dengan tanaman sejenisnya karena memiliki kemampuan hiperakumulator. Akar tanaman *Typha angustifolia* tengelam di dalam air dan batang yang menjulang di permukaan air sehingga memiliki kemampuan menyerap logam berat lebih tinggi.

Kangkung air (*Ipomea aquatica*) diketahui tergolong tumbuhan akuatik akumulator timbal (Pb). Kangkung air termasuk tumbuhan akuatik dengan kemampuan adaptif terhadap cemaran timbal (Pb) (Tiro *et al.*, 2017). Ng *et al.* (2016) menunjukkan bahwa kangkung air memiliki toleransi terhadap konsentrasi timbal (Pb) tinggi dan bersifat fitoakumulator. Akumulasi timbal (Pb) pada kangkung air melalui penyerapan akar dan translokasi ke bagian organ lain tumbuhan. Konsentrasi tertinggi akumulasi timbal (Pb) pada kangkung air terletak pada akar (Ng *et al.*, 2016). Kangkung air memiliki jaringan parenkim pada akar dan batang yang di gunakan sebagai transportasi oksigen dari lingkungan menuju akar. Jaringan parenkim juga dapat mempercepat penyerapan unsur hara di sekitar lingkungan hidupnya (Hapsari,dkk 2018)

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) termasuk tumbuhan akuatik akumulator timbal (Pb). Irfan dan AlAtawi (2017) menunjukkan bahwa eceng gondok termasuk salah satu tumbuhan akuatik yang mampu sebagai akumulator timbal (Pb). Eceng gondok memiliki mekanisme adaptif dalam toleransi terhadap toksisitas logam berat timbal (Pb) pada konsentrasi tinggi (Malar *et al.*, 2016). Eceng gondok menyerap kadar timbal (Pb) pada perairan melalui serapan sistem perakaran. Eceng gondok dapat mengakumulasi logam berat karena memiliki sistem perakaran dengan jangkauan yang luas, serta tergolong tumbuhan akuatik dengan pertumbuhan cepat (Rahim dan Soeprbowati, 2018). Eceng gondok memiliki struktur akar serabut yang di gunakan untuk mengabsor ion logam yang ada di perairan kemampuan yang lain yang dimiliki oleh eceng gondok

adalah mendepositkan oin logam ke dinding sel dalam vakula dan akan berikatan dengan senyawa organik.

SIMPULAN

Sungai Brangkal di Mojokerto telah tercemar timbal (Pb). Hal ini ditunjukkan dengan adanya timbal yang terakumulasi pada tumbuhan akuatik yang hidup di Sungai Brangkal. Kadar timbal (Pb) pada tumbuhan akuatik *Typha angustifolia* yang hidup di sungai Brangkal berkisar 0,071-0,087ppm. Kangkung air (*Ipomea aquatica*) berkisar 0,017-0,024ppm. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) berkisar 0,067-0,081ppm. Kadar timbal (Pb) pada air Sungai Brangkal berkisar 0,002-0,006 ppm masih sesuai baku mutu air golongan III. Berdasarkan parameter kimia dan fisika Sungai Brangkal memiliki kualitas air yang tergolong berkategori baik sehingga perairan Sungai Brangkal dapat menunjang untuk keberlangsungan komunitas ekosistem sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesuyi AA, Njoku KL, Akinola MO and Jolaoso AO, 2018. Biomonitoring of Heavy Metals Level in Wetland Plants of Lagos Lagoon, Nigeria. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 22(9): 1489-1498.
- Adnyana IWS dan Rai IN, 2017. Studi Analisis Kualitas Air di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *Ecotrophic: Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2): 101-107.
- Ali H, Khan E and Ilahi I, 2019. Environmental Chemistry and Ecotoxicology of Hazardous Heavy Metals: Environmental Persistence, Toxicity, and Bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 2019: 1-14.
- Ali M, Bhat AK, Dolkar T and Malik MA, 2018. Phytoremediation: A Plant-Based Technology. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(3): 766-777.
- Bais SS, Lawrence K and Pandey AK, 2016. Phytoremediation Potential of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 1(2): 238521.
- Bonanno G and Cirelli GL, 2017. Comparative Analysis of Element Concentrations and Translocation in Three Wetland Congener Plants: *Typha domingensis*, *Typha latifolia* and *Typha angustifolia*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 143: 92-101.
- Cai S, Shen Z, Ni Z, Li Y, Liu B and Zhao J, 2018. Metal Distribution in Water, Sediment, Sub merged Plant, and Fish from an Urban River in Zunyi, Southwest of China. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(3): 1627-1633.
- Duman F, Urey E and Koca FD, 2015. Temporal Variation of Heavy Metal Accumulation and Translocation Characteristics of Narrow-Leaved Cattail (*Typha angustifolia* L.). *Environmental Science and Pollution Research*, 22(22): 17886-17896.
- Hanif MA, Miah R, Islam MA dan Marzia S, 2020. Impact of Kapotaksha River Water Pollution on Human Health and Environment. *Progressive Agriculture*, 31(1): 1-9.
- Hanin NA, Herlina RF dan Laily AN, 2016. Kualitas Perairan Sungai Brangkal Kabupaten Mojokerto Setelah Tercemar Limbah Kebakaran Berdasarkan Bioindikator Mikroalga. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental, and Learning* (Vol. 13, Nomer 1, pp. 736-741).
- Happy, A.R., Masyamsir & Yayat D, 2012. Distribusi Kandungan Logam Berat Pb dan Cd Pada Kolam Air Dan Sedimen Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Pomits* 3 (1) : 53-58.
- Hapsari, J.e., Amri, C., Suyanto, A. 2018 Epektifitas Kangkung Air (*Ipomea Aquatik*) Sebagai Fitoremediasi Dalam Menunjukkan Kadar Timbal (Pb) Air Limbah Batik. *Analytical and Environmental Chemistry*. Vol.3(1):30-37
- Irfan S and AlAtawi A, 2017. *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. Application of Macrophyte in Heavy Metals Removal. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 11(4): 1737-1748.
- Iwan Joko S, Sobriyah, Mamok S, 2015. Rehabilitasi Bendungan Sinoman Di Kali Brangkal Untuk Mengatasi Banjir Di Desa Sooko, Kota Mojokerto. *Jurnal Teknik Sipil*. ISSN: 2339-0271.
- KLH Kota Mojokerto, 2008. *Laporan Pantauan Kualitas Air Sungai Di Kota Mojokerto*. Mojokerto.
- Malar S, Vikram SS, Favas PJ and Perumal V, 2016. Lead Heavy Metal Toxicity Induced Changes on Growth and Antioxidative Enzymes Level in Water Hyacinths [*Eichhornia crassipes* (Mart.)]. *Botanical Studies*, 55(1): 1-11.
- Ng CC, Rahman MM, Boyce AN and Abas MR, 2016. Heavy Metals Phyto-assessment in Commonly Grown Vegetables: Water Spinach (*I. aquatica*) and Okra (*A. esculentus*). *SpringerPlus*, 5(1): 1-9.
- Novita E, Wahyuningsih S, Jannah DANI dan Pradana HA, 2020. Fitoremediasi Air Limbah Laboratorium Analitik Universitas Jember dengan Pemanfaatan Tanaman Eceng Gondok dan Lembang. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 7(1): 121-135.
- Peraturan Pemerintah Nomer 82 tahun 2001, Tentang Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 32 tahun 2017, Tentang Baku Mutu Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Media Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi.

- Pohan DAS, Budiyo B dan Syafrudin S, 2016. Analisis Kualitas air Sungai guna Menentukan Peruntukan Ditinjau dari Aspek Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2): 63-71.
- Pratush A, Kumar A and Hu Z, 2018. Adverse Effect of Heavy Metals (As, Pb, Hg, and Cr) on Health and their Bioremediation Strategies: a review. *International Microbiology*, 21(3): 97-106.
- 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: Berkala Ilmiah Biologi*, 5(1): 48-53.
- Purnomo, T dan Rachmadiarti, F. 2018. The Changes of Environment and Aquatic Organism Biodiversity in East Coast of Sidoarjo Due to Lapindo Hot Mud. *International Journal of GEOMATE*, Aug., 2018 Vol.15, Issue 48, pp.181-186.
- Puspita I, Ibrahim L dan Hartono D, 2016. Pengaruh Perilaku Masyarakat yang Bermukim di Kawasan Bantaran Sungai Terhadap Penurunan Kualitas Air Sungai Karang Anyar Kota Tarakan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23(2): 249-258.
- Rachmawati R, Yona D dan Kasitowati, R.D., 2018. Potensi Mangrove *Avicennia alba* sebagai Agen Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Di Perairan Wonorejo, Kota Surabaya. *Jurnal Kelautan*, 11(1): 80-87.
- Racmahmadiarti,F, Fitrihidajati, H, Purnomo,T, Yuliani, and Wahyuningsih, A,D., 2018. "Azolla microphylla and Pistia stratiotes as Phytoremediator of P (lead)". *Atlantis Highlights in Engineering*.vol 1
- Rahayu Y, Juwana I dan Marganingrum D, 2018. Kajian perhitungan beban pencemaran air sungai di daerah aliran sungai (DAS) Cikapundung dari Sektor Domestik. *Rekayasa Hijau: Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 2(1): 61-71.
- Rahim A and Soeprbowati TR, 2018. Bioaccumulation of Lead (Pb) by the Common Water Hyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in Batujai Reservoir, Central Lombok Regency, In donesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 11(5): 1435-1444.
- Rezania S, Taib SM, Din MFM, Dahalan FA and Kamyab H, 2016. Comprehensive Review on Phytotechnology: Heavy Metals Removal by Diverse Aquatic Plants Species from Wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 318: 587-599.
- Sankhla MS, Kumari M, Nandan M, Kumar R and Agrawal P, 2016. Heavy Metals Contamination in Water and their Hazardous Effect on Human Health-A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(10): 759-766.
- Sendy BR,, 2014. Fitoremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Tanaman Dan Sistem Reaktor, *Jurnal Ilmiah Sains*, ISSN:1412-3770.
- Shie P, Zhang Y, Li Z, Li P and Xu G, 2017. Influence of Land Use and Land Cover Patterns on Seasonal Water Quality at Multi-Spatial Scales. *Catena*, 151: 182-190.
- Simbolon AR, 2018. Analisis Risiko Kesehatan Pencemaran Timbal (Pb) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Cilincing Pesisir DKI Jakarta. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 3(3): 1 97-208.
- Sulistiyorini IS, Edwin M dan Arung AS, 2016. Analisis Kualitas Air pada Sumber Mata Air di Kecamatan Karang dan Kaliorang Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal hutan tropis*, 4(1): 64-76.
- Tiro LL, Isa I dan Iyabu H, 2017. Potensi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) sebagai Bioabsorpsi Logam Pb dan Cu. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 12(1): 81-86.
- Zammi M, Rahmawati A dan Nirwana RR, 2018. Analisis Dampak Limbah Buangan Limbah Pabrik Batik di Sungai Simbangkulon Kab. Pekalongan. *Walisongo Journal of Chemistry*, 1(1): 1-5.

Article History:

Received: 2 Juli 2021

Revised: 9 Februari 2022

Available online: 29 Mei 2022

Published: 31 Mei 2022

Authors:

M. Wierdan Syafriliansah, Jurusan Biologi, FMIPA UNESA, Kampus Ketintang, Kota Surabaya, Jawa Timur 60231, Indonesia, e-mail: m.wierdan.17030244054@mhs.unesa.ac.id

Tarzan Purnomo, Jurusan Biologi, FMIPA UNESA, Kampus Ketintang, Kota Surabaya, Jawa Timur 60231, Indonesia, e-mail: mahananitria@gmail.com

How to cite this article:

Syafriliansah MW, Purnomo T, 2022. Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Tumbuhan Akuatik dan Air Sebagai Indikator Kualitas Air Sungai Brangkal Mojokerto. *LenteraBio*; 11(2): 341-350.