

Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Tumbuhan Papyrus (*Cyperus papyrus* L.) di Sungai Wangi Pasuruan

Analysis of the Heavy Metal Content of Lead (Pb) in Papyrus (Cyperus papyrus L.) in Wangi River Pasuruan

Mochamad Masum Ulumudin* dan Tarzan Purnomo

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

*e-mail: mochamad.18046@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. Papyrus (*Cyperus papyrus* L.) merupakan salah satu tumbuhan akuatik yang dominan ditemukan di Sungai Wangi Pasuruan. Peningkatan aktivitas manusia dan industri di sepanjang daerah aliran sungai (DAS) sungai Wangi telah memicu terjadinya pencemaran, diantaranya adalah timbal (Pb). Tumbuhan Papyrus yang terpapar logam Pb akan meresponnya secara fisiologis, terutama berpengaruh terhadap biomasnya, sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kadar timbal dalam air sungai Wangi dan *C. papyrus* L., serta hubungan antara kadar Pb dengan biomassa *C. papyrus* L. Penelitian ini menggunakan metode observasional in situ. Sampel air dan *C. papyrus* L. diambil pada tiga stasiun di sungai Wangi Pasuruan. Analisis kadar Pb air sungai dan *C. papyrus* L. menggunakan metode AAS dan biomassa dengan rumus biomassa. Data dianalisis statistik korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antara kadar Pb dengan biomassa *C. papyrus* L. Hasil penelitian menunjukkan kadar Pb air sungai Wangi Pasuruan adalah $0,019 \pm 0,002$ - $0,041 \pm 0,004$ ppm, Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) $0,089 \pm 0,007$ - $0,117 \pm 0,005$ ppm, biomassa *C. papyrus* L. 34,07 g - 44,04 g. Hubungan antara kadar Pb dengan biomassa tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) berkorelasi positif, yaitu semakin besar biomassa *C. papyrus* L., semakin tinggi kadar Pb nya. Dengan demikian *C. papyrus* L. merupakan bioindikator dan berpotensi sebagai fitoremediator logam berat Pb di perairan.

Kata kunci: *Cyperus papyrus* L.; sungai wangi; timbal

Abstract. Papyrus (*Cyperus papyrus* L.) is one of the dominant aquatic plants found in the Wangi River. Pasuruan. The increase of human and industrial activities along the Wangi River watershed has triggered pollution, such as lead (Pb). Papyrus plants exposed to lead (Pb) will respond physiologically, especially affecting their biomass, so it can be used as bioindicators. This study was aimed to analyze the lead (Pb) levels in the Wangi River water and *C. papyrus* L., and also the relationship between Pb levels and *C. papyrus* biomass. This study used an in situ observational method. Water samples and *C. papyrus* L. were taken at three stations along the Wangi River. Lead level in water and *C. papyrus* L. was analyzed using AAS method while the biomass was analyzed using biomass formula. The data were analyzed statistically by Pearson correlation to determine the relationship between Pb content and *C. papyrus* L. biomass. The results showed that Pb levels in Wangi River is $0,019 \pm 0,002$ - $0,041 \pm 0,004$ ppm, Papyrus (*C. papyrus* L.) $0,089 \pm 0,007$ - $0,117 \pm 0,005$ ppm, *C. papyrus* L. biomass 34.07 g - 44.04 g. The relationship between Pb levels and the biomass of Papyrus (*C. papyrus* L.) is positively correlated. The more of biomass in *C. papyrus* L., the higher of Pb content. Thus, *C. papyrus* L. is a bioindicator and has the potential as phytoremediator of heavy metal Pb in waters.

Keywords: *Cyperus papyrus* L.; lead; Wangi river

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan paling penting bagi manusia. Keberadaan air di bumi dapat terjaga dengan adanya siklus hidrologi. Akan tetapi jumlah air di muka bumi yang bisa dimanfaatkan dapat mengalami keterbatasan, terutama terkait kualitasnya. Keberlangsungan siklus hidrologi dapat mengalami gangguan akibat kerusakan pada Daerah Aliran Sungai (DAS). Daerah aliran sungai (DAS) merupakan daerah yang dapat menampung air hujan dengan dibatasi oleh

punggung-punggung gunung dan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke muara sungai (Ermawati dan Hartanto, 2017). Peranan penting sungai dalam keberlangsungan dan aktivitas makhluk hidup antara lain sebagai saluran irigasi, pembangkit listrik, dan kebutuhan rumah tangga. Salah satu sungai yang dimanfaatkan oleh manusia adalah Sungai Wangi di wilayah Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.

Sungai Wangi adalah sungai yang mengalir di bagian barat wilayah Kabupaten Pasuruan. Sungai Wangi berhulu di Pegunungan Arjuno-Welirang, memiliki panjang ± 20km, mengalir mulai dari Dusun Payak, Desa Candiwates, Kecamatan Prigen hingga menyatu dengan Sungai Bangil, Kecamatan Bangil, Kabupaten Pasuruan, kemudian bermuara di selat Madura. Aliran Sungai Wangi melewati kawasan industri dan pemukiman penduduk serta lahan pertanian. Oleh karena itu Sungai Wangi diduga merupakan salah satu sungai yang berpotensi terkontaminasi logam berat Pb, Cd, dan Hg, dikarenakan di sekitar DAS sungai tersebut terdapat banyak industri yang memiliki potensi untuk menghasilkan limbah cair yang mengandung Pb, Cd, dan Hg (Adam *et al.*, 2018). Di samping itu aktivitas manusia dan pembangunan yang pesat dapat meningkatkan pencemaran air sungai, karena manusia dan industri cenderung membuang limbahnya di aliran sungai (Kania *et al.*, 2018).

Pencemaran air sungai disebabkan oleh adanya limbah buangan berupa gas, bahan terlarut, dan partikulat yang masuk ke dalam badan perairan melalui atmosfer, tanah, limpasan/*run off* dari limbah domestic, industri, pertanian, dan lain-lain (Rosmeiliyana, 2021). Beban limbah tersebut dapat mengakibatkan pencampuran polutan dan air sungai sehingga berpotensi menurunkan kualitas air sungai (Rahayu *et al.*, 2018). Aktivitas manusia yang tidak bertanggung jawab dan tidak peduli akan lingkungan semakin menambah dampak pencemaran air sungai. Pembuangan limbah yang dihasilkan oleh industri, rumah tangga, dan pertanian menjadi faktor utama terjadinya pencemaran pada ekosistem perairan dan dapat berdampak buruk terhadap organisme akuatik karena bersifat toksik (Hanif *et al.*, 2020)

Logam berat pada perairan dapat masuk ke tubuh organisme dan terakumulasi di dalamnya (Azaman *et al.*, 2015). Logam berat merupakan unsur logam dengan berat molekul yang tinggi, dimana dalam kadar yang rendah pada umumnya sudah beracun terhadap makhluk hidup karena dapat menyebabkan kematian (*lethal*) dan non-kematian (*sublethal*) seperti gangguan pertumbuhan dan morfologi pada organisme akuatik (Effendi *et al.*, 2012). Logam berat merupakan istilah yang digunakan untuk unsur-unsur golongan transisi yang memiliki massa atom lebih besar dari 6 g/cm³. Merkuri (Hg), timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), dan stronsium (Sr) adalah contoh logam berat yang berasal dari luar tanah dan sangat perlu diperhatikan karena berhubungan erat dengan kesehatan manusia, pertanian serta ekotoksikologinya.

Timbal adalah salah satu logam berat yang memiliki banyak dampak buruk bagi makhluk hidup terutama manusia apabila jumlahnya melebihi ambang batas (Yolanda *et al.*, 2017). Keracunan yang diakibatkan timbal masuk ke dalam tubuh manusia adalah menyebabkan penyakit anemia, kerusakan susunan saraf pusat dan ginjal (Ridhowati, 2013). Logam timbal berwarna abu-abu kebiruan dan memiliki sifat mudah dimurnikan pada pertambangan (Murthy *et al.*, 2014). Logam timbal pada perairan diakibatkan adanya pembuangan limbah domestik dan industri ke dalam aliran sungai. Pada perairan yang tenang timbal mengendap di dasar sungai menjadi sedimen, sedangkan di perairan yang memiliki arus logam ini biasa terakumulasi pada tubuh makhluk hidup seperti ikan dan tumbuhan akuatik.

Tumbuhan akuatik memiliki kemampuan menyerap logam berat di perairan. Hal itu dibuktikan dengan tidak adanya gangguan proses metabolisme di dalam tumbuhan. Salah satu tumbuhan akuatik yang memiliki kemampuan dalam menyerap logam adalah tumbuhan Papyrus atau alang-alang air (*Cyperus papyrus* L.). Tumbuhan ini termasuk ke dalam family rerumputan (Sitoresmi dan Purwanti, 2015). *C. papyrus* L. memiliki batang berbentuk segitiga dengan tinggi mencapai 3 – 5 meter diatas tanah pada saat dewasa. Batang bertipe perdu berwarna hijau sehingga mampu melakukan fotosintesis. Pada bagian atas tumbuhan terdapat daun menyerupai mahkota (*umbel*) yang merupakan sumber utama pada saat proses fotosintesis. Akarnya berbentuk serabut dan bergabung menjadi satu di dasar substrat. *C. papyrus* L. hidup pada iklim tropis dan subtropics (Sitoresmi dan Purwanti, 2015). Dalam penelitian sejenis yang dilakukan oleh Tosepu (2012) mengatakan bahwa Papyrus memiliki kemampuan dalam menyerap logam berat. Penyerapan logam tersebut berlangsung melalui akar dan batang tumbuhan. Hal ini dikarenakan struktur tubuhnya mengandung alkaloid, glikosida, dan flavonoid sehingga mampu menetralkan polutan yang masuk. Tumbuhan ini mampu menyerap logam dikarenakan memiliki batang yang tebal dan akar yang kuat.

Berdasarkan paparan diatas, maka perlu dilakukan penelitian terkait analisis logam Pb pada Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) di Sungai Wangi Pasuruan untuk mengetahui potensi pemanfaatnya dalam menurunkan logam berat timbal dalam perairan. Tujuan penelitian adalah menganalisis kadar logam Pb pada air sungai, akar tumbuhan papyrus (*C. papyrus* L.), serta hubungan antara kadar logam timbal pada akar dengan biomassa tumbuhan papyrus (*C. papyrus* L.).

BAHAN DAN METODE

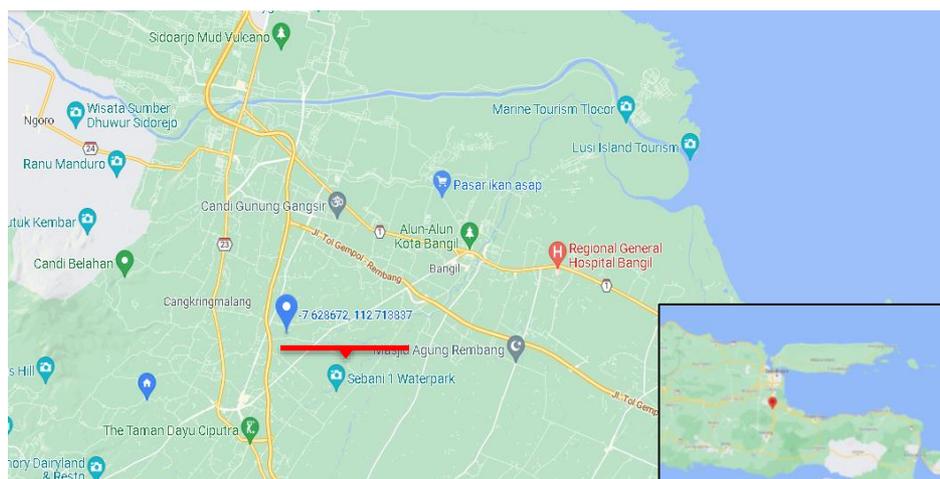
Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober hingga November 2021. Jenis penelitian deskriptif dengan metode observasi *in situ* yaitu suatu kegiatan ilmiah yang mendasarkan pada suatu fakta di lapangan tanpa adanya manipulasi. Metode sampling yang digunakan adalah *purposive sampling*, dimana adanya parameter tertentu dibutuhkan dalam pengambilan sampel, seperti ciri-ciri, sifat, atau karakteristik (Agustina *et al.*, 2019).

Pengambilan sampel Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) diperoleh dari tiga stasiun di Sungai Wangi Pasuruan. Analisis logam berat timbal (Pb) pada sampel air dan Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) dilakukan di Laboratorium Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya.

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi thermometer air, pH meter Milwaukee, turbidity meter, hot plate, beaker glass 100 mL, Spectrophotometer Perkin Elmer Analyst 100, DO meter Milwaukee Mi 605, gelas ukur 100 ml, rak dan tabung reaksi, Erlenmeyer 250 ml, botol sampel, lumpang dan alu porselen, tali rafia, styrofoam, plastic, neraca analitik. Bahan yang dipakai adalah sampel tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) sampel air sungai, aluminium, asam nitrat (HNO_3) 4 M, asam perklorat (HClO_4), 70% aquades (H_2O), alcohol 96%, larutan HCl, larutan Hidrogen Peroksida (H_2O_2), larutan standar Pb sebanyak 1000 ppm, kertas saring, isolasi, tissue, kertas label.

Lokasi sampling ditentukan berdasarkan perbedaan aktivitas manusia di Daerah Aliran Sungai Wangi Pasuruan. Pengambilan sampel dilakukan di tiga stasiun yang berbeda, tiap stasiun diambil tiga sampel. Jarak antar stasiun sepanjang 1 km. Stasiun I merupakan lokasi pemukiman padat penduduk. Stasiun II merupakan lokasi yang dekat dengan kawasan industri. Stasiun III merupakan lokasi yang dikelilingi oleh area persawahan.

Pengambilan sampel Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) dilakukan di tiga stasiun pada aliran Sungai Wangi Pasuruan dengan tiga kali pengulangan. Tumbuhan dalam keadaan segar tidak terjadi penguningan dan belum mengalami fase generatif (Bagaskara, 2017). Sampel tumbuhan papyrus diambil pada substrat yang tergenang aliran air sungai dengan cara mencabut akar tumbuhan papyrus, lalu diambil akarnya masing-masing sebanyak 100 gram. Pengambilan sampel air sungai sebanyak 600 ml di tiga stasiun yang sama dengan diambilnya sampel tumbuhan papyrus di Sungai Wangi Pasuruan.



Gambar 1. Peta Sungai Wangi Kecamatan Pandaan, Kabupaten Pasuruan (Sumber: Google maps).

Pada preparasi sampel tumbuhan papyrus, sampel dicuci bersih menggunakan aquadest, lalu diukur biomassa basah terlebih dahulu, kemudian dikeringkan selama tiga hari dibawah sinar matahari, setelah itu diukur biomassa keringnya. Sampel akar dihaluskan menggunakan mortal alu sampai homogen dan diayak dengan ayakan 600 mesh lalu dimasukkan ke dalam oven pada suhu

105°C selama 12 jam. Setelah kering, sampel diambil sebanyak 1 gram dan ditambahkan aquades sebanyak 50 ml lalu dilarutkan dengan 5 ml HNO₃ pekat dan 2 ml HCl pekat. Larutan kemudian dipanaskan selama 3 jam hingga jernih. Setelah dingin larutan kemudian di saring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 50 ml, ditutup dengan aluminium foil dan setelah itu dilakukan analisis kadar logam berat timbal (Pb) menggunakan AAS (Sugiyanto *et al.*, 2016). Hasil pengujian kadar logam berat timbal (Pb) dianalisis dan dibandingkan dengan standar baku mutu SNI 7378:2009.

Pada preparasi sampel air sungai, terlebih dahulu sampel air sungai dikocok hingga homogen, kemudian dimasukkan ke labu ukur sebanyak 30 ml lalu ditambahkan HNO₃ sebanyak 5 ml. Sampel air selanjutnya dipanaskan dengan pemanas listrik hingga menguap dan menyisakan air sebanyak ±10 ml. Sampel air kemudian ditambahkan aquadest sebanyak ±40 ml. setelah itu dimasukkan ke botol plastic dan siap dilakukan uji analisis menggunakan metode *Atonomic Absorption Spechtrophotometry* (AAS) (Khatimah *et al.*, 2016).

Data yang didapatkan di uji statistic korelasi pearson dua sampel untuk mengetahui korelasi antara kadar logam Pb akar terhadap biomassa pada tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.). Data kualitas perairan berupa suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), kekeruhan, dan kecepatan arus dianalisis deskriptif kuantitatif menggunakan perbandingan berdasarkan PP Nomor 82 tahun 2001.

HASIL

Hasil dari penelitian ini diperoleh data berupa kadar logam Pb Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.), kadar logam Pb pada air sungai, biomassa tumbuhan, serta parameter fisika-kimia lingkungan perairan.

Rerata kadar logam Pb Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) tertinggi yaitu 0,117±0,005 ppm di stasiun I, dan terendah yaitu 0,089±0,007 ppm di stasiun III. Kadar Pb pada *C. papyrus* L. masih dibawah baku mutu yakni sebesar 0,5 ppm menurut standard baku mutu SNI 7378:2009.

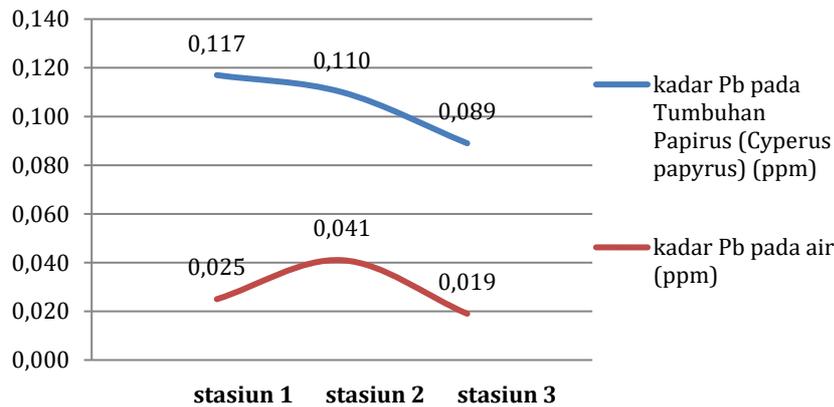
Tabel 1. Rerata kadar timbal (Pb) pada Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) di Sungai Wangi Pasuruan dan standard baku mutunya

Stasiun	Pengulangan	Kadar logam Pb (ppm)	Rerata kadar logam Pb ± SD (ppm)	Baku mutu (ppm)
I	1	0,112	0,117±0,005	0,5
	2	0,119		
	3	0,121		
II	1	0,104	0,110±0,006	
	2	0,111		
	3	0,116		
III	1	0,082	0,089±0,007	
	2	0,091		
	3	0,096		

Rerata kadar logam Pb air Sungai Wangi, Pasuruan tertinggi yaitu 0,041±0,004 ppm di Stasiun II, serta terendah pada stasiun III sebesar 0,019±0,002 ppm. Kadar tersebut melebihi ambang batas kadar logam Pb pada perairan sebesar 0,03 ppm berdasarkan PP Nomer 82 tahun 2001.

Tabel 2. Rerata kadar timbal (Pb) pada air Sungai Wangi, Pasuruan dan Standard baku mutunya

Stasiun	Pengulangan	Kadar logam Pb (ppm)	Rerata kadar logam Pb ± SD (ppm)	Standard Baku Mutu Kadar Pb (ppm)
I	1	0,024	0,025±0,002	0,03
	2	0,027		
	3	0,025		
II	1	0,037	0,041±0,004	
	2	0,042		
	3	0,045		
III	1	0,019	0,019±0,002	
	2	0,017		
	3	0,021		

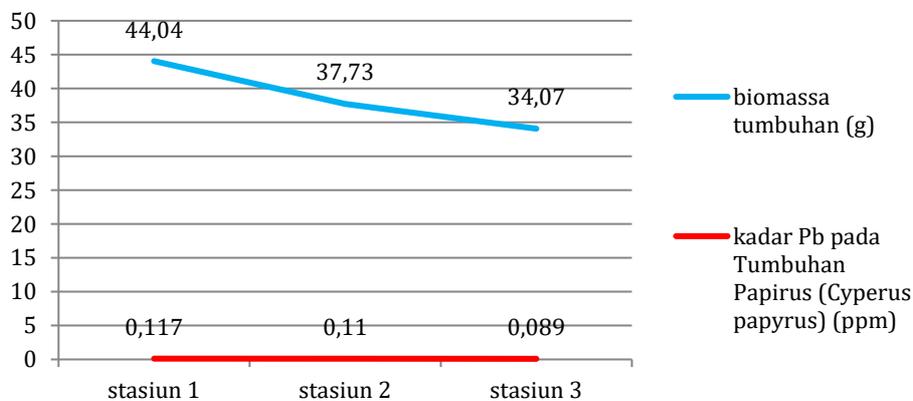


Gambar 2. Grafik korelasi antara kadar timbal (Pb) dalam air Sungai Wangi Pasuruan dengan kadar timbal (Pb) dalam tumbuhan Papyrus (*C. papyrus L.*).

Hubungan antara kadar logam Pb dalam air dan biomassa tumbuhan papyrus dipengaruhi oleh lokasi tempat hidupnya. Rerata biomassa Tumbuhan papyrus di Sungai Wangi sangat ditentukan berdasarkan lokasi habitat tumbuhan, dimana rerata biomassa tertinggi berada pada Stasiun I yaitu 44 g dan terendah berada pada Stasiun III dengan nilai 34 g.

Tabel 3. Rerata biomassa Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus L.*) di Sungai Wangi Pasuruan

Stasiun	Pengulangan						Rata-rata Biomassa (gram)	Rata-rata kadar Pb air sungai	Rata-rata kadar Pb pada akar tumbuhan
	basah			kering					
	1	2	3	1	2	3			
I	100	100	100	44	39	49	44,04	0,025	0,117
II	100	100	100	35	42	36	37,73	0,041	0,11
III	100	100	100	31	41	34	34,05	0,019	0,089



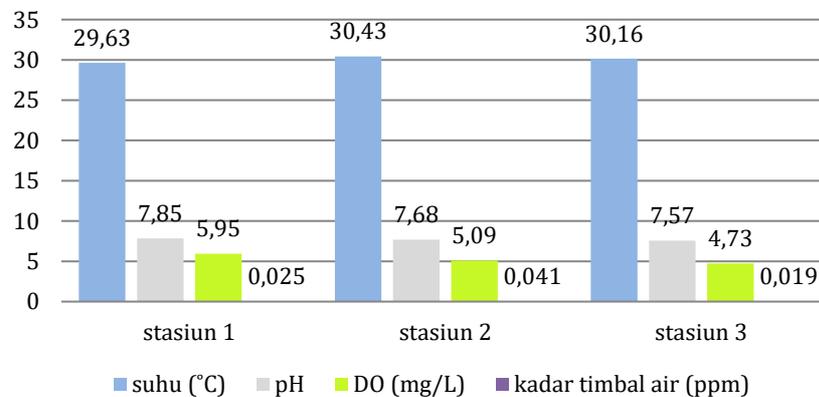
Gambar 3. Hubungan kadar logam berat timbal (Pb) pada tumbuhan Papyrus (*C. papyrus L.*) terhadap biomassa tumbuhan Papyrus di Sungai Wangi Pasuruan.

Nilai uji statistik korelasi pearson dua sampel antara logam berat timbal (Pb) pada akar dengan biomassa tumbuhan adalah bernilai positif sebesar 0,90%

Tabel 4. Hasil uji statistik korelasi *pearson* dua sampel

Stasiun	Kadar Pb pada Tumbuhan Papyrus (<i>C. papyrus</i>) (ppm)	Biomassa tumbuhan (g)	Korelasi pearson (%)
1	0,117	4404	0,90
2	0,11	37,73	
3	0,089	34,07	

Berdasarkan pengujian parameter fisika dan kimia lingkungan air di Sungai Wangi menunjukkan suhu berkisar antara 28-30°C, pH 7, DO 4-6 ppm, kekeruhan 5-7 NTU, serta kecepatan arus 0-1 m/s. Kualitas air Sungai Wangi menurut parameter fisika dan kimia lingkungan menunjukkan nilai yang sesuai atau dikategorikan baik untuk perairan kelas III berdasarkan PP Nomor 82 tahun 2001. Standar baku mutu pada perairan yaitu suhu berkisar deviasi 3 dari suhu alamiah, pH 6-9, dan DO minimal 3 ppm, kecepatan arus <10s dan baku mutu kekeruhan sebesar 25 NTU.



Gambar 4. Grafik rata-rata suhu, pH, DO, dan kadar timbal perairan Sungai Wangi Pasuruan

PEMBAHASAN

Hasil analisis kadar logam Pb pada Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) dan perairan Sungai Wangi Pasuruan pada stasiun I sebesar $0,117 \pm 0,005$ ppm dan $0,025 \pm 0,002$ ppm. Stasiun I merupakan lokasi dengan jumlah aktivitas manusia yang tinggi karena berada pada pemukiman padat penduduk. Dari aktivitas tersebut, logam berat timbal (Pb) yang dibuang dalam bentuk limbah cair domestik ke DAS Sungai Wangi menjadi tinggi diantaranya dari sisa-sisa baterai, accu, dll. Limbah cair domestik merupakan kumpulan bahan sisa aktivitas manusia yang dihasilkan sepanjang waktu berupa air yang telah digunakan meliputi air buangan dari kamar mandi, WC, tempat cuci atau tempat memasak (Lapalika *et al.*, 2021). Limbah cair tersebut rata-rata mengandung bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dalam bentuk bahan larut (Ariyani, 2016).

Kadar logam Pb pada Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) dan perairan Sungai Wangi Pasuruan pada Stasiun II yaitu $0,110 \pm 0,006$ ppm dan $0,041 \pm 0,004$ ppm. Stasiun II merupakan lokasi perindustrian dimana banyak terdapat industri seperti pabrik plastik, minuman dan makanan kaleng serta industri tekstil. Aktivitas pada stasiun II ini didominasi oleh proses produksi dan distribusi produk industri. Pertumbuhan industri dapat meningkatkan pencemaran. Limbah sisa produksi industri kimia, tekstil, farmasi, dan elektronika berpotensi mencemari lingkungan karena limbahnya mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) yang didalamnya terdapat logam berat terutama timbal (Pb) (Susanti dan Kristiani, 2016).

Kadar logam Pb pada Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) dan perairan Sungai Wangi Pasuruan pada Stasiun III sebesar $0,089 \pm 0,007$ ppm dan $0,019 \pm 0,002$ ppm, merupakan yang terendah dari ke tiga stasiun. Stasiun III merupakan areal pertanian. Aktivitas manusia pada lokasi ini adalah berkaitan dengan pemupukan dan penyemprotan pestisida kimia pada lahan pertanian. Kandungan logam timbal (Pb) pada lokasi ini masih dibawah standard baku mutu yang ditetapkan. Areal pertanian merupakan areal terpanjang yang dilalui Sungai Wangi dan menyebabkan kandungan logam timbal di perairan rendah. Hal ini sejalan dengan Jana (2021) yang menyatakan bahwa semakin luas dan panjang lahan agrikultur maka semakin rendah konsentrasi timbal di aliran sungai.

Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) yang hidup dan ditemukan di Sungai Wangi mengandung logam timbal (Pb), hal ini menunjukkan bahwa air Sungai Wangi di Pasuruan telah terkontaminasi logam berat timbal (Pb). Tumbuhan ini memiliki kemampuan dalam menyerap dan mengakumulasi timbal (Pb) oleh karena itu dapat dijadikan sebagai bioindikator adanya pencemaran logam timbal di perairan sungai tersebut. Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, diketahui bahwa kadar timbal di perairan Sungai Wangi Pasuruan tergolong tinggi. Kondisi ini ditunjukkan dengan konsentrasi logam timbal (Pb) di perairan Sungai Wangi yang mendekati dan melebihi standard baku mutu (PP Nomor

82 tahun 2001). Menurut Pratiwi dan Rachmadiarti (2021), logam berat di perairan akan terakumulasi oleh tumbuhan akuatik yang hidup di perairan tersebut. Kadar timbal (Pb) pada Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) di ketiga stasiun berkisar 0,089 – 0,117 ppm dan masih berada dibawah standard baku mutu yang telah ditetapkan (SNI 7378:2009) yakni maksimal sebesar 0,5 ppm tentang kandungan logam berat pada tumbuhan akuatik.

Tumbuhan akuatik cara hidupnya memiliki beberapa tipe yaitu *submersed plants* (melayang), *emersed plants* (mencuat), *free floating plants* (mengapung), *rooted floating plants* (tunas batang berada di bawah permukaan, sedangkan daun dan bunga di permukaan air) dan *emergent plants* (tanaman tepi) (Nurdiana, 2013). Tumbuhan akuatik mampu menyerap logam berat pada perairan maupun sedimen melalui akar dan diakumulasikan ke bagian batang dan daun (Cai *et al.*, 2018). Menurut Rezania *et al.* (2016), tumbuhan akuatik memiliki mekanisme yang berbeda-beda dalam penyerapan logam berat seperti penyerapan polutan oleh akar tumbuhan, translokasi bahan terlarut ke seluruh bagian tumbuhan, distribusi populasi individu berupa spora atau biji tumbuhan, osmoregulasi tumbuhan dan keseimbangan elektrolitik pada suatu organisme. Tumbuhan pada umumnya memiliki keefektifan masing-masing dalam menyerap logam tertentu dan mengakumulasinya (Hidayati, 2005).

Papyrus (*C. papyrus* L.) secara morfologi memiliki struktur kimia yang baik dalam menetralsir polutan perairan. Akar tumbuhan papyrus mengandung alkaloid, glikosida jantung, flavonoid dan minyak atsiri (Archer, 2003). Tumbuhan papyrus mampu mengakumulasi logam berat timbal (Pb) dikarenakan kondisi batangnya memiliki sedikit rongga, bersekat-sekat, dan berbuku-buku (Tosepu, 2012). Suatu logam tidak dapat diserap secara maksimal oleh tumbuhan akuatik, menurut Mangkoediharjo dan Samudro (2010) tingkat efisiensi penyerapan logam berat semakin menurun seiring bertambahnya hari pemaparan. Hal ini berkaitan dengan percepatan pertumbuhan yang dapat memicu kematian pada tumbuhan sebagai bentuk respon negatif (Choirunnisa, 2020).

Mekanisme fitoremediasi oleh Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) adalah secara fitoekstraksi. Fitoekstraksi adalah kemampuan tumbuhan dalam menarik logam berat di lingkungan sekitar sehingga terakumulasi di bagian akar dan akan ditranslokasikan ke seluruh organ tumbuhan (Raras dan Yusuf, 2015). Tingginya penyerapan logam berat oleh tumbuhan papyrus dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya usia tumbuhan, dimana semakin tua usia suatu tumbuhan maka semakin tinggi pula daya serap logam oleh tumbuhan (Fitriana, 2018). Tumbuhan Papyrus mampu melakukan toleransi secara aktif yakni dengan tidak adanya perubahan fisik pada tubuhnya (Choirunnisa, 2020). Tumbuhan Papyrus mampu merespon perubahan kualitas air dalam tenggat waktu yang lama dan mampu beradaptasi dalam lingkungan yang ekstrem (Yulisa dan Choedin, 2016). Kemampuan itu ditentukan oleh daya serap akar yang dibantu mikroorganisme rhizosfer sebagai dekomposer logam (Dewi, 2015). Mikroorganisme tersebut akan menstabilkan polutan dalam perairan sehingga saat diserap oleh akar menjadi tidak berbahaya. Air yang diserap kemudian di translokasikan oleh jaringan pengangkut (*xylem* dan *floem*) dan dikumpulkan pada batang dan daun papyrus untuk diupkan sehingga tidak ada unsur yang berbahaya bagi lingkungan (Sitoesmi dan Purwanti, 2015). Menurut Rahadian *et al.*, (2017) suhu optimum yang dibutuhkan suatu mikroorganisme dalam mengolah bahan pencemar adalah 15°C-35°C.

Logam timbal dalam perairan dapat membentuk ion-ion yang dapat larut. Ion tersebut mampu melakukan penetrasi pada membran sel dan terakumulasi di dalamnya. Agar tidak terjadi kematian akibat logam, maka tumbuhan memiliki kemampuan detoksifikasi, salah satunya dengan menimbun logam di organ tertentu seperti akar (Priyanto dan Prayitno, 2004). Akumulasi logam pada akar melibatkan pengendapan ekstraseluler dalam dinding sel. Logam dapat berpindah melalui jaringan akar hingga ke korteks dan terakumulasi di endodermis (Irawanto *et al.*, 2015). Endodermis berfungsi sebagai partial barrier atas pemindahan logam dari akar ke tunas (Siswanto, 2009). Pada sel tumbuhan yang terpapar logam pada umumnya terjadi lokalisasi logam pada bagian vakuola agar tidak menghambat metabolismenya (Priyanto dan Prayitno, 2004). Logam yang terdapat pada vakuola tidak berhubungan dengan proses fisiologi sel tumbuhan. Apabila logam tersebut masuk dan berikatan dengan enzim sebagai katalisator, maka akan terjadi gangguan pada reaksi kimia di sel tumbuhan (Irawanto *et al.*, 2015). Gangguan yang terjadi dapat menyebabkan kerusakan jaringan yang ditandai dengan nekrosis dan klorosis pada jaringan palisade, sponsa, dan epidermis (Haryati *et al.*, 2012).

Logam berat yang diserap oleh akar dapat memengaruhi biomassa tumbuhan. Akumulasi logam berat dalam konsentrasi tinggi dapat meningkatkan biomassa pada suatu jaringan (Rachmadiarti dan Trimulyono, 2019). Hal ini dapat dilihat dari diameter batang tumbuhan yang semakin besar dan proporsional (Imiliyana, 2012). Hasil analisis biomassa tumbuhan papyrus

diperoleh bahwa biomassa tertinggi ditemukan pada stasiun I sebesar 44,04 gram, sedangkan terendah pada stasiun III sebesar 34,07 gram. Biomassa tinggi dikarenakan pertumbuhan yang baik dengan didukung oleh kondisi suhu dan pH media tumbuh yang sesuai (Caroline dan Moa, 2015). Perbedaan berat biomassa papyrus pada sungai wangi di setiap stasiun dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti umur, kadar logam berat, dan kondisi cuaca. Hal ini dapat dilihat pada akar tumbuhan papyrus stasiun I yang memiliki kadar logam timbal tertinggi sebesar 0,117 ppm dan terendah sebesar 0,089 ppm pada stasiun III. Tumbuhan dapat mengakumulasi logam dalam intensitas yang tinggi tetapi menyebabkan pertumbuhan atau biomassa menjadi rendah (Harmita, 2004).

Menurut Haryati *et al.*, (2012), penurunan biomassa tumbuhan dipengaruhi oleh adanya toksisitas logam yang dapat menyebabkan penyerapan air terganggu karena pengaruh osmotik yang muncul dari kadar larutan yang berlebih. Jika tumbuhan berada pada larutan dengan potensial air yang lebih rendah dari xylem akar, maka penyerapan air akan terhenti karena potensial osmotik dari larutan lebih besar dari pada tumbuhan yang mengakibatkan tidak terjadinya peresapan air oleh xylem akar. Selain itu, tumbuhan sulit memperoleh unsur hara karena kompetisi antar ion-ion, dimana akar tumbuhan akan mengabsorpsi ion dari media yang banyak mengandung satu atau lebih ion esensial, ion non esensial, dan senyawa organik. Tumbuhan juga akan sulit memperoleh CO₂ dan menurunkan intensitas sinar matahari, mengakibatkan pertumbuhannya terhambat atau terhenti.

Kondisi lingkungan erat kaitannya terhadap keberadaan logam berat timbal di suatu perairan. Suhu perairan pada saat penelitian berkisar antara 29,6-30,4°C. Suhu di perairan tersebut masih dalam batas baku mutu (PP Nomer 82 Tahun, 2001) yakni sebesar 28-34°C. Suhu memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap komponen biotik dan abiotik dalam perairan. Suhu yang tinggi dapat mengakibatkan logam berat larut dalam air karena terjadi penurunan laju adsorpsi ke dalam partikulat (Rachmaningrum, 2015). Suhu yang meningkat dapat mempercepat proses penetrasi logam berat ke dalam tubuh tumbuhan dan pengikatan logam dengan protein juga semakin cepat (Budiastuti *et al.*, 2016)

Derajat keasaman (pH) perairan Sungai Wangi berkisar 7,57-7,85. Pada PP Nomer 82 Tahun 2001 dijelaskan bahwa pH aman bagi perairan berkisar 6-9. Dengan demikian pH pada perairan sungai Wangi masih tergolong aman bagi kehidupan tumbuhan akuatik. Tumbuhan akuatik dapat tumbuh optimal pada pH 7-8,5 dan tidak dapat bertahan hidup pada lingkungan dengan pH rendah dibawah 4 (Vidyawati dan Fitrihidajati, 2019). pH yang rendah dapat mempengaruhi dan menurunkan ketersediaan hara dalam perairan yang dibutuhkan oleh tumbuhan akuatik (Sari *et al.*, 2019). Pada pH rendah, akar tumbuhan akuatik akan kesulitan dalam penyerapan hara dalam proses metabolisme primer, sekunder, dan aktivator enzim di dalam tubuh tumbuhan (Madusari, 2018).

Peningkatan pH pada perairan dapat terjadi akibat adanya penyaringan air sehingga perairan memiliki oksigen terlarut (DO) yang tinggi (Solehah dan Fitrihidajati, 2021). Kadar DO tertinggi terdapat pada stasiun I sebesar 5,95 mg/L dan yang terendah terdapat pada stasiun II sebesar 4,73 mg/L. Tingginya nilai DO pada stasiun I disebabkan oleh adanya aktivitas manusia yang membuang limbah domestik ke DAS Sungai Wangi. Limbah tersebut menyebabkan tumbuhan melimpah dan biomassa tumbuhan yang tinggi akibat banyaknya aktivitas mikroba di sekitar akar. Aktivitas mikroba tersebut membantu menguraikan molekul pada perairan yang diserap oleh xylem akar yang menambah kadar oksigen terlarut di suatu perairan (Dewi *et al.*, 2016). Kadar DO yang tinggi pada perairan berpengaruh terhadap nilai pH karena aktivitas CO₂ akan meningkat saat DO rendah pada saat proses respirasi mikroorganisme sehingga ion H⁺ bertambah dan pH menjadi rendah (Ariyani *et al.*, 2020).

Kecepatan arus perairan Sungai Wangi dipengaruhi oleh topografi dan lebar sungai serta adanya tutupan di sepanjang tepi aliran sungai, baik berupa tumbuhan, perumahan, dan jalan raya. Kecepatan arus di Sungai Wangi berkisar antara 0,19-0,28 m/s. Kecepatan arus yang tinggi diduga menjadi penyebab tingginya kandungan timbal di perairan ini. Perairan ini memiliki kedalaman yang dangkal sehingga memungkinkan terjadinya suspensi logam pada sedimen perairan. Tingkat kekeruhan pada perairan ini tergolong rendah yakni berkisar 5,2-7,47 NTU. Kekeruhan yang terjadi pada Sungai Wangi diakibatkan oleh partikel-partikel yang terbawa buangan limbah domestik, industri, dan pertanian yang masuk ke perairan.

SIMPULAN

Sungai Wangi di Pasuruan telah terkontaminasi logam timbal (Pb). Hal ini ditunjukkan dengan adanya logam timbal yang terakumulasi pada akar Tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) berkisar 0,089±0,007 ppm - 0,117±0,005 ppm. Kadar logam timbal pada air Sungai Wangi berkisar 0,019±0,002

ppm - $0,041 \pm 0,004$ ppm dan telah melampaui standart baku mutu serta tergolong ke dalam baku mutu golongan III. Biomassa tumbuhan berkisar 34,07 g - 44,04 g. Hubungan antara kadar timbal pada akar dengan biomassa tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) berkorelasi positif, di mana semakin tinggi biomassa tumbuhan papyrus, maka semakin tinggi konsentrasi logam berat yang mampu diserap oleh akar tumbuhan tersebut. Berdasarkan hasil penelitian ini maka tumbuhan Papyrus (*C. papyrus* L.) merupakan bioindikator perairan tercemar timbal dan dapat dimanfaatkan sebagai fitoremediator logam Pb pada perairan sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam MA, Maftuch, Kilawati Y, dan Risjani Y, 2018. Analisis Kualitas Lingkungan Sungai Wangi-Beji, Pasuruan yang Diduga Tercemari oleh Limbah Pabrik, Pemukiman Dan Pertanian. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 9 (1) : 01-05.
- Agustina DY, Suprpto D, dan Sigit F, 2019. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Tenggang Semarang Jawa Tengah. *Journal of Maquares*, 8(3): 242-249.
- Archer C, 2003. In Germishuizen G and Meyer,N.L (eds), *Plants of Southern Africa: an annotated checklist*. *Strelitzia* 14 : 1020-1047. Africa.
- Ariyani S, 2016. Kemampuan filtrasi upflow dengan media pasir zeolite dan arang aktif dalam menurunkan kadar fosfat dan deterjen air limbah domestik. Prodi Teknik Lingkungan, FTSP, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Ariyani S, Utomo P dan Cahyanto H, 2020. Peningkatan Kualitas Keasaman (pH) pada Sumber Air untuk Industri Air Mineral dengan metode Penyaringan. *Jurnal Borneo Akarya*, 6(1): 33-42.
- Azaman A, Juahir H, Yunus K, Azida A., Kamarudin MKA, dan Toriman ME, 2015. Heavy metal in fish: analysis & human health- A review. *Jurnal Teknologi*, 77(1), 61-69. <https://doi.org/10.11113/jt.v77.4182>.
- Bagaskara JAG, 2017. *Pengaruh Penggunaan Tumbuhan C. papyrus dan Cyperus alternifolius pada Proses Fitoremediasi Penurunan Logam Berat Timbal (Pb) pada lindi TPA Tlekung, Kota Batu* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Budiastuti P, Rahadjo M, dan Dewanti NAY, 2016. Analisis pencemaran logam berat timbal di badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 4(5), 119-118.
- Cai S, Shen Z, Ni Z, Li Y, Liu B and Zhao J, 2018. Metal Distribution in Water, Sediment, Submerged Plant, and Fish from an Urban River in Zunyi, Southwest of China. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(3): 1627-1633.
- Caroline J, dan Moa GA, 2015. Fitoremediasi logam timbal (Pb) menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada limbah industri peleburan tembaga dan kuning. In *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III* (pp. 733-744).
- Choirunnisa AT, 2020. *Fitoremediasi logam berat besi (Fe) menggunakan tanaman kayu apu (pistastratiotes L.) dan papyrus (C. papyrus L.)* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- Dewi I, Putu S, Iryanti E, Suprihatin dan Wahyu D, 2016. Penurunan BOD, COD, dan Zat Warna Limbah Pencelupan dengan Fitoekstraksi Menggunakan Kiambang (*Salvinia natans*). *Bumi Lestari*, 16 (1):11-15.
- Dewi N, 2015. *Uji Antagonis Bakteri Rizosfer Pisang Terhadap Cendawan Patogen Rhizoctonia Solani*.
- Effendi F, Tresnaningsih E, Sulistomo AW, Wibowo S, Hudoyo KS, 2012. Penyakit Akibat Kerja Karena Paparan Logam Berat. Jakarta: Direktorat Bina Kesehatan Kerja dan Olahraga Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Ermawati R dan Hartanto L, 2017. Pemetaan Sumber Pencemar Sungai Lamat Kabupaten Magelang. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 9(2), 92-104.
- Fitriana, A. N, 2018. *Efektifitas Penggunaan Jenis Tanaman ((Kayu Apu (Pistia Stratiotes), Melati Air (Echinodorus Palaefolius)) Dan Lama Kontak Terhadap Kadar Fosfat Pada Limbah Cair Laundry*.
- 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.
- Harmita, 2004. *Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya*. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, 1(3): 117 - 135.
- Haryati, Maharani dan Purnomo T, 2012. Kemampuan Tanaman Genjer (*Limnocharis Flava*) (L.Buch) Menyerap Logam Berat timbal Limbah Cair Kertas pada Biomassa dan Waktu Pemaparan yang Berbeda. *Jurnal Lentera Bio*, 1(3): 131-138.
- Hidayati, N, 2005. Fitoremediasi dan potensi tumbuhan hiperakumulator. *Hayati Journal of Biosciences*, 12(1), 35-40.
- Imiliyana A, Muryono M, dan Purnobasuki HERY, 2012. Estimasi stok karbon pada tegakan pohon *Rhizophora stylosa* di pantai Camplong, Sampang-Madura. *Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh November*.

- Irawanto R, Mangkoedihardjo S, dan Teknik Lingkungan I.T.S, 2015. Fitoforensik Logam Berat (Pb Dan Cd) pada Tumbuhan Akuatik (*Achantus ilicifolius* dan *Coix lacryma-Jobi*). *Jurnal Purifikasi*, 15(1), 55-66.
- Jana R, 2021. Analisis Multivariat Dan Spasiotemporal Kualitas Air Akibat Penggunaan Lahan Di Daerah Aliran Sungai (Das) Winongo Yogyakarta.
- Kania MHP, Yuli HE, dan Umi Z. (2018). Erythrocyte micronuclei description of tilapia fish in Sungai Wangi waters, Indonesia. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 83(11).
- Khatimah K, Samawi MF, dan Marzuki U, 2016. Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) pada *Caulerpa racemosa* yang Dibudidayakan di Perairan Dusun Puntondo, Kabupaten Takalar. *Jurnal Rumpun Laut Indonesia*, 1(1): 46-51.
- Lapailaka T, Gauru I, dan Selan OTE, 2021. Pemanfaatan Arang Tempurung Kenari (*Canarium Vulgare Leenh*) Teraktifasi Asam Fosfat Sebagai Adsorben Fosfat Paa Limbah Domestik. *Sainstek*, 5(1), 301-315.
- Madusari S, 2018. Processing of Fibre and Its Application as Liquid Organic fertilizer in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Seeding for Sustainable Agriculture. *Journal of Applied Sciences and Advanced Technology*, 1 (3):81-90.
- Mangkoediharjo S, dan Samudro G, 2010. Fitoteknologi Terapan (Edisi Pertama). Graha Ilmu.
- Murthi S, Bali G, Sarangi SK, 2014. Effect Of Lead On Growth, Protein And Biosorption Capacity Of *Bacillus Cereus* Isolated From Industrial Effluents. *Journal of Environmental Biology*. Vol. 35(2): 407-411.
- Nurdiana D, 2013. Inventarisasi tumbuhan air di Kebun Raya Cibodas. *Depik*, 2 (1):6-9.
- 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.
- Priyanto B, dan Prayitno J, 2004. Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat. *Jurnal Informasi Fitoremediasi*.
- Rachmadiarti F dan Trimulyono G, 2019. Phytoremediation Capability of Water Clover (*Marsilea crenata* (L.) Presl.) in Synthetic Pb Solution. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(4): 9609-9619.
- Rachmaningrum M, 2015. Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung. *Jurnal Reka Lingkungan*, 3(1), 19-29.
- Rahadian R, Sutrisno E, dan Sumiyati S, 2017. Efisiensi Penurunan Cod Dan Tss Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kayu Apu. 6(3), 8.
- Rahayu Y, Juwana 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.
- Raras DP dan Yusuf B, 2015. Analisis Kandungan Ion Logam Berat (Fe, Cd, Cu Dan Pb) Pada Tanaman Apu-Apu (*Pistia Stratiotes* L) Dengan Menggunakan Variasi Waktu. 4/
- 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.
- Ridhowati S, 2013. *Mengenal Pencemaran Logam*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rosmeiliyana R, 2021. *TA: Analisis Kualitas Air dan Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai Cisangkan, Kota Cimahi* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Bandung).
- Sari MAW, Ivansyah O, dan Nurhasanah N, 2019. Hubungan Konduktivitas Listrik Tanah dengan Unsur Hara NPK dan pH pada Lahan Pertanian Gambut. *Prisma Fisika*, 7 (2): 55-62.
- Siswanto D, 2009. Respon Pertumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) Jagung (*Zea mays* L.) dan Kacang Tolo (*Vigna sinensis* L.) terhadap Pencemar Timbal (Pb). Universitas Brawijaya, Malang.
- Sitoresmi PW dan Purwanti IF, 2015. *Pemanfaatan Constructed Wetland Dengan Tanaman Papyrus (C. papyrus) Untuk Pengolahan Surfaktan Dalam Air Limbah Laundry*. 101.
- Solehah S, & Fitrihidajati H, 2021. Keanekaragaman Tumbuhan Akuatik di Sungai Sadar Mojokerto sebagai Indikator Logam Berat Pb. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(2), 165-175.
- Sugiyanto RAN, Yona D, dan Kasitowati RD, 2016. Analisis akumulasi logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada Lamun (*Enhalus acoroides*) sebagai agen fitoremediasi di Pantai Paciran, Lamongan. In *Seminar Nasional Perikanan Dan Kelautan Vi, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang*.
- Susanti MM dan Kristiani M, 2016. Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) dalam kerang (*Anadara* sp) yang beredar di Kota Semarang. *IJMS-Indonesian Journal on Medical Science*, 3(1).
- Tosepu R, 2012. Laju Penurunan Logam Berat Plumbum (Pb) Dan Cadmium (Cd) Oleh *Eichornia Crassipes* Dan *C. papyrus* (the Diminution Rate of Heavy Metals, Plumbum and Cadmium by *Eichornia Crassipes* and *Cyperus*). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 19(1), 37-45.
- Vidyawati DS dan Fitrihidajati H, 2019. Pengaruh Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) melalui Pengenceran terhadap Kualitas Limbah Cair Industri Tahu. *LenteraBio*, 8 (2): 113-119.

- Yulisa A dan Choesin D, 2016. *Effectivity of Vetiveria zizanioides and C. papyrus in Reducing Iren (Fe) Concentration in Wastewater Processed in a Constructed Wetland System*. International Journal of Advance in Agricultural & Environmental Engg (IJAAEE) Vol. 3, Issue 1 (2016) ISSN 2349-1523 EISSN 2349-1549.
- Yolanda S, Rosmaidar, Nazaruddin, Armansyah T, Balqis U, dan Fahrma Y, 2017. Pengaruh paparan timbal (pb) terhadap histopatologis insang ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner, 1 (4), 736-741.

Article History:

Received: 31 Januari 2022

Revised: 5 Februari 2022

Available online: 14 Februari 2022

Published: 31 Mei 2022

Authors:

Mochamad Masum Ulumudin, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang, Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail : mochamad.18046@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:

Ulumudin MM dan Purnomo T, 2022. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Tumbuhan Papirus (*C. papyrus*) di Sungai Wangi Pasuruan. *LenteraBio*, 11 (2): 273-283.