

Keanekaragaman Tumbuhan Akumulator Logam Berat (Pb) di Sungai Sudimoro, Mojokerto

Diversity of Heavy Metal Accumulator Macrophytes in Sudimoro River, Mojokerto

Ajeng Rizki Ramadhania* dan Fida Rachmadiarti

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: ajeng.17030244036@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. Pencemaran pada perairan merupakan salah satu yang cukup sulit untuk dihindari. Umumnya terdapat tumbuhan akuatik yang toleran terhadap cekaman logam berat yang ada di perairan dan dapat diaplikasikan sebagai fitoremediator. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi tumbuhan apa saja yang toleran terhadap logam berat Pb di Sungai Sudimoro dengan harapan agar ditemukan lebih banyak lagi spesies tumbuhan akuatik yang mampu mengakumulasi logam berat Pb dapat dijadikan sebagai agen fitoremediator. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan metode observasional. Penentuan stasiun penelitian dilakukan dengan *purposive sampling*, dan diperoleh 3 stasiun pada penelitian ini. Parameter yang digunakan adalah indeks nilai penting (INP), indeks keanekaragaman (H'), kadar Pb pada air sungai, kadar Pb pada tumbuhan, kadar klorofil, dan pengukuran faktor fisik dan kimia perairan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman di Sungai Sudimoro, Mojokerto tergolong rendah yaitu dengan indeks keanekaragaman $H' < 1$. Spesies tumbuhan akuatik yang mendominasi di Sungai Sudimoro adalah *Eichhornia crassipes* karena dijumpai di seluruh stasiun pengamatan dengan INP pada stasiun 1 sebesar 109,1%; 121,05% pada stasiun 2, dan 81,87% pada stasiun 3. Rerata kadar logam berat Pb pada air Sungai Sudimoro tertinggi terdapat pada stasiun 2 dengan kondisi wilayah yang berada di wilayah industri dengan kadar Pb air sebesar 0,06 ppm dan mempengaruhi kadar klorofil pada tumbuhan akuatik, semakin tinggi kadar Pb maka semakin rendah kadar klorofil dalam tumbuhan yang ditemukan di Sungai Sudimoro.

Kata kunci: keanekaragaman; logam berat pb; Sungai Sudimoro; tumbuhan akumulator

Abstract. Pollution in water is a problem that is quite difficult to avoid. In general, there are aquatic plants that are tolerant heavy metal stress in water and can be applied as phytoremediators. The purpose of this study was to explore which plants are tolerant of Pb in the Sudimoro River with the hope that more aquatic plant species are able to accumulate Pb as a phytoremediator agent. This research is a descriptive study with an observational method. Determination of research stations was done by purposive sampling, and obtained 3 stations. The parameters used were important value index (INP), diversity index (H'), Pb content in river water, Pb content in plant sample, content of chlorophyll, and measurement of physical and chemical factors in water. The results showed that the diversity in Sudimoro River, Mojokerto was classified as low with diversity index $H' < 1$. The dominant aquatic plant species in Sudimoro River are *Eichhornia crassipes* because they were found in all observation stations with an important value index (INP) 109,1% at station 1; 121,05% at station 2, and 81,87% at station 3. The highest average Pb content in Sudimoro River water is found at station 2 which located in industrial area with a water Pb content of 0,06 ppm and affect content of chlorophyll in aquatic plants. The higher the Pb content, the lower content of chlorophyll in plants found in Sudimoro River.

Keywords: accumulator macrophytes; diversity; Pb heavy metal; Sudimoro River

PENDAHULUAN

Pencemaran di perairan merupakan salah satu permasalahan yang cukup sulit untuk dihindari saat ini, termasuk pencemaran oleh limbah yang dihasilkan oleh beberapa industri yang berada tidak jauh dari perairan tersebut. Peningkatan industri yang berada di suatu daerah juga akan diikuti dengan meningkatnya pencemaran lingkungan akibat buangan limbah. Jenis limbah yang dihasilkan baik dari limbah industri, limbah rumah tangga, maupun dari limbah pertanian yang mengandung zat-zat berbahaya, apabila terjadi secara terus-menerus akan

membahayakan kehidupan manusia dan kelestarian lingkungan. Pencemaran air dapat digolongkan menjadi pencemaran fisik, pencemaran kimia, dan pencemaran biologi (Setyawan, 2001). Saat ini pencemaran yang menjadi salah satu perhatian khusus adalah pencemaran perairan oleh logam berat akibat dari hasil buangan limbah yang sebagian besar berasal dari beberapa industri. Menurut Irhamni (2017) logam berat timbal umumnya bersifat toksik terhadap makhluk hidup, tetapi dimanfaatkan oleh beberapa organisme walaupun dalam jumlah yang sedikit.

Sungai Sudimoro merupakan salah satu sungai yang berada di Kabupaten Mojokerto, tepatnya berada di Desa Sampang Agung Kecamatan Kutorejo. Sungai ini bersumber dari daerah pegunungan Gunung Welirang yang menuju ke Sungai Brantas (Khusna, 2017). Sungai Sudimoro sendiri berada di dekat daerah industri yaitu pabrik bir dan permukiman penduduk, sehingga sungai ini dimungkinkan menjadi daerah buangan limbah rumah tangga dari permukiman sekitarnya sekaligus limbah cair yang dihasilkan dari pabrik bir tersebut. Tentunya kualitas perairan yang terdapat di Sungai Sudimoro akan mengalami penurunan seiring dengan banyaknya limbah yang dibuang ke daerah tersebut. Limbah cair industri yang tanpa melalui proses pengolahan dibuang ke perairan seperti sungai umumnya mengandung logam berat seperti timbal (Pb), adanya logam berat yang melebihi ambang batas menyebabkan organisme di sekitarnya juga ikut terpapar, seperti ikan dan tumbuhan air yang hidup pada perairan di sekitar industri pabrik bir tersebut dan akan mengakumulasi logam berat ke dalam tubuhnya. Apabila ikan tersebut dikonsumsi manusia maka akan mengganggu kesehatan akibat masuknya logam berat ke dalam tubuh manusia dan menimbulkan beberapa gangguan dan kerusakan pada sistem saraf, organ hati, ginjal, tulang, dan otak (Sundari dkk, 2016).

Dalam suatu ekosistem perairan ditemui sekelompok organisme yang toleran dan tidak toleran terhadap kondisi ekstrem perairan yang tercemar. Menurut Merliyana (2017) organisme yang tidak toleran akan memberikan respons terhadap kondisi lingkungan yang ada di sekitarnya seperti terjadinya penurunan kelimpahan atau dengan perubahan secara fisiologis, sedangkan organisme yang mampu bertoleransi akan terus tumbuh dan berkembang di lingkungan tercemar, serta mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat di media tanamnya lebih besar daripada tumbuhan normal. Menurut Hidayati (2013) hal tersebut dapat terjadi karena pada tumbuhan hiperakumulator terdapat proses-proses fisiologis dan biokimia serta ekspresi gen yang mengendalikan penyerapan, akumulasi, dan toleransi tumbuhan terhadap logam. Tumbuhan yang memiliki tingkat toleransi yang tinggi pada perairan tercemar logam berat umumnya memiliki beberapa karakteristik seperti mampu bertahan hidup terhadap logam berat dalam konsentrasi yang tinggi pada bagian akar dan tajuknya, memiliki laju penyerapan logam yang lebih tinggi dari tanaman lain, serta memiliki kemampuan mentranslokasi dan mengakumulasi logam dari akar ke tajuk dengan laju yang tinggi (Salt, 2000).

Tumbuhan akumulator yang toleran terhadap cekaman logam berat pada perairan ini dapat diaplikasikan sebagai fitoremediator yang mampu mendegradasi limbah logam berat. Menurut Irhamni (2017) beberapa tumbuhan hiperakumulator mampu mengakumulasi sebagian besar logam di dalam tubuhnya dalam kadar yang tinggi sesuai dengan jenis logam yang terakumulasi di dalam suatu tumbuhan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti fitoremediasi LIPI, di Indonesia sendiri banyak ditemukan tumbuhan akuatik yang mampu hidup atau toleran di perairan yang tercemar logam berat dan seringkali dijadikan penelitian mengenai kajian tentang fitoremediasi, diantaranya adalah *Typha latifolia*, kangkung air (*Ipomoea aquatica*), eceng gondok (*Eichornia crassipes*), *Crotalaria juncea*, dan tanaman air azolla (Hidayati, 2013).

Berdasarkan permasalahan di atas, tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan keanekaragaman tumbuhan akumulator logam berat di Sungai Sudimoro, menentukan jenis tumbuhan yang mendominasi, serta mendeskripsikan kandungan logam berat Pb dan kadar klorofil pada spesies tumbuhan akuatik yang ditemukan di daerah Sungai Sudimoro. Selain itu penelitian ini juga memiliki manfaat untuk menambah kajian ilmu tentang spesies tumbuhan akuatik yang toleran terhadap logam berat Pb di Sungai Sudimoro dengan harapan agar ditemukan lebih banyak lagi spesies tumbuhan yang mampu mengakumulasi logam berat dan dapat dijadikan sebagai agen fitoremediator.

BAHAN DAN METODE

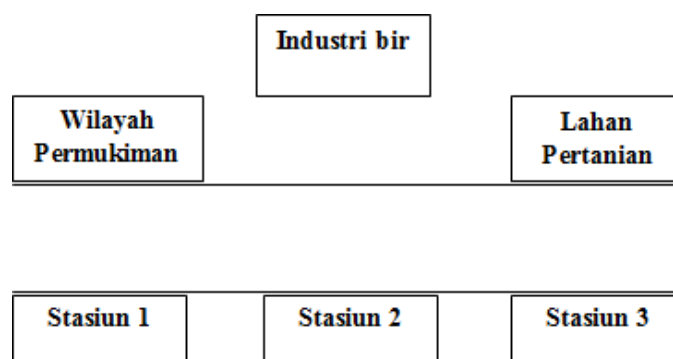
Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan metode observasional. Penelitian ini

dilakukan selama 4 bulan pada bulan September-Desember 2020 meliputi pengambilan sampel yang dilakukan di lokasi penelitian yaitu Sungai Sudimoro, analisis kualitas air berupa pengukuran pada parameter pH dan suhu dilakukan di lokasi penelitian secara langsung, sedangkan pengukuran pada parameter DO dan BOD dilakukan di Laboratorium Ekologi Universitas Negeri Surabaya. Pengujian kadar logam berat pada sampel air sungai dan sampel tumbuhan akuatik dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND) Surabaya. Proses identifikasi spesies tumbuhan dan pengujian kadar klorofil dilakukan di Laboratorium Fisiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya.

Prosedur penelitian ini dilakukan melalui 6 tahap. Tahap pertama meliputi observasi lapangan yaitu dengan menentukan lokasi dan stasiun penelitian. Stasiun 1 merupakan wilayah pemukiman/domestik, stasiun 2 merupakan wilayah sekitar industri, dan stasiun 3 merupakan lahan kosong dan pertanian.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2. Denah dan Penentuan Stasiun Penelitian

Tahap kedua yaitu pengambilan air sungai dan tumbuhan air yang terdapat di Sungai Sudimoro dengan menempatkan plot kuadran berukuran 1m² di bagian tepi yang terdapat tumbuhan akuatik saja.

Tahap ketiga dilakukan pengujian kualitas air pada air sungai berdasarkan parameter fisik dan kimia. Parameter fisik yang diamati meliputi suhu yang diukur menggunakan *thermometer*, sedangkan parameter kimia yang diamati meliputi kadar pH yang diukur dengan pH meter, kadar DO dan BOD yang diukur menggunakan DO meter tipe Milwaukee Mi

605. Nilai BOD diperoleh dengan mengukur kadar DO pada hari ke-5 setelah sampel diambil kemudian dikurangi dengan kadar DO yang diukur pada hari pertama pengambilan sampel.

Tahap keempat yaitu melakukan identifikasi pada sampel tumbuhan akuatik yang ditemukan di Sungai Sudimoro dengan menggunakan aplikasi PlantNet dan dicatat nama ilmiahnya serta difoto diatas kertas *millimeter block*.

Indeks nilai penting (INP) merupakan indeks kepentingan yang menggambarkan seberapa penting peranan suatu spesies vegetasi dalam ekosistemnya. Untuk vegetasi tingkat semai, nilai penting dihitung dengan cara menjumlahkan nilai kerapatan relatif (KR), dominansi relatif (DR), dan frekuensi relative (FR) yang dihitung berdasarkan persamaan Cox (Wardah, 2008).

$$KR = \frac{\text{kerapatan mutlak suatu spesies}}{\text{jumlah kerapatan seluruh spesies}} \times 100\%$$
$$FR = \frac{\text{frekuensi mutlak suatu spesies}}{\text{jumlah frekuensi seluruh spesies}} \times 100\%$$
$$DR = \frac{\text{dominansi mutlak suatu spesies}}{\text{jumlah dominansi seluruh spesies}} \times 100\%$$

$$INP = KR + FR + DR$$

Keterangan:

KR: Kerapatan Relatif

FR: Frekuensi Relatif

DR: Dominansi Relatif

Setelah menghitung INP dilanjutkan dengan menghitung indeks keanekaragaman (H') dengan menggunakan rumus Shannon-Whiener (Lahusen dkk, 2014).

$$H' = -\sum (P_i \ln P_i)$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman Spesies

P_i = n_i/N

N_i = Jumlah individu spesies ke 1 N = Jumlah Individu semua spesies

Uji kadar logam berat timbal (Pb) dilakukan pada sampel air sungai dan sampel tumbuhan akuatik Sungai Sudimoro di Balai Riset dan Standardisasi Industri (BARISTAND) surabaya dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spechtrophotometry* (AAS). Analisis kadar logam berat Pb dilakukan dengan membersihkan sampel tumbuhan kemudian dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C. Setelah kering sampel diambil sekitar 0,5-1 gram dan dilarutkan dengan HNO_3 . Larutan tersebut kemudian disaring menggunakan kertas saring dan ditambahkan akuades hingga volumenya mencapai 50 ml. Setelah larutan dipreparasi selanjutnya siap dianalisis kadar logam beratnya menggunakan AAS (Sugiyanto dkk, 2016).

Tahap terakhir adalah melakukan pengujian kadar klorofil pada setiap spesies yang ditemukan dalam satu stasiun. Uji klorofil dilakukan dengan metode spektrofotometri, yaitu dengan menimbang daun masing-masing spesies tanaman yang ditemukan pada tiap stasiun sebanyak 1 gr dan memotongnya menjadi potongan kecil, selanjutnya ditumbuk dengan bantuan lumpang porselin hingga halus. Daun yang telah ditumbuk kemudian diekstraksi dengan menambahkan 100 ml aklohol 95% ke dalam gelas beaker berisi sampel dan disaring menggunakan kertas saring untuk mendapatkan filtrat. Apabila filtrat yang dihasilkan kurang dari 100 ml maka ditambahkan alkohol 95% hingga volumenya mencapai 100 ml. Selanjutnya kadar klorofil diukur dengan menggunakan alat spektrofotometer tipe V-1100D dengan panjang gelombang 649 nm dan 665 nm dan dicatat absorbansinya (*Optical Density*). Kemudian dihitung kandungan klorofil total dengan rumus *Wintermans* dan *De Mots* (Rahayu, 2013):

Klorofil a : $13,7 \times OD\ 665 - 5,67\ OD\ 649$ (mg/l)

Klorofil b : $25,8 \times OD\ 649 - 7,7\ OD\ 665$ (mg/l)

Klorofil total : $20,0 \times OD\ 649 + 6,1\ OD\ 665$ (mg/l)

Data yang diperoleh berupa hasil perhitungan frekuensi relatif, dominansi, relatif, kerapatan relatif, nilai INP, indeks keanekaragaman (H'), kadar klorofil a, kadar klorofil, kadar klorofil total, dan kadar logam berat Pb baik pada sampel air maupun sampel tumbuhan.

HASIL

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya beberapa spesies tumbuhan akuatik yang teridentifikasi di Sungai Sudimoro, Mojokerto dengan komposisi jumlah individu yang dapat dilihat pada Tabel 1, dimana pada setiap stasiun terdapat keanekaragaman spesies tumbuhan akuatik yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini pengambilan sampel dilakukan dengan meletakkan 3 plot berukuran 1 m² pada tiap-tiap stasiun sebagai data pengulangan. Pada stasiun 1 teridentifikasi 3 spesies tumbuhan akuatik yaitu *Eicchornia crassipes*, *Ipomoea aquatic*, dan *Althernanthera philoxeroides*. Pada stasiun 2 diidentifikasi terdapat 3 spesies tumbuhan akuatik diantaranya *Eicchornia crassipes*, *Ipomoea aquatic*, dan *Hymenachne amplexicaulis*. Sedangkan pada stasiun 3 dijumpai adanya 2 spesies tumbuhan akuatik yaitu *Eicchornia crassipes* dan *Lemna minor*.

Jumlah individu tiap spesies di seluruh stasun penelitian kemudian dilanjutkan dengan menghitung persentase nilai frekuensi relatif (FR), kerapatan relatif (KR), dan dominansi relatif (DR), sehingga akan didapatkan indeks nilai penting (INP) dan indeks keanekaragaman (H') yang dapat dilihat pada tabel 2 yang menunjukkan bahwa di stasiun 1 dan 2 yang memiliki INP tertinggi adalah *E. crassipes* dengan nilai berturut-turut sebesar 109,21% dan 121,05%. Pada stasiun 3 INP tertinggi terdapat pada spesies *L. minor* dengan nilai sebesar 118,44%. Perhitungan indeks keanekaragaman (H') yang didapatkan dengan cara menjumlah indeks keanekaragaman tiap spesies dalam satu stasiun menunjukkan hasil yang berbeda, yaitu pada stasiun 1 yang merupakan wilayah domestik didapatkan nilai sebesar 0.98, pada stasiun 2 yang merupakan wilayah industri didapatkan nilai sebesar 0.602, dan pada stasiun 3 yang merupakan wilayah pertanian/lahan kosong didapatkan nilai sebesar 0.523.

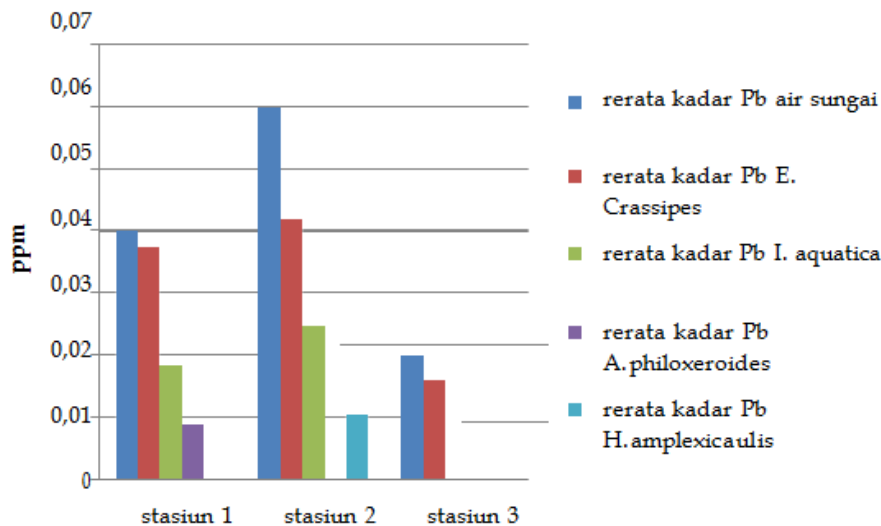
Tabel 1. Perhitungan Indeks Nilai Penting (INP) dan Indeks Keanekaragaman (H') tumbuhan akuatik pada seluruh stasiun di Sungai Sudimoro, Mojokerto.

Stasiun	Sampel	FR (%)	KR (%)	DR (%)	INP (%)	H'
1	<i>Eicchornia crassipes</i>	42,86	35,85	30,50	109,21	0,368
	<i>Ipomoea aquatica</i>	28,57	50,94	14,31	93,82	0,345
	<i>Althernanthera philoxeroides</i>	28,57	13,21	55,19	96,97	0,267
	Total	100	100	100	300	0,98
2	<i>Eicchornia crassipes</i>	42,86	78,13	6,47	121,05	0,192
	<i>Ipomoea aquatica</i>	42,86	19,38	26,1	62,49	0,317
	<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	14,29	2,50	67,4	17,46	0,093
	Total	100	100	100	300	0,602
3	<i>Eicchornia crassipes</i>	60,00	21,72	84,39	81,87	0,331
	<i>Lemna minor</i>	40,00	78,28	15,61	118,44	0,192
	Total	100	100	100	300	0,523

Hasil pengujian kadar logam berat Pb pada tumbuhan akuatik menunjukkan hasil yang berbeda-beda pada semua spesies di ketiga stasiun. Kadar logam berat Pb air sungai tertinggi terdapat pada stasiun 2 yang berlokasi di dekat industri yaitu sebesar 0,06 ppm, sedangkan rerata kadar logam Pb tertinggi pada tumbuhan akuatik terdapat pada spesies *E. crassipes* di stasiun 1 yaitu sebesar 0,0347 ± 0,005 ppm. Data hasil pengujian kadar logam berat Pb baik pada sampel air sungai maupun padasampel tumbuhan akuatik dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kadar logam berat Pb pada sampel air dan tumbuhan akuatik Sungai Sudimoro

Stasiun	Kadar Pb Pada Air Sungai (ppm)	Spesies Tumbuhan	Rerata Kadar Pb Pada Tumbuhan (ppm)
1	0,04	<i>Eicchornia crassipes</i>	0,0347 ± 0,005
		<i>Ipomoea aquatica</i>	0,0183 ± 0,003
		<i>Althernanthera philoxeroides</i>	0,0087 ± 0,003
2	0,06	<i>Eicchornia crassipes</i>	0,0420 ± 0,004
		<i>Ipomoea aquatica</i>	0,0247 ± 0,003
		<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	0,0103 ± 0,004
3	0,02	<i>Eicchornia crassipes</i>	0,0160 ± 0,003



Gambar 3. Perbandingan kadar Pb pada sampel air sungai dan sampel tumbuhan akuatik.

Uji kandungan kadar klorofil pada seluruh spesies tanaman yang ditemukan pada stasiun dilakukan untuk mengetahui dampak dai paparan logam berat timbal (Pb) yang terkandung pada Sungai Sudimoro terhadap kualitas suatu tumbuhan akuatik secara fisiologis. Hasil pengukuran kadar klorofil daun tumbuhan akuatik dapat dilihat pada tabel 4. Rerata kandungan kadar klorofil total terendah terdapat pada tumbuhan *L. minor* yang berada di stasiun 3 yaitu sebesar $4,625 \pm 0,011$ mg/l. Sedangkan tumbuhan akuatik yang memiliki rerata kandungan kadar klorofil total tertinggi adalah tumbuhan *Ipomoea aquatica* atau kangkung air yang terdapat pada stasiun 1 yaitu sebesar $17,125 \pm 0,158$ mg/l.

Tabel 3. Hasil pengujian kadar klorofil pada tumbuhan akuatik Sungai Sudimoro

Stasiun	Spesies Sampel	Kadar Klorofil (ppm)			Rerata Klorofil Total \pm SD (ppm)
		Klorofil a	Klorofil b	Klorofil Total	
1	<i>Eichhornia crassipes</i>	6,486	6,260	12,794	12,813 \pm 0,074
		6,410	6,438	12,896	
		6,591	6,110	12,750	
		7,630	9,452	17,139	
	<i>Ipomoea aquatica</i>	7,481	9,423	16,960	17,125 \pm 0,158
		7,684	9,535	17,276	
	<i>Althernanthera philoxeroides</i>	7,034	8,637	15,723	15,712 \pm 0,115
		6,994	8,546	15,592	
		7,052	8,717	15,821	
	<i>Eichhornia crassipes</i>	5,076	5,225	10,338	10,338 \pm 0,036
5,004		5,333	10,374		
5,195		5,068	10,301		
7,082		5,789	12,924		
2	<i>Ipomoea aquatica</i>	6,989	5,887	12,927	12,894 \pm 0,054
		7,078	5,701	12,832	
		5,214	3,049	8,301	
<i>Hymenachne amplexicaulis</i>	5,369	2,195	7,603	8,041 \pm 0,382	
	5,284	2,897	8,220		
	7,129	6,169	13,351		
	7,129	6,169	13,351		
3	<i>Eichhornia crassipes</i>	6,901	6,388	13,340	13,338 \pm 0,014
		7,168	6,102	13,323	
	2,204	2,416	4,637		
	2,069	2,537	4,622		
<i>Lemma minor</i>	2,257	2,342	4,615	4,625 \pm 0,011	
	2,257	2,342	4,615		

Hasil pengukuran faktor fisik dan kimia pada Sungai Sudimoro dapat dilihat pada tabel 4 yang meliputi rerata pada parameter pH, suhu, DO, dan BOD.

Tabel 4. Hasil pengukuran data kualitas air Sungai Sudimoro berdasarkan faktor fisik dan kimia

Stasiun	Parameter	Pengulangan			Rerata ± SD
		1	2	3	
1	pH	7,36	7,34	7,35	7,35 ± 0,010
	Suhu (°C)	32,8	32,5	33,6	32,97 ± 0,569
	DO (ppm)	2,46	2,58	2,97	2,67 ± 0,267
	BOD (ppm)	9,15	10,07	9,98	9,73 ± 0,507
2	pH	7,73	7,74	7,73	7,73 ± 0,006
	Suhu (°C)	33,1	33,7	32,3	33,03 ± 0,702
	DO (ppm)	0,98	1,08	1,14	1,07 ± 0,081
	BOD (ppm)	12	12,76	13,1	12,62 ± 0,563
3	pH	7,64	7,63	7,65	7,64 ± 0,010
	Suhu (°C)	32,4	33,1	31,3	32,27 ± 0,907
	DO (ppm)	4,12	4,25	4,08	4,15 ± 0,089
	BOD (ppm)	3,45	3,96	3,17	3,53 ± 0,401

Rerata pH yang diukur pada stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 berturut-turut sebesar 7,35 ± 0,010; 7,73 ± 0,006; 7,64 ± 0,010. Pada parameter suhu didapatkan rerata nilai sebesar 32,97°C pada stasiun 1 33,03°C pada stasiun 2, dan 32,27°C pada stasiun 3. Sementara untuk nilai DO dan BOD didapatkan hasil yang berbanding terbalik, dimana ketika kadar DO rendah maka kadar BOD tinggi dan sebaliknya. Nilai rerata DO pada stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 berturut-turut sebesar 2,67; 1,07;

4,15. Sedangkan untuk nilai BOD pada stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 berturut-turut sebesar 9,73; 12,62; 3,53. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai rerata DO tertinggi terdapat pada stasiun 3 dan nilai BOD tertinggi terdapat pada stasiun 2.

PEMBAHASAN

Penelitian ini mengeksplorasi beberapa spesies tumbuhan akuatik yang ada di Sungai Sudimoro dan mengetahui keanekaragamannya. Total terdapat 5 spesies tumbuhan akuatik yang dijumpai di lokasi penelitian diantaranya *Eichhornia crassipes*, *Ipomoea aquatica*, *Althernanthera philoxeroides*, *Hymneachne amplexicaulis*, dan *Lemna minor*. Tumbuhan akuatik diketahui memiliki kemampuan yang optimal dalam memperbaiki kualitas air, termasuk perairan yang terkandung logam berat timbal (Pb) di dalamnya. Analisis vegetasi dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman pada suatu wilayah dengan meletakkan masing-masing 3 plot berukuran 1 m² pada setiap stasiun pengamatan sebagai data pengulangan agar hasil yang didapatkan valid, sehingga dari analisis vegetasi tersebut akan didapatkan indeks nilai penting (INP) dan indeks keanekaragaman (H'). Pengamatan dilakukan pada 3 stasiun dengan pemilihan stasiun menggunakan metode *purposive sampling* yaitu teknik menentukan titik pengamatan dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2016). Stasiun 1 berada di wilayah pemukiman atau wilayah domestik, stasiun 2 berada di wilayah sekitar industri bir, dan stasiun 3 berada di wilayah pertanian dan lahan kosong.

Hasil penelitian yang disajikan pada tabel 2 menunjukkan tingkat keanekaragaman yang rendah pada Sungai Sudimoro, hal ini dikarenakan hasil perhitungan indeks keanekaragaman yang menunjukkan angka di bawah 1 (H' < 1) pada seluruh stasiun. Menurut Oktaviani dan Yanuwidi (2016), jika indeks keanekaragaman H' < 1 maka keanekaragaman spesies tergolong kategori rendah, bila indeks keanekaragaman berada diantara nilai 1 dan 3 (1 < H' < 3) maka keanekaragaman spesies tergolong sedang, sedangkan apabila indeks keanekaragaman H' > 3 maka keanekaragaman pada wilayah tersebut tinggi. Perhitungan indeks keanekaragaman juga dapat digunakan untuk mengetahui struktur dan stabilitas komunitas terhadap gangguan di lingkungan (Indryanto, 2006). Meskipun pada ketiga stasiun menunjukkan keanekaragaman yang rendah, tetapi indeks keanekaragaman (H') tertinggi terdapat pada stasiun 1 dengan nilai sebesar 0,98. Besarnya indeks keanekaragaman pada stasiun 1 dapat terjadi karena adanya pengaruh dari banyaknya jumlah pada

semua jenis yang didapatkan di stasiun tersebut. Seperti pernyataan Mokoginta (2016), yang menyebutkan bahwa semakin tinggi indeks keanekaragaman maka semakin tinggi pula jumlah spesies dan stabilitasnya terhadap lingkungan. Selain itu faktor lain yang mempengaruhi tingginya indeks keanekaragaman pada stasiun ini adalah lokasi yang berada di wilayah pemukiman, dimana pada umumnya pemukiman akan menghasilkan limbah domestik yang sebagian besar mengandung limbah organik. Menurut Alfionita dkk (2019) limbah domestik yang mengandung bahan organik apabila terbuang ke perairan akan menyebabkan terganggunya *existing* pada perairan tersebut. Besarnya kadar nutrient yang berlebihan akan menyebabkan eutrofikasi atau pertumbuhan pada tumbuhan akuatik yang tidak terkontrol (Simbolon, 2016), Sehingga diasumsikan limbah domestik yang berasal dari pemukiman menyebabkan besarnya dominansi tumbuhan di suatu perairan.

Dari beberapa jenis tumbuhan akuatik yang teridentifikasi, terdapat salah satu jenis yang paling mendominasi. Dominansi suatu tumbuhan dapat dilihat dari besar kecilnya indeks nilai pentingnya (INP). Menurut Saharjo dan Cornelio (2011), nilai INP suatu spesies yang semakin besar maka akan mempengaruhi terhadap penguasaan spesies tertentu dalam komunitas, sehingga akan mempengaruhi dominan atau tidaknya spesies tersebut dalam satu wilayah ekosistem. Berdasarkan tabel 2 yang menunjukkan data analisis vegetasi, *Ipomoea aquatica* dan *Althernanthera philoxeoides* memiliki nilai INP yang tidak jauh berbeda. Nilai INP yang sama dapat disebabkan oleh kebutuhan akan sumber daya yang sama antar kedua tumbuhan tersebut (Kuma dan Shibru, 2015). Pada penelitian yang dilakukan di Sungai Sudimoro eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tumbuhan yang paling mendominasi karena terdapat pada ketiga stasiun pengamatan dan seluruh plot. Dominansi ini dikarenakan tumbuhan eceng gondok memiliki pertumbuhan yang sangat cepat baik secara vegetasi maupun generatif (Anjani dkk, 2012). Selain itu tumbuhan akuatik ini memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap bahan pencemar (Afiyah dkk, 2020), sehingga eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dapat ditemui pada semua stasiun baik stasiun 1 yang merupakan pemukiman yang menghasilkan limbah domestik, stasiun 2 yang merupakan wilayah industri yang menghasilkan limbah dengan kandungan logam, dan stasiun 3 yang merupakan wilayah pertanian/lahan kosong yang menghasilkan limbah pertanian berupa sisa pupuk yang masuk ke sungai.

Pengujian kadar logam berat timbal (Pb) dilakukan untuk mengetahui kadar Pb pada tiap stasiun di Sungai Sudimoro dan akumulasinya pada tumbuhan. Pada pengujian logam berat Pb yang dilakukan pada sampel air sungai menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap stasiun dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Dari ketiga stasiun, pada stasiun 1 dan stasiun 2 memiliki kadar Pb yang melebihi ambang batas yaitu sebesar 0,04 ppm pada stasiun 1 dan 0,06 ppm pada stasiun 2. Sedangkan kadar Pb perairan pada stasiun 3 masih termasuk aman karena berada di bawah ambang batas yaitu 0,02 ppm. Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 ambang batas maksimum kadar logam berat timbal pada perairan sungai adalah 0,03 ppm. Logam berat yang ada di perairan pada dasarnya akan diakumulasi oleh tumbuhan akuatik yang hidup di dalamnya. Akumulasi logam berat timbal (Pb) diketahui berdasarkan rerata hasil pengujian kadar logam berat pada tumbuhan (tabel 3). Kadar logam berat yang terkandung pada perairan juga berpengaruh terhadap kadar logam berat yang terakumulasi di dalam tumbuhan. Pada seluruh stasiun baik stasiun 1, stasiun 2, dan stasiun 3 akumulasi kadar Pb tertinggi pada tumbuhan terdapat pada jenis *Eichhornia crassipes*. Besarnya akumulasi Pb pada suatu tumbuhan menunjukkan bahwa semakin tolerannya tumbuhan tersebut terhadap lingkungan dengan kualitas yang buruk. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) diketahui merupakan jenis tumbuhan akuatik yang sangat toleran terhadap bahan pencemar. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Dieta dan Hendrasarie (2019) yang menyebutkan bahwa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki kemampuan tertinggi dalam menyerap logam berat Pb dibandingkan dengan kayu apu (*Pistia stratiotes*) dan kayu ambang (*Lemna minor*) yaitu sebesar 18,8%. Kadar logam berat Pb yang diakumulasi oleh eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) berbeda-beda pada setiap stasiun dikarenakan perbedaan kadar Pb yang terdapat pada air sungai sebagai habitatnya. Semakin tinggi kadar Pb yang terkandung dalam perairan menyebabkan semakin besar pula akumulasi Pb pada tumbuhan akuatik (Ulfah dkk, 2017). Akumulasi logam berat dalam proses fitoremediasi pada tumbuhan akuatik umumnya meliputi beberapa mekanisme, diantaranya fitoekstraksi, fitostabilisasi, fitodegradasi, rizofiltrasi, dan fitotransformasi (Wani *et al.*, 2017).

Adanya akumulasi akibat absorpsi logam berat Pb di perairan oleh tumbuhan akan mempengaruhi kualitasnya secara fisiologis, salah satunya terhadap kandungan klorofil. Hal ini dapat dilihat berdasarkan hasil pengujian kadar klorofil pada beberapa jenis tumbuhan akuatik yang ditemukan di Sungai Sudimoro (tabel 4), dimana rerata klorofil total pada *Eichhornia crassipes* dan

Ipomoea aquatica yang didapatkan di stasiun 1 dan stasiun 2 menunjukkan nilai yang berbeda. Pada stasiun 2 yang kadar Pb airnya lebih tinggi dibandingkan dengan kadar Pb air pada stasiun 1, memiliki kadar klorofil total yang lebih rendah dibandingkan stasiun 1. Rendahnya kadar klorofil diakibatkan oleh terganggunya proses fisiologi pada tumbuhan tersebut, dimana struktur kloroplas menjadi rusak dan biosintesis klorofil terhambat karena toksisitas logam Pb yang menyebabkan kinerja enzim asam aminolevulinic menjadi terganggu (Novita dkk, 2012). Ariyanti dkk (2015) menambahkan, logam berat timbal (Pb) dapat masuk ke dalam tumbuh tumbuhan melalui jalur difusi terfasilitasi dan mempengaruhi metabolisme sel. Hal ini membuktikan bahwa besarnya kadar logam berat yang terakumulasi akan berdampak terhadap kadar klorofil daun pada tumbuhan akuatik.

Kualitas perairan juga dipengaruhi oleh faktor fisik dan kimia diantaranya pH, suhu, DO, dan BOD. Pengukuran parameter pH dan suhu didapatkan hasil dengan variasi nilai yang tidak jauh berbeda pada seluruh stasiun pengamatan, yaitu 7,35-7,73 untuk pH dan 32,27-33,03°C untuk suhu. Hasil tersebut kualitas air Sungai Sudimoro berdasarkan parameter pH dan suhu masih tergolong baik karena sesuai dengan baku mutu Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 yaitu 6-9. Kadar pH dan suhu yang sesuai dapat mengoptimalkan pertumbuhan tumbuhan akuatik yang berada pada suatu ekosistem, sehingga faktor tersebut yang diduga menyebabkan jumlah populasi tumbuhan akuatik di Sungai Sudimoro melimpah. Nilai pH tertinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu dengan rerata sebesar 7,73. Tingginya nilai pH diduga terjadi disebabkan oleh kotoran ikan, karena ketika pengambilan sampel pada lokasi tersebut banyak dijumpai masyarakat yang sedang memancing ikan. Menurut Alfionita dkk (2019) nilai pH dipengaruhi oleh kotoran ikan yang mengandung ammonia sehingga menyebabkan derajat keasaman menjadi berubah.

Sedangkan hasil pengukuran pada parameter BOD dan DO, didapatkan rerata tertinggi pada stasiun 2 untuk BOD dan stasiun 3 untuk DO. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cahyanto dkk (2018) yang menyebutkan bahwa semakin kecil kadar BOD maka semakin baik kualitas suatu perairan, sehingga pada stasiun 2 yang kadar Pb airnya paling tinggi memiliki kadar BOD yang tinggi pula. Sedangkan hal tersebut berbanding terbalik dengan kadar DO, semakin tinggi BOD maka semakin rendah kadar DO. *Dissolve Oxygen* (DO) merupakan banyaknya kadar oksigen yang terlarut di dalam perairan. Menurut Sumantri (2013), semakin besar kadar DO maka derajat pengotorannya tergolong kecil. Pada stasiun 3 yang kadar Pb airnya yang paling rendah memiliki kadar DO yang paling tinggi, sehingga menunjukkan bahwa kualitas perairan di stasiun 3 paling baik dari seluruh stasiun pengamatan.

SIMPULAN

Simpulan dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa keanekaragaman tumbuhan akumulator logam berat Pb di Sungai Sudimoro, Mojokerto tergolong rendah yaitu dengan indeks keanekaragaman $H' < 1$. Spesies tumbuhan akuatik yang mendominasi di Sungai Sudimoro adalah *Eicchornia crassipes* karena dijumpai pada seluruh stasiun pengamatan dengan INP pada stasiun 1 sebesar 109,1%; 121,05% pada stasiun 2, dan 81,87% pada stasiun 3. Rerata kadar logam berat Pb pada air Sungai Sudimoro tertinggi terdapat pada stasiun 2 dengan kondisi wilayah yang berada di wilayah industri dengan kadar Pb air sebesar 0,06 ppm dan mempengaruhi kadar klorofil pada tumbuhan akuatik, semakin tinggi kadar Pb maka semakin rendah kadar klorofil dalam tumbuhan yang ditemukan di Sungai Sudimoro. Kualitas air Sungai Sudimoro berdasarkan pengukuran faktor fisik dan kimia tergolong baik karena masih berada di bawah standar baku mutu.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiyah A, Sa'adah L, Handayani, P, dan Laelasari I, 2020. Identifikasi Biodiversitas Tumbuhan Pada Lingkungan Akuatik di Sungai Kabupaten Jepara. *Journal of Biology Education* 1 (1): 32-43.
- Alfionita ANA, Patang, dan ES Kaseng, 2019. Pengaruh Eutrofikasi Terhadap Kualitas Air di Sungai Jeneberang. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Pertanian* 5 (1): 9-23.
- Anjani A, Hasan Z, dan Rosidah, 2012. Kajian Penyuburan dengan Bioindikator Makrozoobentos dan Substrat di Situ Bagendit Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* 3 (3): 253-262.
- Ariyanti D, JD Budiono, dan Rachmadiarti F, 2015. Analisis Struktur Daun Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) yang Didapar dengan Logam Berat Pb (Timbal). *Lentera Bio* 3 (1): 37-42.
- Cahyanto T, Sudjarwo T, SP Larasati, Fadillah A, 2018. Fitormediasi Air Limbah Pencelupan Batik Parakannyasag Tasikmalaya Menggunakan Kayu Apu (*Pisia Stratiotes* L.). *Scripta Biologica* 5 (2): 83-89.

- Dieta YA dan Hendrasarie N, 2019. Kemampuan Absorpsi Pb dari Limbah Industri Oleh Tumbuhan Kayu Ambang (*Lemna minor*), Kayu Apu (*Pistia stratiotes*), dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). *Jurnal Envirotek* 11 (1): 39-45.
- Hidayati N, 2013. Mekanisme Fisiologis Tumbuhan Hiperakumulator Logam Berat. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 14 (2): 75-82.
- Indryanto, 2006. *Ekologi Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Irhamni I, 2017. Kajian akumulator beberapa tumbuhan air dalam menyerap logam berat secara fitoremediasi. *Jurnal Serambi Engineering* 1 (2): 75-84.
- Khusna A, 2017. *Studi Kualitas Air Sungai Sudimoro di Mojokerto Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Sumber Belajar Biologi*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: PPs Universitas Muhammadiyah Malang.
- Kuma M dan Shibru S, 2015. Floristic Composition, Vegetation Structure, and Regeneration Status of Woody Plant Species of Oda Forest of Humbo Carbon Project, Wolaita, Ethiopia. *Journal of Botany* 1: 1-9.
- MR Lahusen, Naharuddin dan Sustris, 2014. Keanekaragaman Spesies Vegetasi Tepian Sungai Kaili Desa Labuan Kungguma Kecamatan Labuan. *Jurnal Warta Rimba* 2 (1): 136-144.
- Merliyana, 2017. *Analisis Status Pencemaran Air Sungai Dengan Makrobentos Sebagai Bioindikator di Aliran Sungai Sumur Putri Teluk Belitung*. Skripsi tidak diterbitkan. Lampung: PPs Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Mokoginta M, 2016. Tree Species Diversity at The Protected Forest of Mountain Masinggi, North Bolaang Mongondow, Indonesia. *International Journal of Agriculture and Forestry* 6 (2): hal 69-73.
- Novita, Yuliani, dan Purnomo T, 2012. Penyerapan Logam Timbal (Pb) dan Kadar Klorofil *Elodea Canadensis* pada Limbah Cair Pabrik Pulp dan Kertas. *Lentera Bio* 1 (1): 1-8.
- Oktaviani R dan Yanuwadi B, 2016. Analisis Vegetasi Riparian di Tepi Sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Biotropika* 4 (1): 25-31.
- Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001, Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Rachmadiarti F and 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.
- Rahayu YS dan Yuliani, 2013. *Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya. Saharjo BH dan Cornelio G, 2011. Suksesi Alami Paska Kebakaran Pada Hutan Sekunder di Desa Fatuquero, Kecamatan Railaco, Kabupaten Ermera Timor Leste. *Jurnal Silviculture Tropika* 2 (1): 40-45.
- Salt DE, 2000. Phytoextraction: Present Application and Future Promise. Di dalam: Wise DL, Trantolo DJ, Cichon EJ, Inyang HI, dan Stottmeister U (Ed). *Bioremediation of Contaminated Soils* Marcel Dekker. Inc. New York: Vassel. Hal 729-743.
- Setyawan H, 2001. *Studi Kualitas Air Telaga Bleder Untuk Air Baku Air Minum di Desa Ngasinan Kecamatan Grabag Kabupaten Magelang Jawa Tengah*. Skripsi tidak diterbitkan. Solo: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Simbolon AR, 2016. Pencemaran Bahan Organik dan Eutrofikasi di Perairan Cituis, Pesisir Tangerang. *Jurnal Pro-Life* 3 (2): 109-118.
- Sugiyanto RAN, Yona D, dan RD Kasitowati, 2016. Analisis Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Lamun *Enhalus acoroides* Sebagai Agen Fitoremediasi di Pantai Paciran, Lamongan. *Makalah Utama*. Disampaikan pada Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan VI.
- Sugiyono, 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: PT Alfabet.
- Sumantri A, 2013. *Kesehatan Lingkungan*. (Ed). Jakarta: Kencana Prenada Media Group. Hal: 209-213.
- Sundari D, Hananto M, dan Suharjo, 2016. Kandungan Logam Berat dalam Bahan Pangan di Kawasan Industri Kilang Minyak, Dumai. *Bulletin Penelitian Sistem Kesehatan* 19 (1): 55-61.
- Ulfah M, Rachmadiarti F, dan YS Rahayu, 2017. Pengaruh Timbal (Pb) Terhadap Kandungan Klorofil Kiambang (*Salvinia molesta*). *Lentera Bio* 6 (2): 44-48.
- Wani RA, Ganai BA, Shah MA, and Uqab B, 2017. Heavy Metal Uptake Potential of Aquatic Plants Through Phytoremediation Technique. *Journal Bioremediation & Biodegradation* 8 (4): 1-5.

Published: September 2021

Authors:

Ajeng Rizki Ramadhania, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang, Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: ajeng.17030244036@mhs.unesa.ac.id
 Fida Rachmadiarti, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang, Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: fidarachmadiarti@unesa.ac.id

How to cite this article:

Ramadhania AR, Rachmadiarti F, 2021. Keanekaragaman Tumbuhan Akumulator Logam Berat (Pb) di Sungai Sudimoro, Mojokerto. *LenteraBio*; 10(3): 329-338