



Kemampuan *Hydrilla verticillata* Sebagai Agen Fitoremediasi Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) Detergen

Dewi Putriarti¹⁾, Istatik Mudloifah¹⁾, Nabila Fitri Rosyidah¹⁾, Mahadewi Putri Zainuddin¹⁾, Fida Rachmadiarti¹⁾, Herlina Fitrihidajati¹⁾, Irma Leilani Eka Putri²⁾

¹⁾Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

²⁾Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jl. Ketintang, Ketintang, Kec. Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur

Email: dewi.19036@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

LAS (*Linear Alkylbenzene Sulfonate*) dapat menyebabkan pencemaran perairan. Pencemaran LAS detergen di perairan dapat diminimalisir dengan fitoremediasi menggunakan *Hydrilla verticillata*. Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui kemampuan *Hydrilla verticillata* dalam menurunkan kadar LAS deterjen pada media air dan 2) mendeskripsikan hubungan LAS pada media air terhadap biomassa basah dan morfologi *Hydrilla verticillata*. Jenis penelitian ini merupakan eksperimental dengan menggunakan kelompok kontrol awal (K1) yaitu tanpa menggunakan fitoremediasi, kemudian kelompok kontrol akhir (K2) setelah pengamatan 7 hari, dan kelompok perlakuan (K3) dengan menggunakan tanaman *Hydrilla verticillata* sebagai agen fitoremediasi dengan lama waktu fitoremediasi selama 7 hari dan setiap ulangan di ulangi 3 kali. Konsentrasi LAS yang digunakan sebagai kontrol dan perlakuan sama yaitu sebanyak 20 ppm. *Hydrilla verticillata* di dapatkan dari Sungai Mas, Kecamatan Taman, Sidoarjo yang telah diaklimatisasi selama 7 hari. Data pengukuran meliputi kandungan LAS media, biomassa *Hydrilla verticillata*, pH, suhu dan DO. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif dan dibandingkan dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Hasil penelitian menunjukkan *Hydrilla verticillata* mampu menurunkan kadar deterjen LAS dari rata-rata 20 ± 0 ppm menjadi $0,058 \pm 0,003$ ppm dengan persentase penurunan 99,71% setelah 7 hari kontak. Penurunan kandungan deterjen LAS pada media tanam disertai dengan penurunan biomassa basah *Hydrilla verticillata*. Penurunan biomassa basah *Hydrilla verticillata* dari rata-rata 200 ± 0 gram menjadi 90 ± 45.825 gram dengan persentase penurunan sebesar 55%. Morfologi *Hydrilla verticillata* setelah perlakuan menunjukkan gejala klorosis dan kehilangan akar yang menyebabkan kematian.

Kata Kunci: Fitoremediasi; *Hydrilla verticillata*; LAS Detergent

PENDAHULUAN

Pada masa ini masalah yang sedang dihadapi oleh Indonesia adalah berkurangnya kuantitas dan kualitas air dari tahun ke tahun (Sasongko *et al.*, 2014). Perkembangan penduduk yang setiap waktu terjadi menyebabkan kebutuhan akan air bersih semakin besar pula, sedangkan kualitas air yang baik mulai sulit didapatkan. Hal ini diakibatkan oleh banyak sebab salah satunya adalah pencemaran oleh manusia. Kegiatan mencuci



menggunakan detergen dilakukan setiap hari tanpa menghiraukan aturan pakai. Disisi lain, limbah detergen mengandung bahan kimia yang semakin lama terakumulasi dan menyebabkan pencemaran pada lingkungan.

Detergen menyebabkan pencemaran karena mengandung bahan aktif Sodium Tripolyphospat (STPP) dan bahan aditif seperti pemutih (bleaching agent), pewangi, dan pelembut yang merupakan bahan yang sulit untuk didegradasi secara alami. Pencemaran juga disebabkan oleh surfaktan anionik seperti *Linear alkylbenzene sulphonate* (LAS). LAS merupakan surfaktan anionik yang bersifat memperkecil tegangan permukaan dan menjaga kotoran teremulsi dalam pelarut air (Herlambang & Hendriyanto, 2015). LAS detergen dapat menyebabkan berbagai permasalahan di perairan salah satunya yaitu terjadinya eutrofikasi sehingga oksigen terlarut pada perairan berkurang dan kualitas air menurun. Selain itu akumulasi LAS pada makhluk hidup misalnya ikan dapat memicu hati ikan untuk bekerja lebih keras sehingga menyebabkan peradangan dan pembengkakan, serta menurunkan kesuburan gonad karena rendahnya alokasi energi untuk bereproduksi (Yuliani, 2015). Dampak LAS pada manusia seperti dijelaskan Imtiyaz (2020) yaitu LAS dapat menyebabkan iritasi kulit dan mata, serta kerusakan organ dalam ginjal dan empedu. Selain itu, dampak LAS terhadap tumbuhan menurut hasil percobaan Fitrihidajati (2020) pada tumbuhan *Sagittaria lancifolia* yaitu tumbuhan tersebut dapat bertahan hidup namun morfologi daun menunjukkan tanda-tanda nekrosis dan klorosis selama 14 hari paparan detergen.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memulihkan lingkungan termasuk perairan yang tercemar adalah dengan menggunakan tumbuhan sebagai agen fitoremediasi (Hidayati, 2013). Tumbuhan dapat menyerap polutan baik logam berat ataupun zat pencemar lainnya, kemudian diakumulasi di sebagian tubuhnya atau melalui respirasi di stomata. Salah satu tumbuhan air yang berpotensi sebagai fitoremediator adalah *Hydrilla verticillata*. Menurut Artiyani (2011), *Hydrilla verticillata* adalah tanaman yang melayang di air, sehingga dapat menurunkan bahan pencemar perairan lebih efektif karena bagian daun, batang dan akar terendam di dalam air. Ningsih (2014) menyebutkan, *Hydrilla verticillata* sebagai tumbuhan air memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemar air limbah yang memiliki kadar organik tinggi.

Beberapa penelitian menggunakan tumbuhan *Hydrilla verticillata* untuk fitoremediasi logam berat. Novi *et al.*, (2019) dalam penelitiannya menggunakan *Hydrilla verticillata* sebagai fitoremediator logam Seng (Zn) limbah industri kertas. Hasil fitoremediasi ini menunjukkan bahwa kadar logam menurun 50% setelah 15 hari perlakuan. Puspita *et al.*, (2011) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa *Hydrilla verticillata* mampu menurunkan kadar logam Kromium (Cr) air limbah batik sebesar 10%. *Hydrilla verticillata* memiliki kemampuan untuk melakukan remediasi karena toleran terhadap logam berat yang ada di lingkungan (Phukan *et al.*, 2015). Tumbuhan ini mampu mengakumulasi cemaran logam berat dalam tubuhnya, sehingga



memungkinkan *Hydrilla verticillata* untuk meremediasi LAS. Selain itu, *Hydrilla verticillata* banyak dimanfaatkan sebagai fitoremediator logam, sedangkan pemanfaatan untuk fitoremediasi LAS detergen belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk 1) mengetahui kemampuan *Hydrilla verticillata* dalam menurunkan kadar LAS deterjen pada media air dan 2) mendeskripsikan hubungan LAS pada media air terhadap biomassa basah dan morfologi *Hydrilla verticillata*.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan eksperimental dengan menggunakan kelompok kontrol awal (K1) yaitu tanpa menggunakan fitoremediasi, kemudian kelompok kontrol akhir (K2) setelah pengamatan 7 hari, dan kelompok perlakuan (K3) dengan menggunakan tanaman *Hydrilla verticillata* sebagai agen fitoremediasi dengan lama waktu fitoremediasi selama 7 hari dan setiap ulangan di ulangi 3 kali. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai bulan November 2021 di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi Universitas Negeri Surabaya. Analisis penurunan kadar LAS detergen dilaksanakan di Laboratorium Gizi, Fakultas Gizi Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga Surabaya dengan menggunakan metode MBAS (*Methylen Blue Active Substance*).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi timbangan digital, PH meter, thermometer, DO meter, sechi disk, gelas beker, toples besar, pipet, botol winkler terang, alat tulis, kertas label dan ember. Bahan yang digunakan yaitu aquades, LAS detergen konsentrasi 20 ppm dan tumbuhan *Hydrilla verticillata* segar yang diperoleh dari Sungai Mas Kecamatan Taman Kabupaten Sidoarjo.

Fitoremediasi dilakukan menggunakan 6 toples besar dengan rincian 3 toples sebagai ulangan perlakuan dan 3 toples sebagai kontrol. Konsentrasi LAS detergen yang digunakan pada setiap toples sama yaitu sebesar 20 ppm. Perlakuan dilakukan setelah aklimatisasi *Hydrilla verticillata* pada tiga ember yang masing-masing berisi 5 L air AC selama 7 hari.

Pembuatan media air dilakukan dengan cara memasukan 5 liter air ke dalam masing-masing toples besar dan ditambahkan LAS detergen dengan konsentrasi 20 ppm pada setiap perlakuan sampel dan tanpa LAS detergen (0 ppm) sebagai kontrol. Selanjutnya memasukan tumbuhan *Hydrilla verticillata* sebanyak 200 gram ke dalam media tanam yang berisi LAS detergen konsentrasi 20 ppm sebagai perlakuan dan tanpa tumbuhan sebagai kontrol. Lama waktu kontak atau perlakuan adalah selama 7 hari. Pengukuran parameter fisika dan kimia yang diukur meliputi suhu, DO, dan pH yang diukur di awal dan di akhir perlakuan. Kemudian pengukuran biomassa basah *Hydrilla verticillata* yang diukur di akhir fitoremediasi dengan menggunakan neraca digital dan pengukuran penurunan LAS detergen pada media tanam menggunakan spektrofotometer



UV-VIS dengan panjang gelombang 652 nm.

Data yang didapat dari pengamatan ini meliputi biomassa basah *Hydrilla verticillata*, hasil pengukuran kadar LAS detergen, dan data pendukung parameter lingkungan seperti pH, suhu, dan DO di analisis secara deskriptif kuantitatif dengan tabel dan grafik dan perbandingan mengacu pada stanadr baku mutu Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran kadar LAS detergen dan pengukuran factor fisika kimia perairan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Hasil pengukuran kadar LAS detergen dan pengukuran factor fisika kimia

Kelompok	Ulangan ke-	pH	Suhu (°C)	DO (ppm)	Kadar LAS detergen (ppm)	Presentase Penurunan LAS	
Kontrol awal (K1)	1	7,67	30	6,65	20	95,84%	
	2	7,53	29	6,75	20		
	3	7,72	29,5	4,55	20		
	Rata-rata	7,64	29,5	5,98	20		
Kontrol akhir (K2)	1	7,53	27	3,83	0,873		
	2	7,68	27	3,91	0,791		
	3	7,52	28	1,12	0,832		
	Rata-rata	7,57	27,3	2,95	0,832		
Perlakuan akhir (K3)	1	6,63	27	0,04	0,061		99,71%
	2	6,75	27	0,06	0,055		
	3	6,56	27	0,06	0,058		
	Rata-rata	6,64	27	0,05	0,058		
Standar Baku		6-9	26-29°C	-	-		

Tabel diatas menunjukkan adanya penurunan kadar LAS pada media tanam. Penurunan kadar LAS pada perlakuan dapat dilihat dengan membandingkan kadar LAS awal dan akhir pada kontrol dan perlakuan. Pada perlakuan (dilakukan fitoremediasi dengan *Hydrilla verticullata*) selama 7 hari menunjukkan adanya penurunan rata-rata kadar LAS detregen pada media air yang awalnya 20 ppm menjadi tersisa 0,058 ppm dengan prosentase penurunan sebesar 99,71%, sedangkan pada kontrol (tidak dilakukan fitoremediasi menggunakan *Hydrilla verticullata*) menunjukkan penurunan lebih kecil dibandingkan perlakuan. Menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013, nilai ambang batas LAS pada perairan adalah 10 mg/L. Dengan demikian fitoremediasi dengan *H. verticillata* dapat dikatakan berhasil dan air limbah hasil percobaan ini telah aman dibuang ke badan perairan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Ningsih (2014) bahwa *Hydrilla* sp. sebagai tumbuhan air memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemar air limbah. Penurunan kadar LAS dengan konsentrasi 20 ppm menggunakan fitoremediator *H. verticillata* pada percobaan ini tergolong tinggi jika dibandingkan



dengan fitoremediator lain. Jauza dan Rachmadiarti (2020) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa *Ludwig adscendens* menurunkan kadar LAS yang semula 20 ppm menjadi $2,68 \pm 0,294$ ppm setelah 10 hari perlakuan, sedangkan Dwi dan Rachmadiarti (2020) menunjukkan bahwa *Marsilea crenata* menurunkan kadar LAS yang semula 20 ppm menjadi $2,63 \pm 0,251$ ppm setelah 10 hari perlakuan. Hal ini bisa disebabkan karena *H. verticillata* merupakan tumbuhan air yang terendam. Menurut Xing *et al.*, (2013) tumbuhan air submerged (terendam) memiliki luas permukaan lebih besar untuk kontak dengan air jika dibandingkan dengan tumbuhan air non submerged (tidak terendam) sehingga dapat lebih banyak menyerap toksikan. Penyerapan atau masuknya toksikan dalam tubuh tumbuhan menurut Haryati *et al.*, (2012) terjadi akibat perbedaan kandungan atau konsentrasi antara tumbuhan dan lingkungan tercemar toksikan misalnya Pb sehingga akan menyebabkan terjadinya perpindahan logam Pb secara difusi dan osmosis karena massa zat pada media dengan kandungan yang tinggi akan berpindah ke media dengan kandungan yang rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian fitoremediasi yang dilakukan oleh Rachmawati (2018) menggunakan tumbuhan Lemna dimana semakin tinggi konsentrasi surfaktan detergen yang ada pada media tanam maka semakin besar pula kadar surfaktan yang diserap oleh Lemna, sehingga terjadi penurunan surfaktan detergen pada media tanam.

Selain terjadi penurunan kadar LAS detergen, pada media air juga terjadi perubahan factor fisika dan kimia berupa pH, suhu dan BOD. Hasil dari pengukuran pada faktor fisik dan kimia lingkungan menunjukkan bahwa tumbuhan *H. verticillata* mampu menurunkan pH pada tiap pengulangan. Penurunan kadar LAS detergen seiring dengan penurunan pH, suhu dan DO. Pengukuran pH media tanam mengalami penurunan. pH menjadi netral karena tumbuhan *H. verticillate* menyerap senyawa LAS detergen ke dalam akar tumbuhan dalam jumlah yang banyak. Sehingga perubahan pH dapat dikatakan baik disebabkan oleh kemampuan tumbuhan air dalam menyerap senyawa kimia baik organik maupun anorganik melalui proses kimiawi oleh faktor lingkungan (Herlambang & Hendriyanto, 2015). Pada toples kontrol tidak mengalami penurunan pH yang signifikan dan pHnya tetap basa. Hal ini menunjukkan perbedaan yang terjadi antara kelompok perlakuan dan kontrol. Pada control tidak terjadi perubahan pH menjadi netral karena tidak diberi fitoremediator yaitu tumbuhan *H. verticillata*.

Suhu merupakan salah satu factor fisik pada penelitian yang dilakukan. Suhu awal perlakuan berkisar antara 30°C dan 29°C . Setelah dilakukannya fitoremediasi oleh *H. verticillate*, didapatkan bahwa terjadi perubahan suhu pada media tanam yang juga dipengaruhi oleh lama waktu kontak. Hasil tersebut sesuai dengan suhu normal menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 yaitu berkisar antara $26-29^{\circ}\text{C}$. Hartanti *et al.*, (2014) menyatakan bahwa suhu dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan metabolisme makhluk hidup, suhu pertumbuhan tumbuhan air berkisar antara 22-



30°C. Pada penelitian ini didapatkan bahwa suhu pada setiap pengulangan perlakuan berada pada titik yang optimum karena berkisar antara 27-29°C.

Hasil pengamatan DO pada media mengalami penurunan baik pada media control maupun setiap perlakuan pengulangan. Hal ini menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut pada media tidak bisa mendukung kehidupan organisme. Penurunan nilai DO ini kemungkinan besar disebabkan oleh tidak adanya aliran air. Percobaan ini dilakukan di dalam toples dengan air yang mengandung LAS detergen tanpa aerasi (aliran air) sehingga mengakibatkan rendahnya oksigen terlarut. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahayu dan Terangna bahwa tanpa aerasi kadar oksigen menurun terus (Herlambang & Hendriyanto, 2015). Kekeruhan pada media mengalami penurunan, meskipun tidak turun secara drastis. Hal ini terjadi karena kadar LAS detergen telah diserap oleh tumbuhan, sedangkan penurunan yang rendah terjadi karena air keruh sebab *H. verticillata* tidak dapat bertahan hidup sehingga membusuk di dalam toples percobaan.

Kadar BOD pada media tanam berbanding lurus dengan kadar LAS akhir. Nilai BOD tertinggi didapatkan dari perlakuan pada pengulangan ke-1 yang menunjukkan bahwa banyak O₂ yang dibutuhkan untuk menguraikan senyawa organik dalam limbah (Padmaningrum, 2014). Tingginya nilai BOD dalam perairan dapat disebabkan karena adanya banyaknya cemaran seperti senyawa organik maupun logam berat (Pudjiastuti *et al.*, 2013). Kedua macam limbah tersebut mampu menyebabkan mikroorganisme melakukan aktivitas yang tinggi sehingga mengakibatkan oksigen terlarut dalam air mengalami degradasi. Secara tidak langsung, nilai BOD yang tinggi juga menunjukkan bahwa terdapat bahan-bahan organik yang tersuspensi dan mencemari badan air (Permadi dan Widyastuti, 2014). Menurut Oladipo *et al.* (2017), tingginya nilai BOD juga dapat disebabkan oleh tumbuhan yang terdekomposisi dan berasosiasi dengan air. Sedangkan nilai BOD terendah didapatkan pada pengulangan ke-2 yang diduga terjadi karena sebagian dari senyawa organik pada reaktor tersebut telah diuraikan menjadi senyawa lain yang lebih sederhana sehingga memudahkan tanaman untuk menyerap senyawa tersebut yang akan digunakan untuk proses metabolismenya (Rukmi *et al.*, 2013). Penurunan BOD terjadi karena tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap bahan organik dalam bentuk ion (Suardhana; Herlambang & Hendriyanto, 2015).

Perlakuan fitoremediasi dengan tumbuhan *Hydrilla verticillata* menunjukkan adanya perubahan biomassa basah awal dan akhir perlakuan. Biomassa basah *Hydrilla verticillata* awal dan akhir perlakuan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Biomassa basah *Hydrilla verticillata* pada awal dan akhir perlakuan

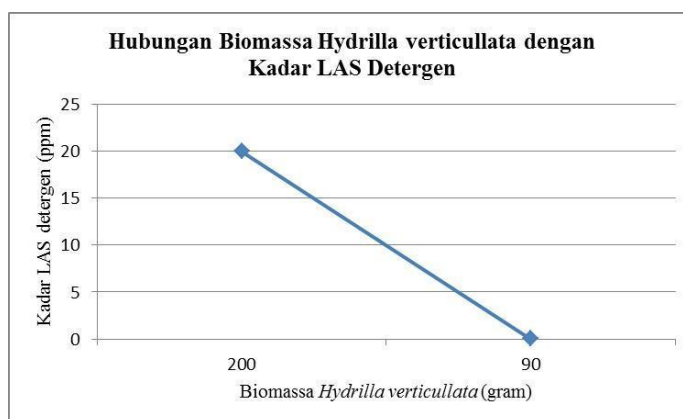
Perlakuan	Biomassa Basah (gr)	
	Awal	Akhir
Ulangan ke-1	200	140




Ulangan ke-2	200	50
Ulangan ke-3	200	80
Rata-rata ± Std	200 ± 0	90 ± 45,825

Tabel diatas menunjukkan adanya penurunan biomassa basah *Hydrilla verticillata*. Penurunan biomassa *Hydrilla verticillata* terjadi setelah meremediasi media tanam yang diberi LAS dengan konsenstrasi 20 ppm. Dengan membandingkan biomassa awal dan akhir *Hydrilla verticillata*, dapat diketahui bahwa prosentase penurunan biomassa basah *Hydrilla verticillata* sebesar 55%.


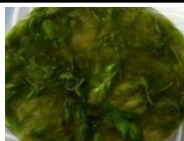



Hubungan antara kadar LAS detergen pada media tanam dengan biomassa basah tumbuhan *Hydrilla verticillata* dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Tabel 3. Pengamatan morfologi *Hydrilla verticillata* awal dan akhir pengamatan

Waktu Pengamatan	Ulangan	Gambar
Awal	Ke-1	



	Ke-2	
	Ke-3	
Akhir	Ke-1	
	Ke-2	
	Ke-3	

Biomassa *Hydrilla verticillata* mengalami penurunan setelah perlakuan fitoremediasi pada media tanam yang diberi LAS dengan konsentrasi 20 ppm selama 7 hari. Prosentase penurunan biomassa basah *Hydrilla verticillata* sebesar 55% dari biomassa awal sebelum perlakuan. Penurunan biomassa ini disebabkan karena terjadinya akumulasi LAS pada tubuh *Hydrilla verticillata* melebihi kemampuannya. Sehingga mengakibatkan pecahnya sel-sel *Hydrilla verticillata* dan kerontokan akar yang berujung pada kematian. Selain itu, penurunan biomassa ini juga berkaitan dengan titik jenuh tumbuhan. Ketika tumbuhan telah melewati titik jenuh, maka pertumbuhan tanaman dapat terganggu serta penyerapan unsur hara menjadi terhambat sehingga metabolisme tumbuhan juga menjadi terganggu (Imtiyaz et al., 2020). Pada pengamatan ini tumbuhan menunjukkan gejala klorosis yang ditandai dengan perubahan warna daun menjadi menguning akibat tingginya kadar LAS pada *Hydrilla verticillata*. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Widiarso (2011) yang menyatakan bahwa perubahan pada daun disebabkan oleh beban polutan yang tinggi sehingga menurunkan kualitas dan kuantitas klorofil. Perubahan morfologi pada *Hydrilla verticillata* merupakan respon tumbuhan yang menunjukkan kemampuan adaptasi *Hydrilla verticillata* terhadap LAS detergen kurang baik karena *Hydrilla verticillata* tidak dapat bertahan hidup meskipun kadar LAS detergen pada media tanam menurun.



Hydrilla verticillata biasa dimanfaatkan sebagai fitoremediator logam. Proklamasingih & Hemayanti (2008) dalam penelitiannya mendapati bahwa pemberian timbal sampai dengan 15 mg/l masih dapat ditoleransi oleh *Hydrilla verticillata*. *Hydrilla verticillata* mengeluarkan strategi pertahanannya pada hari ke 5 dan ke 10 dengan cara metal indicator, dimana *Hydrilla verticillata* mentoleransi keberadaan konsentrasi logam dengan menghasilkan senyawa pengikat logam atau mengubah susunan logam dengan menyimpan logam pada bagian yang tidak sensitif. Lambers (2010) menjelaskan bahwa *Hydrilla verticillata* mengkonsentrat konsentrasi logam yang tinggi pada bagian aerial tumbuhan dan menyerap kadar kontaminan yang tinggi lalu diendapkan dalam akar, batang, daun atau tunas. Menurut Xue dkk (2010), tajuk dari hydrilla mampu mengakumulasi logam berat lebih baik dari pada akar karena luas permukaan dinding sel yang lebih lebar. Akar hydrilla tidak hanya mampu mengakumulasi logam berat di luar dinding sel saja namun juga mampu mengakumulasi logam berat ke dalam metabolisme tubuh melalui xylem dan floem.

PENUTUP

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Hydrilla verticillata* memiliki kemampuan dalam menurunkan kadar deterjen LAS dari rata-rata 20 ± 0 ppm menjadi $0,058 \pm 0,003$ ppm dengan persentase penurunan 99,71% setelah 7 hari kontak. Hubungan kadar LAS detergen dengan biomassa basah *Hydrilla verticillata* yaitu penurunan kandungan deterjen LAS pada media tanam disertai dengan penurunan biomassa basah *Hydrilla verticillata*. Penurunan biomassa basah *Hydrilla verticillata* dari rata-rata 200 ± 0 gram menjadi 90 ± 45.825 gram dengan persentase penurunan sebesar 55%. *Morfologi Hydrilla verticillata* setelah perlakuan menunjukkan gejala klorosis dan kehilangan akar yang menyebabkan kematian

REFERENSI

- Ardarini F, 2002. *Kajian Dampak Pengembangan Pariwisata terhadap Kondisi Ekosistem Terumbu karang dan Sosial Ekonomi Masyarakat Pesisir di Nusa Penida Bali*. Bogor: IPB.
- Artiyani A, 2011. Penurunan kadar N-total dan P-total pada limbah cairan tahu dengan metode fitoremediasi aliran batch dan kontinyu menggunakan tanaman *Hydrilla verticillata*. *J. Spectra*, Vol 9(18): 9-14.
- Budiawan, Fatisa Y dan Khairani N, 2009. Optimasi Biodegradabilitas Dan Uji Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan Linear Alkilbenzen Sulfonat (LAS) Sebagai Bahan Deterjen Pembersih. *Jurnal Makara Sains*, 13: 125–130.



- Fitriana N dan Kuntjoro S, 2021. Kemampuan Lemna minor dalam Menurunkan Kadar Linear Alkyl Benzene Sulphonate. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 9(2):109-114.
- Hartanti PI, Alexander TSH, Ruslan W, 2014. Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok terhadap penurunan logam chromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 1(2): 31-37.
- Herlambang P, dan Hendriyanto O, 2015. Fitoremediasi limbah deterjen menggunakan kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) dan Genjer (*Limnocharis flava* L.). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 101-114.
- Imtiyaz, DJ dan Rachmadiarti F, 2020. Kemampuan Tapak Dara Air (*Ludwigia adscendens*) sebagai Agen Fitoremediasi LAS Detergen. *LenteraBio*, 9(1): 51-57.
- Kholifah N. dan Rachmadiarti F, 2019. Pemanfaatan *Salvinia minima* sebagai Penyerap Logam Berat Timbal (Pb) pada Berbagai Konsentrasi Pb. *LenteraBio*, 8(3): 237-242.
- Ningsih IS, Wahyu L, dan Yelmida A, 2014. Fitoremediasi Zn dari limbah cair pabrik pengolahan karet dengan pemanfaatan *Pistia stratiotes* L. *JOM FMIPA*, 1(2): 1-9.
- Novi C, Sartika, dan Shobah AN, 2019. Fitoremediasi Logam Seng (Zn) Menggunakan *Hydrilla* sp. Pada Limbah Industri Kertas. *Jurnal Kimia Valensi*, 5(1): 108-114.
- Oh K, Tiehua C, Tao L and Hongyan C, 2014. Study On Application Of Phytoremediation Technology In Management And Remediation Of Contaminated Soils. *Journal of Clean Energy Technologies*, 2(3): 216- 220.
- Odum EP, 1993. Fundamental of ecology. Dalam Tjahjono, S. (Terjemah), Dasar-dasar Ekologi. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Padmaningrum RT, Tien A, dan Yuliati, 2014. Pengaruh Biomasa Melati Air (*Echinodorus paleaefolius*) dan Teratai (*Nyphaea firecrest*) Terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS, dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry. *Jurnal Penelitian Saintek*, 19(2): 64-74.
- Permadi LN dan M Widyastuti, 2014. Studi Kualitas Air Di Sungai Donan Sekitar Area Pembuangan Limbah Industri Pertamina RU IV CILACAP. CILACAP.
- Pudjiastuti P, Ismail B dan Pranoto, 2013. Kualitas dan Beban Pencemaran Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal Ekosains*. 5(1): 239-250.
- Puspita UR, Siregar AS dan Hidayati NV, 2011. Kemampuan Tumbuhan Air Sebagai Agen Fitoremediator Logam Berat Kromium (Cr) Yang Terdapat Pada Limbah Cair Industri Batik. *Berkala Perikanan Terubuk*, 39(1)



- Rochman F, 2009. Pembuatan Ipal Mini Untuk Limbah Deterjen Domestik. *Jurnal Penelitian Media Eksakta*, 8(2): 134–142.
- Rukmi DP, Ellyke dan Rahayu SP, 2013. Efektivitas Eceng Gondok (*Echihornia crassipes*) dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry (Studi di Laundry X di Kelurahan Jember Lor Kecamatan Patrang Kabupaten Jember). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa 2013* : Universitas Jember.
- Sasongko E, Endang W dan Rawuh E, 2014. Kajian Kualitas Air dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat Di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap. *Jurnal Lingkungan*, 12(2): 72-82.
- Yuliani RL, Purwanti E and Pantiwati Y, 2015. Pengaruh Limbah Detergen Industri Laundry terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS (pp. 822–828)*. Malang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Terkhusus Ibu Fida Rachmadiarti, Ibu Herlina Fitrihidajati, dan Ibu Irma Leilani Eka Putri selaku dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan arahan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya, berkat bantuan dan dukungannya penulis dapat menyelesaikan artikel ilmiah ini dengan baik.