

Semanggi Air (*Marsilea crenata*) Sebagai Agen Fitoremediasi LAS Detergen

Marsilea crenata As a Detergent LAS Phytoremediation Agent

Dwi Rulitasari*, Fida Rachmadiarti

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

* e-mail: dwirulitasari@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. Surfaktan detergen merupakan salah satu polutan terbesar di perairan yang menyebabkan rendahnya ketersediaan oksigen terlarut dalam perairan, timbulnya busa diperairan dan eutrofikasi yang menyebabkan blooming algae. Pencemaran surfaktan tersebut dapat diatasi dengan metode fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh perlakuan berbagai konsentrasi *Linear Alkyl Sulfonate* (LAS) terhadap penurunan LAS dalam media tanam dan pertumbuhan *M. crenata*; mendeskripsikan pengaruh perlakuan lama waktu kontak terhadap penurunan LAS dalam media tanam dan pertumbuhan *M. crenata*; dan mendeskripsikan pengaruh interaksi perlakuan berbagai konsentrasi LAS dan lama waktu kontak terhadap penurunan LAS dalam media tanam dan pertumbuhan *M. crenata*. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor perlakuan yaitu konsentrasi LAS detergen sebesar 0 ppm, 10 ppm, 20 ppm, dan 30 ppm dengan lama waktu kontak selama 5 hari dan 10 hari. Uji hipotesis menggunakan ANOVA dua arah dilanjutkan uji Duncan. Suhu, dan pH merupakan data pendukung yang dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan lama waktu kontak berpengaruh terhadap penurunan kadar LAS dalam media tanam dan biomassa basah *M. crenata* yaitu pada perlakuan lama waktu kontak 10 hari; konsentrasi LAS detergen dalam media tanam menurun yaitu dari konsentrasi 30 ppm menjadi 3,510 ppm; serta meningkatkan biomassa basah *M. crenata* dengan rerata 120 gram; terdapat interaksi berbagai konsentrasi LAS detergen dan lama waktu kontak terhadap penurunan LAS detergen, namun tidak ada interaksi terhadap biomassa basah *M. crenata*. Hasil penelitian membuktikan bahwa *M. crenata* memiliki kemampuan untuk menyerap LAS detergen.

Kata Kunci: *Marsilea crenata*; *Linear Alkyl Sulfonate* (LAS) detergen; biomassa tumbuhan

Abstract. Detergent surfactant is one of the largest pollutants in the water which causes low availability of dissolved oxygen in the water, the emergence of foam in the waters and eutrophication which causes algal bloom. Surfactant pollution can be overcome by phytoremediation method. This study was aimed to describe the effect of various Linear Alkyl Sulfonate (LAS) concentrations on decreasing LAS in the growing medium and growth of *M. crenata*; describe the effect of treatment duration of contact time on the decrease in LAS in the growing media and growth of *M. crenata*; and find out the effect of the interaction between various LAS concentrations and the length of contact time towards decrease of LAS in the growing media and growth of *M. crenata*. This study was an experimental study using Randomized Block Design (RBD) with two treatment factors, namely the concentration of LAS detergent at 0, 10, 20 and 30 ppm and contact time of 5 and 10 days. Hypothesis testing used two-way ANOVA followed by Duncan test. Temperature, and pH were supporting data were analyzed descriptively. The results of the study showed that the duration of contact time affected the decrease of LAS level in the growing media and the wet biomass of *M. crenata* at 10 days contact time treatment; the concentration of LAS detergent in the growing media decreased from concentration of 30 ppm to 3,510 ppm and wet biomass of *M. crenata* was increased average of 120 g; interaction was found between various LAS detergent concentrations and at contact time towards decrease of LAS, but there was no interaction with *M. crenata* wet biomass. The result of the study proved that *M. crenata* had the ability to absorb detergent LAS.

Key words: *Marsilea crenata*; *Linear Alkyl Sulfonate* (LAS) detergent; plant biomass

PENDAHULUAN

Limbah deterjen merupakan salah satu limbah yang mencemari badan perairan. Sumber dari limbah deterjen dapat berasal dari aktivitas rumah tangga dan industri. Limbah deterjen yang masuk ke lingkungan perairan akan mempengaruhi kualitas perairan dan akan berpengaruh terhadap

keadaan ekosistem di perairan tersebut (Sa'adah, 2009). Surfaktan yang terakumulasi di perairan akan mengakibatkan difusi oksigen dari udara berlangsung lambat yang secara tidak langsung mengganggu kehidupan organisme perombak dan menyebabkan terganggunya kehidupan ekosistem biota perairan akibat oksigen yang terlarut dalam air menjadi sedikit (Hyness, 1974). Adanya surfaktan juga mengakibatkan timbulnya busa di permukaan perairan yang menyebabkan terbentuknya daerah antar fase yang lebih luas, sehingga terjadi akumulasi surfaktan dalam air busa yang menyebabkan terjadinya penurunan kepekatan beberapa ribu kali surfaktan dalam massa air. Dampak lain dari adanya deterjen di perairan yaitu terjadinya eutrofikasi oleh karena adanya senyawa fosfat dari deterjen yang menyebabkan tumbuhan perairan menjadi subur dan pertumbuhan alga menjadi meningkat melebihi batas normal atau biasa disebut dengan blooming. Kondisi ini akan menimbulkan pencemaran air.

Pencemaran air oleh deterjen diakibatkan dari bahan utama penyusun deterjen yaitu *Natrium Dodecyl Benzen Sulfonat* (NaDBS) dan *Sodium Tripolyphosphat* (STPP) yang sulit untuk didegradasi secara alamiah (Sumarno *et al.*, 1996). Menurut Nida (2008) selain NaDBS dan STPP, pencemaran deterjen di perairan juga disebabkan oleh adanya kandungan surfaktan dalam deterjen seperti *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl Benzene sulfonate* (LAS).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memulihkan lingkungan termasuk perairan yang tercemar adalah dengan menggunakan tumbuhan sebagai agen fitoremediasi (Hidayati, 2013). Fitoremediasi merupakan teknik penggunaan tumbuhan sebagai penstabil, pemindahan, penghilang, dan penghancuran bahan pencemar yang terdapat pada lingkungan berupa senyawa organik maupun anorganik (Priyanto dan Prayitno, 2006).

Semanggi Air (*Marsilea crenata* C. Presl) merupakan salah satu tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai agen fitoremediasi. *M. crenata* merupakan tumbuhan air yang banyak terdapat di lingkungan air tawar seperti, sawah, kolam, danau, dan sungai. Tumbuhan ini biasanya tumbuh dengan jenis-jenis tumbuhan air lainnya seperti eceng kecil, genjer, rumput air, serta teki alit dan lain-lain (Sulistiono, 2009). Sebagian penelitian menunjukkan kemampuan tumbuhan *M. crenata* dalam menyerap logam berat yang ada dalam lingkungan. Kemampuan tumbuhan *M. crenata* dalam menyerap logam berat didukung oleh penelitian Rachmadiarti dan Trimulyono, (2015) tumbuhan *M. crenata* air yang berada pada lahan basah Benowo, Surabaya mampu bertahan hidup pada habitat tercemar logam berat Pb yang berasal dari limbah domestik dari limbah industri maupun limbah rumah tangga. Meepun *et al.*, (2013) menyatakan tumbuhan *M. crenata* pada daerah Surat Thani, Thailand dapat menurunkan kadar logam berat Pb sebesar 25,45% dan Cu sebesar 15,92% pada perairan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan *M. crenata* dalam menurunkan kadar LAS deterjen dan meningkatkan biomassa basah tumbuhan *M. crenata*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-April 2019 di *Green House* C10 Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Uji parameter kualitas air dilakukan di laboratorium ekologi Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Analisis penurunan kadar LAS deterjen dilakukan di Laboratorium Kimia dan Lingkungan, Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya dengan menggunakan metode MBAS (*Methylen Blue Active Substance*). Bahan tumbuhan *M. crenata* yang digunakan diambil dari Desa Sememi, Benowo, Surabaya. Limbah deterjen diperoleh dengan membuat deterjen sintetis menggunakan deterjen berbentuk serbuk. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis LAS yaitu NaH_2PO_4 , metilen blue, klorofom, larutan pencuci, sedangkan bahan kimia untuk analisis klorofil yaitu alkohol 95%.

Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor perlakuan yaitu konsentrasi LAS deterjen dengan konsentrasi 0 ppm, 10 ppm, 20 ppm, dan 30 ppm serta lama waktu kontak 5 hari dan 10 hari dengan ulangan 3 kali ulangan pada tiap perlakuan sehingga didapatkan unit total sebanyak 24 perlakuan.

Aklimatisasi tumbuhan *M. crenata* dilakukan selama 7 hari pada bak-bak plastik yang diisi dengan air. Limbah deterjen sintetis dibuat dengan cara memasukkan 4 liter air ke dalam tiap-tiap akuarium dan ditambahkan LAS deterjen pada setiap perlakuan sebesar 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, dan tanpa LAS deterjen (0 ppm) sebagai perlakuan kontrol, serta ditambahkan larutan *hoagland* sebesar 20% dari volume media tanam. Selanjutnya memasukkan tumbuhan *M. crenata* sebanyak 100 gram pada setiap perlakuan konsentrasi LAS media tanam, dan pengambilan data hasil dilakukan pada hari ke 5 dan hari ke 10 penelitian. Sebelum dan setelah perlakuan media tanam diukur

parameter fisika dan kimianya meliputi suhu menggunakan *thermometer*, dan pH menggunakan pH meter. Pengukuran berat basah akhir *M. crenata* menggunakan neraca digital. Penentuan penurunan LAS detergen pada media tanam diukur menggunakan spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 652 nm.

Data penurunan LAS detergen dan biomassa basah akhir *M. crenata* dianalisis menggunakan Anova Dua Arah dan dilanjutkan dengan uji *Duncan* pada taraf 5%, untuk data kualitas air limbah meliputi suhu dan pH dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

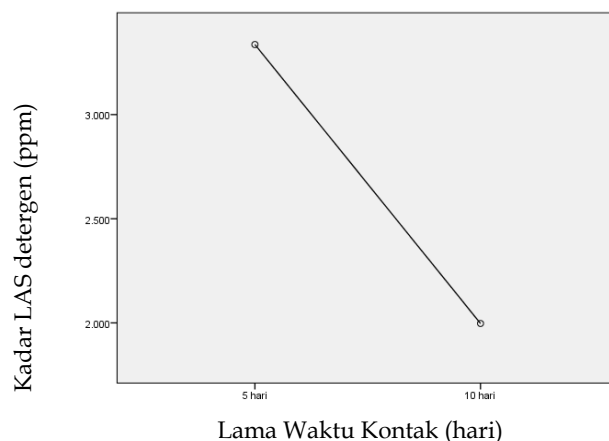
HASIL

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan *M. crenata* dalam menurunkan kadar LAS (*Linear Alkyl Sulfonat*) detergen pada media tanam dan pengaruh terhadap biomassa basah tumbuhan setelah terpapar LAS detergen. Pengaruh penggunaan berbagai konsentrasi LAS dan lama waktu kontak terhadap penurunan LAS dapat dilihat pada **Tabel 1**. Konsentrasi LAS detergen 30 ppm dengan lama waktu kontak 10 hari memiliki sisa LAS detergen pada media tanam paling rendah yaitu 3,51 ppm (**Tabel 1, Gambar 1**).

Tabel 1. Kadar LAS (*Linear Alkyl Sulfonat*) detergen dengan perbedaan waktu kontak dan pemberian berbagai konsentrasi LAS pada media tanam

Lama Waktu Kontak (hari)	Konsentrasi LAS detergen Pada Akhir Perlakuan(ppm)			
	0	10	20	30
5	0,00 ± 0,000 ^a	2,66 ± 0,566 ^b	4,57 ± 0,509 ^c	6,10 ± 0,385 ^d
10	0,00 ± 0,000 ^a	1,84 ± 0,254 ^b	2,63 ± 0,251 ^c	3,51 ± 0,416 ^d

Keterangan: Pada uji *Duncan* angka yang diikuti notasi abjad yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf uji 0,05. Notasi huruf kecil menunjukkan perlakuan perbedaan konsentrasi LAS detergen.



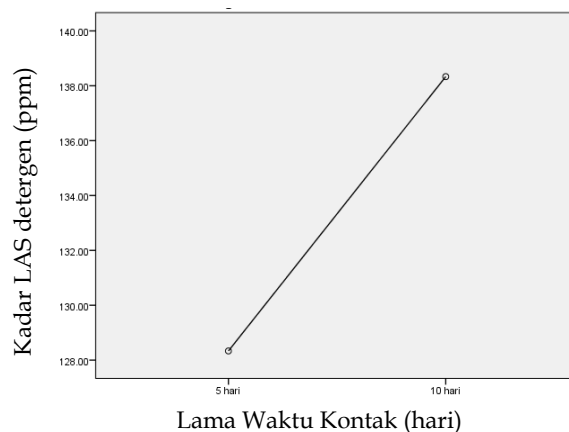
Gambar 1. Grafik hubungan waktu kontak terhadap penurunan LAS detergen pada media tanam

Biomassa basah tumbuhan *M. crenata* diberbagai perlakuan konsentrasi LAS detergen dan beberapa lama waktu kontak dapat dilihat pada **Tabel 2**. Perlakuan konsentrasi LAS detergen dan lama waktu kontak juga berpengaruh terhadap biomassa basah akhir *M. crenata*, semakin tinggi konsentrasi LAS detergen maka semakin sedikit peningkatan biomassa *M. crenata* (**Tabel 2**) dan lama waktu kontak 10 hari juga menunjukkan peningkatan biomassa yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lama waktu kontak 5 hari (**Gambar 2**).

Tabel 2. Biomassa basah akhir pada tumbuhan *M. crenata* setelah diberi perlakuan dengan perbedaan waktu kontak dan pemberian berbagai konsentrasi LAS

Lama Waktu Kontak (hari)	Biomassa Basah Akhir (gram)			
	0	10	20	30
5	146,6 ± 5,773 ^c	130,0 ± 0,000 ^b	123,3 ± 5,773 ^b	113,3 ± 5,773 ^a
10	156,6 ± 5,773 ^c	140,0 ± 0,000 ^b	133,3 ± 5,773 ^b	123,3 ± 5,773 ^a

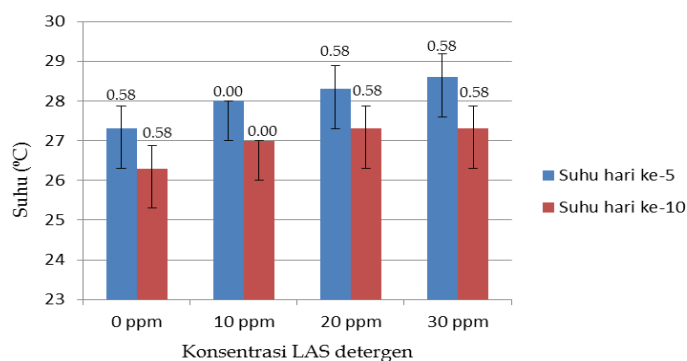
Keterangan: Pada uji *Duncan* angka yang diikuti notasi abjad yang berbeda pada baris dan kolom menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf uji 0,05. Notasi huruf kecil menunjukkan perlakuan perbedaan konsentrasi LAS detergen.



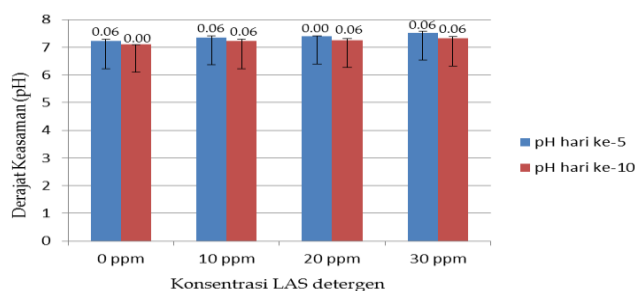
Gambar 2. Hubungan waktu kontak terhadap biomassa basah *M. crenata*

Perlakuan berbagai konsentrasi LAS detergen dan lama waktu kontak juga berpengaruh terhadap perubahan rerata faktor fisik dan kimia pada media tanam *M. crenata*. Semakin tinggi konsentrasi LAS detergen dan semakin lama waktu kontak maka suhu pada media tanam juga mengalami perubahan, nilai rerata suhu media pada waktu kontak 5 hari dan 10 hari tetap berada pada kisaran normal yaitu sebesar 26-29 °C (**Gambar 3**).

Perlakuan berbagai konsentrasi LAS detergen dan lama waktu kontak juga berpengaruh terhadap parameter pH media tanam (**Gambar 4**). Nilai rerata pH media tanam pada waktu kontak 10 hari lebih rendah daripada waktu kontak 5 hari. Rerata pH pada waktu kontak 10 hari di konsentrasi 0 ppm, 10 ppm, 20 ppm, dan 30 ppm berturut-turut sebesar 7,23; 7,36; 7,40; dan 7,53, sedangkan pada waktu kontak 5 hari berturut-turut pada konsentrasi 0 ppm, 10 ppm, 20 ppm, dan 30 ppm sebesar 7,10; 7,23; 7,26; dan 7,33. pH media mengalami perubahan dari pH basa menuju pH netral.



Gambar 3. Perubahan suhu media tanam



Gambar 4. Perubahan pH media tanam

PEMBAHASAN

Konsentrasi LAS detergen memiliki pengaruh terhadap penurunan LAS detergen pada media tanam, terjadi penurunan LAS detergen yang signifikan berdasarkan peningkatan pemberian konsentrasi LAS detergen. Penurunan konsentrasi LAS detergen pada berbagai konsentrasi yang berbeda berturut-turut dari tinggi ke rendah ditunjukkan pada **Tabel 1** yang menjelaskan bahwa semakin besar konsentrasi LAS detergen pada media tanam maka semakin besar pula kadar LAS

detergen yang diserap oleh tumbuhan sehingga LAS pada media tanam mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan penelitian Rachmawati (2018) yang menyebutkan bahwa tumbuhan *Lemna* pada konsentrasi surfaktan 3,6% mampu menurunkan LAS detergen pada media tanam lebih tinggi daripada konsentrasi surfaktan 2,9%, 2,1% dan 1,4%. Penurunan kadar LAS detergen secara signifikan seiring dengan peningkatan konsentrasi LAS detergen menunjukkan adanya pengaruh perbedaan konsentrasi terhadap penurunan LAS detergen pada media tanam. Semakin tinggi penggunaan konsentrasi LAS detergen maka semakin tinggi pula penurunan LAS detergen pada media tanam (Rachmawati, 2018).

Perlakuan lama waktu juga berpengaruh terhadap penurunan LAS detergen, perlakuan lama waktu kontak 10 hari menunjukkan penurunan LAS detergen yang lebih besar dibandingkan perlakuan lama waktu kontak 5 hari (**Gambar 1**). Berdasarkan data penelitian dapat dikatakan bahwa semakin lama waktu kontak tumbuhan *M. crenata* dengan media tanam maka semakin besar pula penurunan LAS detergen. Hal ini sesuai dengan penelitian Risky *et al.*, (2017) bahwa semakin lama waktu kontak tumbuhan *Azolla microphylla* maka semakin besar pula penurunan bahan surfaktan pada media tanam. Besarnya penurunan kadar LAS detergen dikarenakan pada perlakuan 10 hari mikroba yang ada di akar tumbuhan masih mampu menyerap polutan LAS detergen secara optimal.

Konsentrasi LAS detergen berpengaruh terhadap biomassa basah akhir tumbuhan *M. crenata*. Biomassa basah akhir *M. crenata* mengalami penurunan seiring dengan peningkatan konsentrasi LAS detergen pada media tanam begitupun sebaliknya (**Tabel 2**). Berdasarkan notasi abjad pada Tabel 2 dijelaskan bahwa perlakuan 0 ppm berbeda nyata terhadap perlakuan 10 ppm, 20 ppm, dan 30 ppm. Perlakuan 10 ppm berbeda nyata dengan 0 ppm dan 30 ppm akan tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan 20 ppm, sehingga tidak ada pengaruh beda nyata antara perlakuan 20 ppm dengan 10 ppm. Oleh karena itu dapat dikatakan pada konsentrasi 20 ppm LAS detergen tumbuhan *M. crenata* masih mampu menyerap LAS detergen lebih optimal dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi 30 ppm, karena biomassa *M. crenata* pada konsentrasi LAS detergen 20 ppm tidak berbeda nyata dengan konsentrasi LAS detergen 10 ppm. Pada konsentrasi 30 ppm dapat dikatakan tumbuhan telah mengalami titik jenuh (Risky *et al.*, 2017). Apabila tumbuhan sudah melewati fase titik jenuh maka proses penyerapan nutrisi (hara) bagi tumbuhan akan mengalami penurunan sehingga proses metabolisme tumbuhan akan terganggu dan akan menyebabkan peningkatan biomassa tumbuhan yang relatif lebih rendah dibandingkan perlakuan 0 ppm, 10 ppm, dan 20 ppm.

Perlakuan waktu kontak juga berpengaruh terhadap peningkatan biomassa basah akhir tumbuhan, semakin lama waktu kontak *M. crenata* dengan media tanam LAS detergen menyebabkan peningkatan biomassa basah yang semakin tinggi (**Gambar 2**). Hal tersebut dapat ditunjukkan melalui tumbuhnya individu baru dan akar baru pada tanaman *M. crenata*.

Interaksi konsentrasi LAS detergen dan waktu kontak mempengaruhi kadar LAS detergen di media tanam. Perlakuan konsentrasi LAS detergen pada media tanam menunjukkan penurunan LAS detergen yang berbanding lurus dengan lama waktu kontak, penurunan LAS terbesar terdapat pada perlakuan konsentrasi LAS 30 ppm dengan waktu kontak 10 hari yaitu sebesar 3,51 ppm. Interaksi tersebut juga mempengaruhi kinerja dari mikroorganisme di sekitar akar dan proses difusi, karena semakin tinggi konsentrasi maka kinerja mikroorganisme untuk menyederhanakan LAS detergen mengalami peningkatan dan meningkatkan proses difusi yang akan menyebabkan kadar LAS detergen di media tanam semakin menurun. Kadar LAS detergen yang besar pada akar menyebabkan semakin banyak pula LAS detergen yang akan ditranslokasikan ke bagian tumbuhan lainnya, misalnya daun yang akan menyebabkan kadar klorofil semakin rendah. *M. crenata* dapat menjadi agen fitoremediasi yang efektif karena menurunkan LAS detergen pada media tanam dengan optimal, dan dapat bertahan pada media yang berkonsentrasi LAS 30 ppm. Tumbuhan tersebut juga dapat beradaptasi dengan media yang terkontaminasi LAS detergen karena masih mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan *M. crenata* tersebut ditunjukkan karena adanya daun menggulung pada tubuh tumbuhan. Daun menggulung merupakan daun muda kelompok paku-pakuan (Yusuf, 2009).

Faktor fisik dan kimia juga memiliki pengaruh, suhu pada awal perlakuan berkisar antara 29°C akan tetapi setelah perlakuan 5 hari dan 10 hari suhu media tanam mengalami penurunan yang signifikan yaitu berkisar antara 26-27°C (**Gambar 3**) yang berada pada kisaran normal dibawah nilai ambang batas Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 sehingga aman bagi perairan. Hal ini sesuai dengan penelitian Hartanti (2014) yang mengatakan bahwa suhu pertumbuhan tanaman air berkisar antara 22°C-30°C, suhu dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan dapat mempengaruhi proses metabolisme makhluk hidup.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tumbuhan *M. crenata* mampu menurunkan pH media tanam LAS detergen dari kondisi basa menjadi netral pada hari ke-5 dan ke-10 yaitu berkisar antara 7,7 menjadi 7,2 (**Gambar 4**), nilai tersebut berada di bawah nilai ambang batas menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Penurunan pH oleh tanaman disebabkan karena adanya penyerapan unsur-unsur dalam air limbah ke dalam akar tanaman dalam jumlah yang besar.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa perlakuan konsentrasi LAS detergen 30 ppm dengan waktu kontak 10 hari merupakan perlakuan paling optimal untuk menurunkan LAS detergen pada media tanam, hal ini dapat diamati bahwa terjadi petumbuhan pada tumbuhan dan muncul tunas-tunas baru.

SIMPULAN

Terdapat pengaruh konsentrasi LAS detergen dan lama waktu kontak *M. crenata* dengan media tanam terhadap penurunan kadar LAS detergen pada media tanam dan biomassa basah tumbuhan *M. crenata*. Perlakuan konsentrasi LAS detergen 30 ppm dan lama waktu kontak 10 hari paling optimal dalam menurunkan kadar LAS detergen dengan sisa LAS detergen dalam media tanam sebesar 3,51 ppm dan biomassa basah akhir yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi LAS detergen dan meningkat seiring semakin lama waktu kontak. Interaksi antara berbagai konsentrasi LAS detergen dengan waktu kontak juga berpengaruh terhadap penurunan LAS detergen pada media tanam, akan tetapi tidak berpengaruh terhadap penurunan biomassa basah akhir tumbuhan *M. crenata*.

DAFTAR PUSTAKA

- Gubernur Jawa Timur, 2013. Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/ Atau Kegiatan Usaha Lainnya. Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72.
- 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*. Vol. 1(2): 31-37.
- Hidayati N, 2013. Mekanisme Fisiologis Tumbuhan Hiperakumulator Logam Berat. *Pusat Penelitian Biologi LIPI Teknik Lingkungan*. Vol. 14(2): 75-82.
- Hyness HBN, 1974. The Biology of Polluted Waters. In (ebook). Liverpool University Press Canada.
- Meepun N, Saguansakbamee N, dan Wongchuphan R, 2013. Analysis of Lead and Cadmium Contents in Local Vegetables in Surat Thani, Thailand. *Walaikak Journal*. Vol. 11(6): 455-461.
- Nida S, 2008. Pengelolaan Limbah Deterjen Sebagai Upaya Minimalisasi Polutan di Badan Air dalam Rangka Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal LIPI*. Vol 3(1): 99-104.
- Priyanto B, dan Prayitno J, 2006. Fitoremediasi Sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat. <http://lil.bppt.tripod.com/sublab/floral.htm>. diakses tanggal 20 Juli 2018.
- Rachmadiarti F, dan Trimulyono G, 2015. The Growth of Water Clover (*Marsilea crenata*) at Cultivation Land. *International Conference on Life Sciences and Biotechnology*.
- Rahmawati A, 2018. Uji Efektifitas *Duckweed* (*Lemna* sp.) Sebagai Agen Fitoremediasi Larutan Mengandung Surfaktan. *Skripsi*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Risky N, Budiyo, dan Setiani O, 2017. Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman *Azolla microphylla* terhadap Penurunan Kadar Fosfat dan COD Pada Limbah Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 5(1): 465-472.
- Sa'adah NR, dan Winarti P, 2009. Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Lumpur Aktif Proses Anaerob. *Skripsi*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sulistiono W, 2009. Analisis Mikroskopis dan Vitamin *Marsilea crenata* Presl. (Marsileaceae). *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sumarno, Sumantri I, dan Nugroho A, 1996. Penurunan kadar detergen dalam limbah cair dengan pengendapan secara kimiawi. *Majalah Penelitian Lembaga Penelitian*. Vol. 8(30): 25-35.

Published: 31 Mei 2020

Authors:

Dwi Rulitasari, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt. 2 Surabaya 60231, Indonesia, e-mail: dwirulitasari@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:

Rulitasari D, Rachmadiarti F, 2020. Semanggi Air (*Marsilea crenata*) Sebagai Agen Fitoremediasi LAS Detergen. *LenteraBio*; 9(2): 99-104