



Kemampuan Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Sebagai Agen Fitoremediasi LAS (*Linier Alkyl Benzene Sulphonate*) Detergen

Mochammad Ricky Yulianto, Elok Safitri, Ina Sintya, Warda Savira, Herlina

Fitrihidajati, Fida Rachmardiarti, Irma Lailani

Jurusan, Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya

Jalan Ketintang, Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia

Email: mochammadricky.19049@mhs.unesa.ac.id

ABSTRAK

Indonesia tengah menghadapi masalah kualitas air. Salah satu permasalahan kualitas air tersebut ialah terkontaminasinya daerah perairan oleh aktivitas rumah tangga oleh Linier Alkyl Benzene Sulfonat (LAS) yang ada dalam deterjen. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk 1) mendeskripsikan kemampuan Enceng Gondok sebagai agen fitoremediator dalam menurunkan atau memperbaiki kualitas, 2) mendeskripsikan biomassa enceng gondok. Parameter yang diukur meliputi 1) kualitas air (DO, BOD, pH, suhu, kekeruhan), penampakan warna daun tanaman enceng gondok, selisih berat tanaman enceng gondok di awal dan di akhir, penurunan kadar LAS. Jenis penelitian ini termasuk penelitian eksperimental dengan menggunakan kontrol (K1) dan perlakuan (K2) pemanfaatan tanaman enceng gondok sebagai fitoremediator, setiap kelompok menggunakan 3 ulangan. Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif untuk morfologi dan statistik untuk kadar LAS dan biomassa. Serta membandingkan dengan standar baku mutu sesuai Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Pada penelitian ini dilakukan 4 kali ulangan dengan 1 sebagai toples kontrol dan 3 toples perlakuan fitoremediasi dengan lama waktu pengamatan selama 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 1) enceng gondok mampu menurunkan kadar LAS, 2) bahwa menunjukkan penurunan biomassa enceng gondok mengalami penurunan.

Kata kunci: *Fitoremediasi, Enceng Gondok, LAS, Kualitas Air*

PENDAHULUAN

Dewasa ini masalah yang sedang dihadapi di Indonesia dan negara-negara lainnya adalah berkurangnya kuantitas dan kualitas air dari tahun ke tahun (Sasongko *et al.*, 2014). Minimnya kuantitas dan kualitas air bersih bisa disebabkan oleh pencemaran air baik dari aktivitas industri, aktivitas pertanian, aktivitas rumah tangga, aktivitas pertambangan yang akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Salah satu limbah organik terbesar yang menyebabkan pencemaran pada badan perairan yang berasal dari hasil aktivitas manusia ialah limbah cair detergen (Rochman, 2011). Hal tersebut terjadi dikarenakan penggunaan detergen yang sangat dibutuhkan dalam aktivitas rumah tangga seperti mencuci baju, mencuci piring, mencuci kendaraan bermotor sehingga hasil sisa pemakaian detergen yang masuk ke dalam badan perairan



menyebabkan pencemaran perairan sehingga dapat menurunkan kualitas perairan dan mempengaruhi organisme yang terdapat didalamnya.

Menurut (Imtiyaz & Rachmadiarti, 2020), pencemaran perairan oleh detergen diakibatkan bahan aktif penyusun detergen, yaitu *Sodium Tripolyphosphat* (STPP) dan bahan adiktif seperti pemutih, pewangi, dan pelembut dimana bahan-bahan tersebut sulit untuk didegradasi secara alami. Selain itu, pencemaran perairan juga disebabkan oleh surfaktan anionik seperti *Linier alkyl Benzene sulphonate* (LAS). LAS merupakan surfaktan anionik yang bersifat memperkecil tegangan permukaan dan menjaga kotoran teremulsi dalam pelarut air (Herlambang & Hendriyanto, 2015). Dampak negatif LAS bagi organisme perairan seperti ikan dapat memicu hati untuk bekerja lebih keras sehingga menyebabkan peradangan dan pembengkakan, dan menurunkan kesuburan gonad yang disebabkan oleh rendahnya alokasi energi untuk bereproduksi (Yuliani *et al.*, 2015)

Upaya untuk mengurangi pencemaran air yang disebabkan oleh LAS dapat menggunakan metode fitoremediasi. Konsep fitoremediasi pertama kali diusulkan oleh Chaney tahun 1983 pada dasarnya adalah penggunaan tumbuhan dan asosiasi mikroba untuk mengurangi konsentrasi atau mengurangi pengaruh meracun bahan tercemar pada lingkungan. Istilah “fitoremediasi” merupakan kombinasi dari dua kata yaitu, ‘*phyto*’ yang berarti tumbuhan dan ‘*remedium*’ yang berarti memperbaiki atau membuang makhluk jahat. Tumbuhan hijau yang memiliki kemampuan luar biasa menyerap bahan pencemaran dari lingkungan tumbuhnya dan menetralkan daya meracun bahan pencemar yang diserap melalui berbagai macam mekanisme (Handayanto, 2017).

Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan untuk fitoremediasi yaitu Eceng gondok, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Stefhany *et al* (2013) dengan menggunakan tumbuhan Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai agen fitoremediator untuk mengurangi limbah cair laundry menunjukkan bahwa tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dapat menurunkan konsentrasi fosfat toral dalam limbah laundry pada hari ke-5 yaitu < 0,01 mg/L dan juga dapat menurunkan konsentrasi LAS. Pada penelitian ini bertujuan untuk: 1) mendeskripsikan kemampuan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai agen fitoremediator dalam menurunkan atau memperbaiki kualitas (DO, BOD, pH, suhu, kekeruhan); dan 2) mendeskripsikan biomassa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) pada awal dan akhir penelitian.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimental dengan menggunakan kelompok Kontrol Awal (K1), yaitu tanpa menggunakan fitoremediasi dan Kelompok Perlakuan (K2) dengan menggunakan tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai



agen fitoremediator dengan lama waktu fitoremediasi selama 7 hari dan setiap kelompok dilakukan 3 kali ulangan.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian adalah toples ukuran 10 L, timbangan, pH meter, *thermometer*, *winkler* terang, *erlenmeyer*, *beaker glass*, dan DO meter. Sedangkan bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini diantaranya adalah aquades, LAS sintesis detergen bubuk sebesar 20 ppm, dan tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan berat 200 gram yang diperoleh dari Kali Surabaya sebelum perlakuan dilakukan aklimatisasi dengan cara memilih tumbuhan yang sehat dan segar kemudian ditempatkan ke dalam 5L *aquades* pada wadah selama 7 hari. Parameter yang diukur meliputi kualitas air secara fisik dan kimia (Suhu, pH, DO, Kekeruhan, BOD, dan kadar LAS) diawal dan diakhir perlakuan, kemudian pengukuran Biomassa Eceng Gondok yang diukur di akhir fitoremediasi.

Sebelum tanaman digunakan maka dilakukan aklimatisasi tumbuhan *E. crassipes* selama 7 hari. Pembuatan media tanam pada penelitian ini, diawali dengan masing-masing toples diisi dengan *aquades* sebanyak 5 L dan diberi label sesuai pengulangan. Setelah itu, LAS detergen ditambahkan dengan konsentrasi 20 ppm ke dalam masing-masing toples pengulangan, kemudian ditambahkan 200 gram *Eichhornia crassipes* pada tiap wadah. Variabel kontrol pada penelitian ini, yaitu volume air dan berat awal biomassa eceng gondok pada tiap wadah. Pengambilan data diawali dengan pengukuran pH, suhu, tingkat kekeruhan, DO, dan BOD. Kemudian, kadar LAS detergen pada masing-masing media tanam dianalisis pada Laboratorium Gizi, Universitas Airlangga. Data parameter kualitas air limbah detergen meliputi pH, suhu, tingkat kekeruhan, DO, dan BOD dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Penimbangan biomassa basah akhir tumbuhan *Eichhornia crassipes* dan kadar akhir LAS dianalisis dengan Uji-T menggunakan SPSS. Selanjutnya, untuk kualitas air dan kadar LAS dilakukan perbandingan dengan standard baku mutu sesuai Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran parameter kualitas fisik-kimia diantaranya suhu, pH, DO, kekeruhan, BOD, serta kadar LAS pada tiap kelompok, dan didapatkan hasil seperti pada **Tabel 1**.



Tabel 1. Pengukuran pengamatan kualitas air

Kelompok	Ulangan Ke-	pH	Suhu	DO	BOD	Kadar LAS	Kadar LAS
						Detergen Awal	Detergen Akhir
Kontrol (K1)	1	7,90	29,43	6,64	1,88	20 ppm	0,873 ppm
	2	7,67	30,00	6,65	1,38	20 ppm	0,791 ppm
	3	6,76	30,50	4,63	0,14	20 ppm	0,832 ppm
	Rata-rata	7,44	29,97	5,97	1,13	20 ppm	0,832 ppm
Perlakuan (K2)	1	6,99	27,36	2,40	7,14	20 ppm	0,037 ppm
	2	6,90	27,60	2,89	2,23	20 ppm	0,033 ppm
	3	7,93	27,23	2,80	5,44	20 ppm	0,035 ppm
	Rata-rata	7,27	27,39	2,69	4,93	20 ppm	0,035 ppm

Perlakuan fitoremediasi pada tumbuhan Enceng Gondok dapat menyebabkan terjadinya perubahan faktor fisik dan kimia pada media tanam Enceng Gondok sebelum dan sesudah pengamatan. Perubahan faktor fisik dan kimia seperti pH, suhu, DO, dan LAS deterjen hasil analisis kadar LAS deterjen menunjukkan bahwa terdapat penurunan kadar LAS deterjen. Berdasarkan hasil tabel diatas menunjukkan nilai BOD, LAS dan pH tidak melebihi dari baku mutu perairan menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013. Berikut merupakan baku mutu air limbah kegiatan *laundry* untuk volume air limbah maksimum persatuan produk 16 liter/kg cucian, yaitu pada parameter pH 6-9 mg/l suhu, berkisar antara 26-29°C, pada BOD kadar maksimumnya adalah 100 mg/l dan LAS (Deterjen) 10 mg/l.

Tabel 2. Kadar LAS deterjen media tanam dan biomassa basah tumbuhan eceng gondok awal dan akhir

Kelompok	Ulangan ke-	Biomassa basah awal (gram)	Biomassa basah akhir (gram)
Kontrol (K1)	1	0	0
	2	0	0
	3	0	0
	Rata-rata	0	0
Perlakuan (K2)	1	200	150
	2	200	156
	3	200	160
	Rata-rata	200	155,33

Berdasarkan **Tabel 2.** diatas, ditunjukkan bahwa penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan tumbuhan Enceng Gondok dalam menurunkan kadar LAS deterjen pada media tanam dan pengaruhnya terhadap biomassa basah tumbuhan setelah



terpapar LAS deterjen. Hasil analisis hubungan biomassa Eceng Gondok dengan kadar LAS deterjen menunjukkan bahwa terdapat penurunan biomassa pada Eceng Gondok.

Tabel 3. Hasil Uji T pengaruh fitoremediasi eceng gondok terhadap penurunan LAS deterjen dan biomassa basah eceng gondok

Parameter	Sig. (2-tailed)
Penurunan kadar LAS	0,00
Biomassa basah Eceng Gondok	0,06

Berdasarkan **Tabel 3.** diatas, diketahui bahwa pengujian penurunan kadar LAS deterjen dan biomassa basah pada Eceng gondok berdasarkan Uji T menunjukkan hasil bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kadar LAS deterjen terhadap biomassa basah eceng gondok, serta menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara biomassa basah pada awal dan akhir perlakuan.

Pada penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil yang menunjukkan penurunan kadar LAS yang cukup drastic, yaitu dari konsentrasi 20 ppm menjadi 0.037, 0.035, dan 0.033 ppm. Menurut Rachmawati (2018), bahwa semakin tinggi konsentrasi surfaktan deterjen yang ada pada media tanam, maka semakin besar pula kadar surfaktan yang diserap oleh tumbuhan, sehingga terjadi penurunan surfaktan deterjen pada media tanam. Jika dilihat dari penurunan kadar LAS yang terjadi maka dapat dikatakan bahwa Eceng Gondok memiliki peran fitoremediasi yang baik, karena tumbuhan yang digunakan dalam fitoremediasi harus memiliki kemampuan regenerasi yang tinggi dalam mengakumulasi dan mentoleransi polutan pada lingkungan (Oh *et al.*, 2014). Fitoremediasi adalah pemanfaatan tumbuhan air seperti Eceng Gondok yang berguna untuk menghilangkan, mengekstraksi dan mendetoksifikasi polutan dari lingkungan (Fitrihidajati *et al.*, 2018).

Perlakuan yang diberikan dapat berpengaruh terhadap penurunan kadar LAS deterjen. Penurunan kadar LAS dapat terjadi karena adanya kerja sama antara akar tumbuhan dengan mikroba. Penyerapan limbah organik pada tumbuhan juga dipengaruhi oleh adanya mikroba rhizosfer yang terdapat pada akar tumbuhan air, dimana mikroba rhizosfer menyerap bahan organik dari perairan dan sedimen yang akan diakumulasi ke dalam struktur tubuhnya (Ni'ma *et al.*, 2014). Seperti pada tanaman Eceng Gondok yang dapat bekerja sama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, karang, dan air) dan mengubah zat pencemar (polutan) menjadi kurang toksik (Fitrihidajati *et al.*, 2018). Tingkat limbah deterjen tidak boleh melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 bahwa kadar maksimum LAS sebesar 10 mg/L.



Biomassa akhir Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan perlakuan yang diberikan di media tanam mengalami penurunan. Tujuan dari analisa biomassa dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai biomassa yang terkandung dalam tumbuhan. Biomassa tumbuhan mencerminkan akumulasi senyawa organik yang disintesis dari senyawa anorganik yang dihasilkan oleh bakteri yang digunakan tumbuhan untuk proses pertumbuhannya. Penurunan biomassa ini menunjukkan bahwa *E. crassipes* tidak memanfaatkan kontaminan dalam proses metaboliknya. Turunnya konsentrasi LAS dalam reaktor uji *fitotreatment* tidak berkaitan dengan biomassa *E. crassipes*. Dikarenakan tidak terjadi fitodegradasi dalam proses penurunan konsentrasi LAS selama uji *fitotreatment*, maka fitoproses yang terjadi adalah rhizodegradasi. Rhizodegradasi adalah proses penguraian kontaminan yang terjadi secara alami akibat peranan akar tumbuhan. Kontaminan organik dalam tanah dapat dipecah atau demineralisasi menjadi zat-zat anorganik, seperti karbon dioksida dan air oleh aktivitas mikroba pada akar tumbuhan. *E. Crassipes* memiliki akar serabut yang mendukung kehidupan mikroba-mikroba pengurai kontaminan.

Pada pengukuran faktor fisik dan kimia lingkungan menunjukkan bahwa tumbuhan eceng gondong mampu menurunkan pH pada perlakuan yang dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan ini memiliki kemampuan dalam mengubah pH basa menjadi netral pada media tanam, sehingga apabila semakin rendah kadar LAS detergen dalam media tanam maka semakin netral pH yang dihasilkan. Penurunan pH dari > 7 menjadi < 7 atau netral membuktikan bahwa tumbuhan tersebut dapat menyerap senyawa LAS detergen ke dalam akar tumbuhan dalam jumlah yang banyak. Konsentrasi CO_2 bebas, fitoplankton, dan tumbuhan air dapat mempengaruhi nilai pH air, tumbuhan air akan menyerap CO_2 dalam air selama proses fotosintesis sehingga menyebabkan pH air meningkat pada siang hari dan menurun pada malam hari (Imtiyaz, 2020). Perbaikan nilai pH air dalam media dapat disebabkan oleh kemampuan tumbuhan air dalam menyerap senyawa kimia baik organik maupun anorganik melalui proses kimiawi oleh faktor lingkungan (Herlambang & Hendriyanto, 2015). pH optimum untuk tumbuh eceng gondok yaitu sekitar 7,0 – 7,5 dan penurunan atau kenaikan pH selama proses fitoremediasi disebabkan aktivitas biokimia mikroorganisme yang terdapat pada air limbah dan pada akar tanaman eceng gondok. Menurut Pratiwi (2014), perubahan pH ditentukan oleh aktivitas fotosintesis dan respirasi tumbuhan air. Keberadaan tumbuhan dalam reaktor uji *fitotreatment* mempengaruhi turunnya nilai pH larutan LAS.

Suhu merupakan derajat atau tingkatan panas. Pengukuran suhu dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu dari larutan LAS. Berdasarkan hasil pengukuran faktor fisik pada suhu dalam penelitian ini didapatkan suhu awal perlakuan berkisar 29°C . Setelah dilakukannya fitoremediasi dengan perlakuan pemberian konsentrasi LAS



detergen suhu pada media tanam mengalami perubahan menjadi suhu normal berkisar antara 26-28°C. Hasil tersebut sesuai dengan suhu normal menurut Keputusan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013, yaitu berkisar antara 26-29°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.

Oksigen terlarut (DO) merupakan faktor penting untuk respirasi makhluk hidup. Kehidupan makhluk hidup di dalam air tergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi oksigen minimal yang dibutuhkan untuk kehidupan. Pada penelitian ini didapatkan hasil penurunan DO. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan oleh tidak adanya aliran air. Pada percobaan ini, air limbah pada kondisi yang tetap dan berada dalam bak tanpa aerasi (aliran air) sehingga mengakibatkan rendahnya oksigen terlarut. Penurunan DO juga dapat dipengaruhi dengan adanya proses fotosintesis dari eceng gondok, dimana eceng gondok akan menghasilkan oksigen dari proses fotosintesisnya pada siang hari saat masih terdapat sinar matahari (Nigrum, 2020)

Selanjutnya, pada pengukuran BOD juga mengalami penurunan. Menurut Kalsum (2015), Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki perakaran yang banyak, dengan sistem perakaran tersebut mampu mengabsorpsi senyawa organik dan memfiltrasi senyawa anorganik, selain itu dapat meningkatkan oksigen terlarut melalui proses fotosintesis. Sehingga fitoremediasi menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) mampu menurunkan kadar COD menjadi lebih rendah dibandingkan fitoremediasi menggunakan tanaman Kiambang (*Salvania natans*). Menurut Rukmi (2013), Eceng Gondok memiliki kemampuan ganda untuk menyerap berbagai bahan organik dalam bentuk ion hasil pemecahan mikroorganisme dan juga membebaskan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk proses oksidasi mikroorganisme pengurai.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa penurunan kadar LAS yang cukup drastis, yaitu dari konsentrasi 20 ppm menjadi 0.037, 0.035, dan 0.033 ppm. Penurunan kadar LAS yang terjadi, dapat dikatakan bahwa eceng gondok memiliki peran fitoremediasi yang baik. Perlakuan yang diberikan dapat berpengaruh terhadap penurunan kadar LAS deterjen. Penurunan kadar LAS dapat terjadi karena adanya kerja sama antara akar tumbuhan dengan mikroba.

Biomassa akhir Eceng Gondok dengan perlakuan yang diberikan di media tanam mengalami penurunan. Penurunan biomassa ini menunjukkan bahwa *E. crassipes* tidak memanfaatkan kontaminan dalam proses metabolisme. Turunnya konsentrasi LAS dalam reaktor uji *fitotreatment* tidak berkaitan dengan biomassa *E. crassipes*.



Dikarenakan tidak terjadi fitodegradasi dalam proses penurunan konsentrasi LAS selama uji *fitotreatment*, maka fitoproses yang terjadi adalah rhizodegradasi.

REFERENSI

- Fitrihidajati, H., Rachmadiarti, F., & Vidyawati, D. 2018. Peningkatan Kualitas Limbah Cair Tahu Melalui Proses Sedimentasi dan Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Atlantic Highlights in Engineering*. Vol. 1: 104-109.
- Handayanto, E., Nuraini, Y., Muddarisna, N., Syam, N., & Fiqri, A. 2017. *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah*. Universitas Brawijaya Press.
- Hartanti PI, Sutanhaji AT and Wirosodarmo R. 2014. Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok Terhadap Penurunan Logam Chromium Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*. Vol. 1(2): 31–37.
- Herlambang, P. and Hendriyanto O. 2015. Fitoremediasi Limbah Deterjen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) dan Genjer (*Limnocharis flava* L.). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. Vol. 7(2): 100–114.
- Imtiyaz, J. D., & Rachmadiarti, F. 2020. Kemampuan Tapak Dara Air (*Ludwigia adscendens*) sebagai Agen Fitoremediasi LAS Detergen. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. Vol. 9(1): 51-57.
- Kalsum U., A. Napoleon, dan B. Yudoyono. 2015. Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*), hydrilla (*Hydrilla verticillata*), dan rumput payung (*Cyperus alternifolius*) dalam pengolahan limbah grey water. *Jurnal Penelitian Sains*. Vol. 17(1): 20-25.
- Ni'ma, N., Widyorini N and Ruswahyuni. 2014. Kemampuan Apu-apu (*Pistia* sp.) Sebagai Bioremediator Limbah Pabrik Pengolahan Hasil Perikanan (Skala Laboratorium). *Management of Aquatic Resources*. Vol. 3(4): 257–264.
- Ningrum, Yulita D., Ghofar, Abdul, dan Hearuddin. 2020. Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solm) sebagai Fitoremediator pada Limbah Cair Produksi Tahu. *Journal Of Maquares*. Vol. 9 (2): 97-106.
- 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*. Vol. 2(3): 216- 220.
- Pratiwi, D. R. 2014. Aplikasi EM untuk Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus* var. Sangkuriang) di Kolam Budidaya Lele Jombang, Tangerang. *Jurnal Edusains*. Vol. 6 (1): 1-9.



- Rachmawati, A. 2018. Uji Efektivitas Duckweed (*Lemna* sp.) Sebagai Agen Fitoremediasi Larutan Mengandung Surfaktan. *Skripsi*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Rochman, F. 2011. Pembuatan Ipal Mini Untuk Limbah Deterjen Domestik. *Jurnal Penelitian Media Eksakta*. Vol. 8(2): 134–142.
- Rukmi, D.P., Ulyke., dan Pujiati, R.S. 2013. Efektifitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry (Study di Laundry X di Kelurahan Jember Kecamatan Patrang Kabupaten Jember). *Ikesma*. Vol. 9(1): 12- 19.
- Stefhany, C. A., Sutisna, M., & Pharmawati, K. 2013. Fitoremediasi phospat dengan menggunakan tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) pada limbah cair industri kecil pencucian pakaian (laundry). *Jurnal Reka Lingkungan*. Vol. 1(1): 13-23.
- 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*. Vol. 12(2): 72-82.
- Yuliani, R.L., Purwanti E., dan Pantiwati Y. 2015. Pengaruh Limbah Detergen Industri Laundry terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIPUNS (pp. 822–828)*. Malang.