Jurnal Teknologi Hasil Peternakan, 3(2):73-82. September 2022
http://journal.unpad.ac.id/jthp/index
ISSN: 2722-4783
DOI: 10.24198/jthp.v3i2.41943

PENGARUH KUANTITAS TANAMAN MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*) SEBAGAI FITOREMEDIATOR LIMBAH CAIR PENYAMAKAN KULIT PROSES *TANNING*

EFFECT OF MEXICAN SWORD PLANT QUANTITY (ECHINODORUS PALAEFOLIUS) AS PHYTOREMEDIATOR OF LIQUID WASTE FROM TANNING PROCESS

Received : Sept 16th 2022
Accepted : Oct 17th 2022

Alya Rahmaisyanti[1]
Yuli Astuti Hidayati[2*]
Andry Pratama[2]

[1]Program Studi Peternakan,
Fakultas Peternakan
Universitas Padjadjaran

[2]Departemen Teknologi Hasil Peternakan,
Fakultas Peternakan
Universitas Padjadjaran

*Korespondensi:
Yuli Astuti Hidayati

Departemen Teknologi Hasil Peternakan,
Fakultas Peternakan
Universitas Padjadjaran

Jalan Raya Bandung-Sumedang KM 21 Jatinangor, Sumedang. 45363.

e-mail:
yuli.astuti@unpad.ac.id

Abstract. *Phytoremediation is an effort to restore polluted land by absorbing, degrading, removing, stabilizing, or transforming pollutants using hyperaccumulator plants. Mexican sword plants in phytoremediation are used as hyperaccumulators that can reduce heavy metal content by rhizofiltration mechanism. This study aims to determine the effect of mexican sword plant quantity on kromium concentration, pH value, and Dissolved Oxygen (DO). The research was conducted using an experimental method using a Completely Randomized Design (CRD), with 4 treatments, P0 = 0 Mexican sword plants, P1 = 4 Mexican sword plants, P3 = 6 Mexican sword plants, P4 = 8 Mexican sword plants. Repetition was carried out five times for each treatment. The data obtained were analyzed statistically by analysis of variance at = 5% and if there is a significant difference, further tests will be carried out using the Tukey test. The results showed that there was a significant difference (P<0.05) for each quantity of mexican sword plants concerning chromium concentration, pH value, and Dissolved Oxygen (DO). The best treatment results were shown by the quantity of 6 individuals (P2) with chromium concentration of 16.87 mg/L, a pH value of 8.45, and a DO of 1.3%.*

Keywords: *Chromium Concentration, Dissolved Oxygen, Mexican Sword Plants, Phytoremediation, pH Value.*

Sitasi:
Rahmaisyanti, A., Hidayati, Y. A. & Pratama, A. (2022). Pengaruh Kuantitas Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Sebagai Fitoremediator Limbah Cair Penyamakan Kulit Proses *Tanning*. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 3(2):73-82.

PENDAHULUAN

Kulit merupakan produk sampingan ternak seperti ternak kambing, domba, dan sapi yang dikembangkan menjadi suatu produk yang memiliki nilai ekonomi. Menurut (Perindustrian, 2019) ekspor alas kaki nasional mengalami pertumbuhan sebesar 4,13% dari US$4,91 miliar pada realisasi tahun 2017 menjadi US$5,11 miliar pada akhir tahun 2018. Kulit melalui tahapan proses penyamakan yang menggunakan berbagai bahan kimia yang memungkinkan tertinggalnya sisa bahan tersebut dalam air limbah. Salah satunya yaitu proses tanning yang menggunakan bahan utama kromium. Kromium merupakan salah satu unsur logam yang terdapat di alam dan sering digunakan dalam fotografi atau pewarnaan serta digunakan sebagai campuran senyawa tertentu untuk menghaluskan kulit hewan yang disamak (Wahyulis *et al.*, 2014). Limbah yang mengandung kromium sangat berbahaya karena pada penyamakan kulit, hanya 60-70% zat kromium yang dapat diserap, sedangkan sisanya 30-40% hanyut dalam limbah industri penyamakan. Selain kandungan logam berat berupa kromium, pH dan oksigen terlarut parameter penting dalam baku mutu air limbah. Nilai pH yang diharapkan pada air limbah bersifat netral, begitu pula dengan oksigen terlarut dalam perairan, semakin banyak maka akan semakin baik.

Salah satu cara untuk menangani limbah cair penyamakan kulit yaitu fitoremediasi. Fitoremediasi memiliki definisi sebagai teknologi yang berfungsi untuk mereduksi polutan lingkungan meliputi air, tanah dan udara yang disebabkan oleh polutan metal atau organik dengan menggunakan tumbuhan ataupun mikroorganisme. Tanaman yang digunakan sebagai fitoremediator yakni tanaman melati air.

Melati air merupakan tanaman akuatik yang memiliki nama latin *Echinodorus palaefolius*. Melati air dalam Bahasa Inggris dikenal sebagai *Mexican sword plant*. Persebaran melati air ada di Amerika tengah, lembah Missisipi dan Venezuela (Baroroh & Irawanto, 2016). Tanaman melati air merupakan tanaman air yang memiliki kapasitas biomassa untuk mereduksi konsentrasi logam yang tinggi. Jaringan akar tanaman ini memiliki laju penyerapan dan translokasi yang tinggi dalam mengakumulasi logam. Kemampuan tanaman melati air dalam menurunkan kadar nutrien pada perairan dibuktikan oleh penelitian (Santriyana *et al.*, 2013) bahwa melati air mampu menyerap 96,46% kandungan alumunium pada limbah PDAM.

Tanaman melati air efektif menurunkan kadar BOD, COD dan fosfat pada limbah cair laundry dengan persentase penurunan paling tinggi berturut-turut 90%, 90,79% dan 56,35% (Koesputri *et al.*, 2016). Melati air mampu menurunkan kandungan bahan organik seperti COD dan BOD pada air limbah penyamakan kulit pada penelitian (Prayitno, 2013) dengan kandungan yang dapat diturunkan

secara berurutan yaitu 66,98% dan 61,79%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan kuantitas tanaman melati air terhadap konsentrasi kromium (Cr), nilai pH dan *dissolved oxygen* (DO) limbah cair penyamakan kulit proses tanning, dan mengetahui jumlah kuantitas tanaman melati air yang dapat memberikan nilai optimal terhadap konsentrasi kromium (Cr), nilai pH dan DO limbah cair penyamakan kulit proses tanning.

MATERI DAN METODE

Bahan penelitian yang digunakan terdiri dari tanaman melati air dengan berat rata-rata 100 – 122 gram, limbah cair penyamakan kulit proses *tanning* yang telah diencerkan (1:14 limbah dan air), air, aquades, larutan Cr, dan HNO_3 4N. pengenceran limbah cair penyamakan kulit bertujuan untuk menyesuaikan nilai pH yang dapat diterima oleh tanaman melati air yakni pada rentang 4,5-7 (Setiyanto *et al.*, 2016) Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan terdiri dari empat perlakuan dan diulang sebanyak lima kali.

Metode yang digunakan yaitu fitoremediasi dengan kuantitas tanaman melati air yang berbeda. Perlakuan kuantitas tanaman melati air terdiri atas P_0= 0 individu tanaman melati air + 15 L limbah cair penyamakan kulit, P_1= 4 individu tanaman melati air + 15 L limbah cair penyamakan kulit, P_2= 6 individu tanaman melati air + 15 L limbah cair penyamakan kulit, dan P_3= 8 individu tanaman melati air + 15 L limbah cair penyamakan kulit. Sebelum fitoremediasi, dilakukan proses aklimatisasi yakni pengadaptasian tanaman melati air dengan limbah cair penyakan kulit selama 4 hari. Aklimatisasi dilakukan dengan cara merendam tanaman pada wadah berisikan air limbah penyamakan kulit selama tiga hari. Kemudian kembali dinetralkan menggunakan air sumur selama satu hari sebelum digunakan untuk penelitian (Kasman *et al.*, 2018).

Fitoremediasi berlangsung selama 8 hari. Peubah yang diamati adalah konsentrasi kromium, pH dan oksigen terlarut (DO). Pengambilan sampel limbah cair penyamakan kulit untuk mengukur konsentrasi kromium dilakukan pada hari ke-0, ke-2, ke-4, ke-6 dan ke-8. Sampel yang diambil sebanyak 100 mL dan diukur menggunakan alat Spektrofotomer Serapan Atom (SSA). Pengukuran nilai pH dan DO dilakukan setiap hari menggunakan alat pH meter dan DO meter. Data dianalisis dengan sidik ragam dan uji Tukey menggunakan aplikasi SPSS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan tujuan penelitian, hasil dan pembahasan akan menjelaskan pengaruh perbedaan kuantitas tanaman melati air terhadap konsentrasi kromium (Cr), nilai pH dan *dissolved oxygen* (DO) limbah cair penyamakan kulit proses tanning, dan mengetahui jumlah kuantitas tanaman

melati air yang dapat memberikan nilai optimal terhadap konsentrasi kromium (Cr), nilai pH dan DO limbah cair penyamakan kulit proses *tanning*.

Berdasarkan hasil penelitian, kuantitas tanaman melati air memberikan pengaruh berupa perbedaan nilai konsentrasi kromium, nilai pH dan nilai DO yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan perlakuan tanpa tanaman yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Konsentrasi Kromium

Nilai konsentrasi kromium selama proses fitoremediasi menggunakan tanaman melati air mengalami penurunan. Nilai konsentrasi kromium terendah pada hari terakhir fitoremediasi didapatkan oleh P2 (6 individu) dengan nilai akhir konsentrasi yakni 16,87 mg/L dari konsentrasi awal sebesar 130,82 mg/L. Perlakuan dengan nilai konsentrasi kromium tertinggi pada hari terakhir fitoremediasi yakni perlakuan kontrol P0 (0 individu) dengan nilai akhir konsentrasi yakni 146,36 mg/L dari konsentrasi awal sebesar 138,86 mg/L.

Berdasarkan hasil pengujian Uji Tukey disimpulkan bahwa rata-rata konsentrasi kromium dengan pelakuan kuantitas tanaman melati air 6 individu (P2) berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan P0 (0 individu) dan P1 (4 individu) yaitu 16,87 mg/L namun tidak berbeda nyata dengan P3 (8 individu). Perlakuan P1 (4 individu) berbeda nyata terhadap perlakuan P3 (8 individu) dan P0 (0 individu). P0 (0 individu) tidak menghasilkan penurunan kromium yang tajam apabila dibandingkan perlakuan lainnya, diduga hal ini disebabkan oleh kenaikan nilai pH yang stabil dan tidak memiliki penambahan tanaman sehingga tidak terjadi penyerapan maupun pengendapan.

Tabel 1. Data Hasil Pengamatan Pengaruh Kuantitas tanaman Melati Air Terhadap Konsentrasi Kromium, Nilai pH dan Nilai DO

Peubah	Perlakuan			
	P_0	P_1	P_2	P_3
Konsentrasi Kromium (mg/L)	$146,36^{c}$	$42,48^{b}$	$16,87^{a}$	$21,50^{ab}$
Nilai pH	$6,12^{a}$	$7,66^{b}$	$8,45^{c}$	$7,94^{bc}$
DO (%)	$6,4^{b}$	$1,6^{a}$	$1,3^{a}$	$1,3^{a}$

Keterangan :

P_0= 0 individu tanaman melati air + 15 L limbah cair penyamakan kulit;
P_1= 4 individu tanaman melati air + 15 L limbah cair penyamakan kulit;
P_2= 6 individu tanaman melati air + 15 L limbah cair penyamakan kulit;
P_3= 8 individu tanaman melati air + 15 L limbah cair penyamakan kulit;
Angka rata-rata yang diikuti huruf kecil yang sama dalam satu kolom dan huruf besar yang sama dalam satu baris menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Tukey pada taraf nyata 5%.

Hal ini sejalan dengan (Yulis, 2018) Kenaikan nilai pH menyebabkan penurunan kelarutan logam, sementara penurunan nilai pH menyebabkan kenaikan kelarutan logam dalam air. P1 (4 individu) berbeda nyata dengan P2 (6 individu) dan P3 (8 individu) disebabkan kuantitas tanaman P1 lebih sedikit dibanding P2 (6 individu) dan P3 (8 individu) sehingga daya serap logam kromium lebih sedikit.

Perlakuan kuantitas tanaman melati air pada proses fitoremediasi mampu menurunkan konsentrasi logam berat kromium, hal ini disebabkan karena tanaman melati air merupakan tanaman hiperakumulator yang memiliki kemampuan untuk melakukan fitoremediasi pada perairan dengan menyerap zat polutan melalui akar, melakukan translokasi dan lokalisasi pada bagian tubuh lainnya. Tanaman ini terbukti dapat memperbaiki limbah penyamakan kulit (Prayitno, 2013). Penyerapan logam kromium pada tanaman melati air ditandai dengan terjadinya nekrosis yaitu kematian jaringan tanaman yang disertai dengan perubahan warna. Penyerapan logam berat terjadi tidak hanya disebabkan oleh kemampuan akar serabut tanaman melati air dalam menyerap logam, namun akar tersebut juga memiliki mekanisme interaksi dengan logam berat yaitu dengan memproduksi eksudat akar.

Eksudat akar merupakan metabolit tanaman yang dilepaskan ke permukaan akar atau rizosfer untuk meningkatkan penyerapan nutrisi tanaman atau mengatasi stress lingkungan dan dapat berupa asam organik berbobot molekul rendah. Produksi asam organik oleh akar dapat membantu proses pengakumulasian logam di perairan, hal ini sesuai dengan pendapat (Luo *et al.*, 2017) bahwa asam organik memiliki kemampuan untuk berikatan dengan logam berat dengan mengubah spesiasinya baik menaikkan atau menurunkan ketersediaan hayatinya.

Penurunan konsentrasi kromium juga dipengaruhi oleh kelarutan logam dalam kondisi pH yang rendah. Logam kromium pada air limbah penyamakan kulit mengalami pengendapan, hal tersebut disebabkan oleh kenaikan pH pada air limbah penyamakan kulit. Hal ini sejalan dengan pendapat (Sukoasih & Widiyanto, 2017) Kenaikan derajat keasaman akan menyebabkan penurunan kelarutan zat logam dalam air karena derajat keasaman merubah kestabilan logam yang berasal dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang akan membentuk partikel pada air.

Data penurunan konsentrasi kromium yang dihasilkan dari setiap perlakuan kuantitas tanaman melati air tidak sesuai dengan Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Penyamakan Kulit (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2014) yang menetapkan bahwa batas maksimum kandungan kromium dalam perairan yakni 0,6 mg/L.

Berdasarkan analisis statistik perlakuan 6 individu (P2) dan 8 individu (P3) tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Namun, secara deskriptif seperti pada Tabel 1 konsentrasi kro-

mium terkecil dicapai oleh per-lakuan 6 individu tanaman melati air (P2) yakni 16,87 mg/L, sedangkan perlakuan 8 individu (P3) memiliki konsentrasi kromium akhir yakni 21,50 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan 6 individu dan 8 individu tanaman melati air relatif sama sebagai perlakuan optimum dalam proses fitoremediasi meskipun belum memenuhi baku mutu limbah cair untuk industri penyamakan kulit jika dibandingkan dengan perlakuan 4 individu (42,48 mg/L) bahkan dengan perla-kuan 0 individu tanaman (146,36 mg/L).

Nilai pH

Nilai pH pada hari ke-0 diasumsikan sebagai nilai pH awal fitoremediasi yakni P0 (0 individu), P1 (4 individu), P2 (6 individu) dan P3 (8 individu) secara berturut-turut 5,51, 5,53, 5,48 dan 5,49. Nilai pH tertinggi pada hari terakhir didapatkan oleh perlakuan 6 individu tanaman melati air yakni 8,45.

Hasil Uji Tukey menyimpulkan bahwa rata-rata nilai pH dengan pelakuan kuantitas tanaman melati air 0 individu (P0) berbeda nyata ($P<0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan P1 (4 individu) dan P2 (6 individu) yaitu 6,12. P1 (4 individu) berbeda nyata dengan P2 (6 individu) namun tidak berbeda nyata dengan P3 (8 individu) yaitu 7,66. P2 (6 individu) berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan P0 (0 individu) dan P1 (4 individu) namun tidak berbeda nyata dengan P3 (8 individu). Perlakuan P1 (4 individu) berbeda nyata dengan P2 (6 individu) disebabkan karena P2 (6 individu) mengalami peningkatan nilai pH yang lebih cepat dibandingkan P1 (4 individu) sehingga nilai pH P2 (6 individu) pada hari terakhir jauh lebih tinggi dibandingkan nilai pH P1 (4 individu).

Perubahan nilai pH diduga dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis tanaman melati air. Aktivitas fotosintesis menyebabkan tanaman melati air mengonsumsi CO_2 yang terkandung pada air limbah sehingga nilai pH pada limbah cair penyamakan kulit meningkat. Peningkatan nilai pH merupakan indikasi baik dalam pengolahan limbah cair penyamakan kulit karena peningkatan nilai pH dapat menyebabkan pengendapan logam berat akibat perubahan kestabilan karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan partikel dengan air (Haeriah, 2019) sehingga polutan berupa logam berat dapat dipisahkan dari air limbah.

Perlakuan P3 (8 individu) memiliki nilai pH yang lebih rendah dibandingkan dengan P2 (6 individu) disebabkan karena perbedaan jumlah tanaman memengaruhi jumlah konsumsi karbon untuk fotosintesis. Nilai pH P3 (8 individu) pada hari ke-6 mengalami peningkatan dari hari ke-5 yakni 7,38 dari 6,83. Nilai pH tersebut menunjukkan bahwa unsur karbon yang tersedia dalam air limbah penyamakan kulit yaitu bikarbonat. Sehingga berkurangnya unsur bikarbonat untuk fotosintesis mengurangi nilai pH lebih banyak bila dibandingkan dengan P2 (6 individu). Sejalan dengan (Supriatna *et al.*, 2020) Nilai pH ber-

hubungan dengan unsur karbon di dalam perairan. Apabila nilai pH di bawah 7 maka karbon dioksida dalam perairan akan meningkat, bila nilai pH di atas 7 maka unsur bikarbonat dan karbonat akan lebih tinggi dibanding keberadaan karbon dioksida, jika nilai pH diatas 10 maka yang tersedia di dalam perairan hanyalah karbonat.

Perlakuan P1 (4 individu) tidak berbeda nyata dengan P3 (8 individu) disebabkan karena penggunaan unsur bikarbonat dalam limbah cair oleh P3 (8 individu) mengakibatkan nilai pH tetap pada kisaran 7 sehingga nilai pH perlakuan P3 pada hari terakhir tidak berbeda jauh dengan nilai pH P1 (4 individu).

Data rata-rata nilai pH pada hari terakhir fitoremediasi yakni berkisar antara 6,12-8,45. Perlakuan yang memiliki nilai pH tertinggi yaitu P2 (6 individu). Menurut Baku Mutu Air Limbah Industri Penyamakan Kulit (Perda DIY, 2016) persyaratan pH yang ditetapkan yakni 6,0-9,0 yang menunjukkan bahwa nilai pH memenuhi Baku Mutu Air Limbah Industri Penyamakan Kulit.

Nilai *Dissolved Oxygen* (DO)

Nilai oksigen terlarut selama proses fitoremediasi menggunakan tanaman melati air mengalami penurunan. Rata-rata nilai DO pada hari terakhir fitoremediasi yakni P0 (0 individu), P1 (4 individu), P2 (6 individu) dan P3 (8 individu) secara berturut-turut 6,39%, 1,63%, 1,28% dan 1,29%.

Hasil Uji Tukey menyimpulkan bahwa rata-rata nilai DO dengan perlakuan kuantitas tanaman melati air 0 individu (P0) berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan P1 (4 individu), P2 (6 individu) dan P3 (8 individu) yaitu 6,4%. Perlakuan 4 individu (P1), 6 individu (P2), dan 8 individu (P3) tidak berbeda nyata satu sama lain.

Nilai oksigen terlarut pada limbah cair penyamakan kulit mengalami penurunan selama proses fitoremediasi. Hal ini disebabkan oleh aktivitas respirasi tanaman melati air yang mengonsumsi ketersediaan oksigen di dalam air. Respirasi merupakan salah satu aktivitas metabolisme primer pada tanaman yang berfungsi untuk menghasilkan energi dari proses oksidatif yang terjadi di dalam tubuh tanaman. Tanaman melati air memiliki morfologi daun yang lebar, sehingga diperlukan lebih banyak konsentrasi oksigen untuk melakukan respirasi. Tak hanya daun, akar juga berperan dalam penyerapan kandungan oksigen di dalam air untuk aktivitas respirasi.

Penurunan jumlah oksigen terlarut dalam percobaan juga dipengaruhi oleh hasil fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman. Aktivitas fotosintesis di siang hari menghasilkan gas oksigen yang dilepas ke udara melalui stomata. Oksigen yang dihasilkan oleh setiap perlakuan dari fotosintesis tidak meningkatkan ketersediaan oksigen terlarut pada air limbah disebabkan oleh daun dari tanaman melati air berada di atas permukaan air, sehingga tidak memengaruhi keter-

sediaan oksigen di dalam air.

Hal ini sejalan dengan (Puspitaningrum *et al.*, 2012) menyatakan bahwa keberadaan akar tanaman air *E. crassipes* dan *S.molesta* mengurangi jumlah oksigen terlarut dalam air untuk aktivitas respirasi disebabkan kedua tanaman tersebut memiliki bulu akar yang lebat. Sesuai dengan morfologi akar tanaman melati air yakni bersifat serabut, panjang dan menjalar.

Nilai DO pada hari akhir pnelitian yakni hari ke-8 berkisar antara 1,3% - 6,4%. *Dissolved Oxygen* (DO) dalam perairan bersifat fluktuatif. Namun, kandungan oksigen terlarut minimum yang diperlukan dalam perairan yaitu 2 ppm atau setara dengan 0,0002% dalam keadaan normal dan tidak tercemar (Salmin, 2005) sehingga limbah cair penyamakan kulit hasil proses fitoremediasi belum aman apabila dilepaskan ke lingkungan dikarenakan nilai kromium masih tinggi meskipun nilai DO melebihi kebutuhan minimum.

KESIMPULAN

Pemberian perlakuan tanaman melati air dengan kuantitas yang berbeda (0 individu, 4 individu, 6 individu, dan 8 individu) pada 15 L limbah cair penyamakan kulit selama 8 hari berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi kromium, nilai pH, dan nilai oksigen terlarut (DO). Perlakuan terbaik kuantitas tanaman melati air dicapai oleh 6 individu tanaman sebagai jumlah individu yang mampu memberikan penurunan kromium terendah, nilai pH dan nilai DO optimal dalam meremediasi 15 L limbah cair penyamakan kulit selama 8 hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Iwan yang telah membantu dalam pengadaan bahan utama penelitian berupa limbah cair penyamakan kulit, staff serta teman-teman Fakultas Peternakan yang telah membantu dalam teknis pelaksanaan penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada orang tua yang telah memberikan bantuan finansial demi kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Baroroh, F., & Irawanto, R. (2016). Seleksi Tumbuhan Akuatik berpotensi dalam Fitoremediasi Air Limbah Domestik di Kebun Raya Purwodadi. *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*, *November*, 1–13.

Haeriah, H. (2019). Analisis Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Ikan Bandeng (Channos Channos) Di Pertambakan Kecamatan Pangkajene. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, *12*(2), 176–188.

Kasman, M., Herawati, P., & Aryani, N. (2018). Pemanfaatan Tumbuhan Melati Air (Echinodorus Palaefolius) dengan Sistem Constructed Wetlands untuk Pengolahan Grey Water. *Jurnal Daur Lingkungan*, *1*(1), 10.

Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. *Angewandte Chemie International Edition, 6(11), 951–952.*, *13*(April), 15–38.

Koesputri, S. A., Nurjazuli, & Dadangiran, H. L. (2016). Pengaruh Variasi lama Kontak Tanaman Melati Air (Echinodorus Palaefo-lius) dengan Sistem Subsurface Flow Wetland Terhadap Penuru-nan Kadar BOD, COD, dan Fosfat dalam Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *4*(4), 2356–3346.

Luo, Q., Wang, S., Sun, L. N., & Wang, H. (2017). Metabolic profiling of root exudates from two ecotypes of Sedum alfredii treated with Pb based on GC-MS. *Scientific Reports*, *7*(November 2016), 1–9.

Perda DIY, D. (2016). Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah. *Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah*, 1–53.

Perindustrian, K. (2019). Laporan Kinerja Kementerian Perindustrian Tahun 2019. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, *16*, 11.

Prayitno. (2013). *Tanaman Air Dengan Tanaman Melati Air Cod and Bod Removal of Treated Tannery Wastewater Using Constructed Wetland With Echinodorus*. 3–8.

Puspitaningrum, M., Izzati, M., & Haryanti, S. (2012). Beberapa Tumbuhan Air. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, *10*(Maret), 47–55.

Salmin. (2005). Oksigen Terlarut (DO) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, *30*(3), 21–26.

Santriyana, D. D., Hayati, R., & Apriani, I. (2013). Ditumbuhkan Pada Limbah Ipa Pdam Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak. *Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, *1*(1), 1–11.

Setiyanto, R. A., Darundiati, Y. H., & Joko, T. (2016). Efektivitas Sistem Constructed Wetlands Kombinasi Melati Air (Echinodorus palaefolius) dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Limbah Cair Rumah Sakit Banyumanik Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *4*(1), 436–445.

Sukoasih, A., & Widiyanto, T. (2017). Hubungan Antara Suhu, pH Dan Berbagai Variasi Jarak Dengan Kadar Timbal (Pb) Pada Badan Air Sungai Rompang Dan Air

Sumur Gali Industri Batik Sokaraja Tengah Tahun 2016. *Buletin Keslingmas*, *36*(4), 360–368.

Supriatna, Mahmudi Mohammad, Musa Muhammad, & Kusriani. (2020). Model pH dengan parameter kualitas air pada tambak intensif udang vannamei (Litopenaeus vannamei). *Fisheries and Marine Research*, *4*(3), 368–374.

Wahyulis, N. C., Ulfin, I., & Harmami. (2014). Optimasi Tegangan pada Proses Elektrokoagulasi Penurunan Kadar Kromium dari Filtrat Hasil Hidrolisis Limbah Padat Penyamakan Kulit. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, *3*(2), 9–11.

Yulis, P. A. R. (2018). Analisis Kadar Logam Merkuri (Hg) Dan (pH) Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti). *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, *2*(1), 28–36.