

PENGARUH LIMBAH CAIR HOME-INDUSTRI BATIK TERHADAP KEMAMPUAN *Echinodorus radicans*

Irssa Intan Fatiha^{1*}, Rony Irawanto²

¹UINSA/Biologi/Universitas
Islam Negeri Sunan Ampel
Surabaya

²LIPI/Pusat Penelitian Konservasi
Tumbuhan Kebun Raya/Lembaga
Ilmu Pengetahuan Indonesia

*e-mail korespondensi:
intanirssa68@gmail.com

Abstrak. Limbah cair industri batik merupakan limbah yang paling banyak dihasilkan dan berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Industri batik yang sebagian besar bahan dasarnya menggunakan air akan menghasilkan limbah cair logam berat berupa Pb, Cu, Cd, Cr. Salah satu upaya pengelolaan yang dapat dilakukan yaitu dengan fitoremediasi yang merupakan penggunaan tanaman untuk menghilangkan polutan dari perairan yang terkontaminasi. Tanaman akuatik selain memiliki nilai keindahan juga memiliki nilai ekologi dalam pemulihan kualitas lingkungan akibat pencemaran air. Tanaman akuatik yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Echinodorus radicans*. Penelitian ini bersifat eksperimental untuk menentukan konsentrasi awal fitoremediasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh limbah cair batik terhadap perubahan pH, suhu dan morfologi (batang dan daun) tumbuhan *Echinodorus radicans* dalam mengurangi kadar Pb dan Cu selama proses fitoremediasi. Penelitian ini dilakukan di Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi-LIPI pada tanggal 25 Maret sampai 7 April 2021. Penelitian ini menggunakan 4 variasi konsentrasi yang terdiri dari 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm dan 5 ppm. Hasil dari pemberian limbah cair home-industri batik adalah tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan batang dan daun tanaman akan tetapi terjadi penurunan suhu dan pH kecuali pada 0 ppm (kontrol).

Kata kunci: *Echinodorus radicans*, fitoremediasi, range finding test

Abstract. Batik industrial wastewater is the most produced waste and has the potential to pollute the environment if it is not managed properly. The batik industry, which mostly uses water, will produce heavy metal liquid waste in the form of Pb, Cu, Cd, Zn, Cr. One of the management efforts that can be done is with phytoremediation which is the use of plants to remove pollutants from contaminated waters. Aquatic plants besides having aesthetic value also have ecological value in restoring environmental quality (phytoremediation) due to water pollution. The aquatic plant used in this study is *Echinodorus radicans*. This research is experimental to determine the initial concentration of phytoremediation. The purpose of this study was to determine the effect of batik liquid waste on changes in pH, temperature and morphology (stems and leaves) of *Echinodorus radicans* in reducing Pb and Cu levels during the phytoremediation process. This research was conducted at the Purwodadi Botanical Gardens Plant Conservation Center-LIPI from March 25 to April 7, 2021. This study used 4 variations of concentration consisting of 0 ppm, 1 ppm, 3 ppm and 5 ppm. The result of giving the home-industry

batik liquid waste is that it has no effect on the growth of plant stems and leaves, but a decrease in temperature and pH except at 0 ppm (control).

Keywords: *Echinodorus radicans*, phytoremediation, range finding test

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan keanekaragaman karya seni budaya, salah satunya adalah batik. Industri batik yang berkembang terbagi dalam beberapa golongan produksi, diantaranya produksi skala besar, menengah, kecil, hingga skala rumah tangga (*home industry*). Perkembangan industri batik yang umum dijumpai di Indonesia adalah produksi berskala rumah tangga. Hal tersebut didasari untuk mempertahankan corak dan kualitasnya. Salah satu sentra industri batik dengan produksi skala rumah tangga di daerah Lamongan tepatnya di Desa Sendangagung, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan. Selain berkontribusi memberikan lapangan pekerjaan, hasil samping produksi batik berupa limbah cair menyebabkan pencemaran lingkungan perairan (Oktavia *et al.*, 2016).

Karakteristik limbah cair batik diantaranya berwarna pekat, kental, berbau tajam, keruh, mengandung fenol, sulfida, BOD, COD, TSS dan taraf keasaman (pH) yang tinggi. Selain itu, kandungan logam berat juga terkandung dalam limbah cair batik yang sulit teruraikan oleh mikroorganisme, misalnya logam Pb, Cu, Cr, Cd, Zn dan padatan tersuspensi serta zat organik lainnya (Oktavia *et al.*, 2016).

Pada hasil uji pendahuluan di laboratorium terhadap kandungan limbah cair batik di desa Sendangagung Lamongan, diketahui mengandung logam berat Pb (61, 5 ppm), (Cd 48, 1 ppm), Cu (59 ppm), Cr (35 ppm), dan Zn (52 ppm), sehingga kandungan logam berat terbesar dimiliki oleh Pb dan Cu. Pewarna batik diketahui mengandung senyawa organik atau logam berat dengan kadar tinggi yang jika terakumulasi dan

masuk kedalam siklus rantai makanan dapat menyebabkan berbagai penyakit bagi makhluk hidup (Nurbidayah *et al.*, 2014). Dampak dari paparan Pb yakni terjadi perubahan pada ukuran dan bentuk eritrosit sehingga tubuh manusia merespon sebagai tekanan darah tinggi hingga sistem saraf, fungsi ginjal dan paru-paru terganggu dan rusaknya sistem reproduksi (Gusnita, 2012). Sedangkan efek samping akibat Cu yaitu hilangnya fungsi lidah, rusaknya organ hati, anemia, gangguan pencernaan hingga mengakibatkan kematian.

Perbaikan lingkungan tercemar dapat dilakukan dengan menggunakan tumbuhan yang berfotosintesis yang disebut sebagai fitoremediasi. Metode ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan lingkungan oleh konsentrasi zat pencemar yang tercemar diatas ambang baku mutu lingkungan (Hidayat, 2005). Menurut Anam *et al.* (2013), tumbuhan yang digunakan pada pengolahan air limbah umumnya tumbuhan akuatik karena dinilai mampu dan lebih efisien dalam mengolah limbah cair sehingga menjadi tidak berbahaya. Tumbuhan yang dipakai dalam penelitian ini yakni melati air (*Echinodorus radicans*). Pemilihan *E. radicans* dinilai mampu mengolah limbah cair batik dengan cara mengabsorpsi dan mendegradasi kandungan ion logam berat. Selain berperan sebagai agen fitoremediator melati air juga banyak digunakan sebagai tanaman hias di perairan (Santriyana *et al.*, 2013). Salah satu lembaga ilmu pengetahuan Indonesia yang memiliki koleksi tumbuhan akuatik *E. radicans* yakni kebun raya purwodadi-LIPI. Kebun Raya Purwodadi merupakan suatu lembaga konservasi tumbuhan ex-situ yang berperan dalam mengoleksi beraneka

macam tumbuhan spesifik dataran rendah kering dengan maksud konservasi, penelitian, pendidikan, pariwisata dan jasa lingkungan (Lestarini *et al.*, 2012). Adapun tujuan adanya penelitian ini adalah untuk mengetahui kesanggupan awal tumbuhan melati air dalam proses fitoremediasi limbah cair batik. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi yang jelas dan menjadi acuan dalam mengatasi permasalahan lingkungan dengan teknologi yang ramah lingkungan dan ekonomis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Penelitian berlangsung di rumah kaca Balai Konservasi Tumbuhan (BKT) Kebun Raya Purwodadi-LIPI mulai tanggal 26 maret hingga 7 April 2021. Bahan yang digunakan antara lain: 16 tanaman *Echinodorus radicans*, aquades, dan limbah cair batik. Adapun alat yang digunakan antara lain: bak plastik 5 L, hp, termohigrometer, TDS meter, pH meter, alat tulis, dan gelas ukur. Parameter yang diamati diantaranya: pH (penurunan keasaman), pengukuran TDS, suhu dan perubahan morfologi tanaman *E. radicans*. Langkah kerja yang dilakukan diantaranya sebagai berikut:

1. Analisis Karakter Sampel

Penelitian ini menggunakan sampel berupa limbah cair batik hasil akhir pewarnaan dan pelorodan yang bersumber dari industri rumahan (*home industry*) didesa Sendangagung kabupaten Lamongan, Jawa Timur. Parameter karakteristik limbah cair batik dalam penelitian ini merujuk pada Pergub Jatim No.72 Tahun 2013 yang berhubungan dengan kualitas air limbah bagi industri atau kegiatan usaha lainnya, seperti suhu, pH, dan kandungan lainnya.

2. Tahap Aklimatisasi

Perlakuan pada tahap aklimatisasi *E. radicans* dilakukan dengan cara memasukkan tumbuhan kedalam wadah perlakuan berisi air

yang telah diberi pupuk NPK cair untuk menutrisi dan dapat menyesuaikan diri dalam kondisi pada tahap RFT (*Range Finding Test*). Tumbuhan yang baik dan tidak merata akan terpilih ke tahap selanjutnya yakni diaplikasikan pada tahap RFT.

3. Tahap pembuatan larutan limbah cair batik

Pembuatan larutan limbah cair batik dilakukan untuk membuat media bagi pertumbuhan *E. radicans*. Konsentrasi limbah cair batik yang dibutuhkan baik Pb maupun Cu yaitu 1 ppm, 3 ppm dan 5 ppm. Pengenceran larutan limbah cair batik membutuhkan aquades dengan volume air mencapai 2 L. Pengenceran larutan tersebut mengacu pada rumus sebagai berikut.

$$M1 \times V1 = M2 \times V2$$

Keterangan:

M1 : konsentrasi awal larutan

M2 : konsentrasi akhir larutan

V1 : volume awal air

V2 : volume air sesudah pengenceran

Larutan limbah cair yang telah tersedia diletakkan di 4 wadah perlakuan (bak plastik 5 L) pada masing-masing variasi konsentrasi logam berat Pb dan Cu. Lalu di aduk hingga larut. Setiap larutan konsentrasi dibagi menjadi 2 botol untuk dua kali tahap RFT.

4. Tahap *Range Finding Test* (RFT)

Range Finding Test merupakan bentuk tahapan pendahuluan untuk menguji nilai konsentrasi logam berat Pb dan Cu dalam limbah cair batik yang mampu di toleransi oleh tumbuhan *E. radicans*. Tahap ini dilakukan dengan sekali RFT. Pada RFT 1 variasi konsentrasi yang digunakan yaitu 0 ppm (kontrol), 1 ppm, 3 ppm, dan 5 ppm limbah cair batik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis pH dan Suhu

Parameter yang pertama diamati adalah pengukuran pH dan suhu menggunakan variasi konsentrasi Pb dan Cu 0 ppm, 1 ppm,

3 ppm dan 5 ppm dengan hasil pada Tabel 1. Pada hasil rata-rata RFT variasi konsentrasi Pb, tanaman melati air menunjukkan penurunan nilai pH di setiap konsentrasi (Tabel 1). Sedangkan hasil RFT variasi

konsentrasi Cu (Tabel 2) mengalami penurunan nilai pH pada konsentrasi 1 ppm dan 5 ppm, tetapi pH meningkat pada konsentrasi 3 ppm.

Tabel 1. Data Pengukuran pH Dan Suhu Pada Variasi Konsentrasi Pb Selama Dua Minggu

Waktu pengamatan (Hari)	pH				Suhu (°C)			
	Kontrol (0 ppm)	1 (ppm)	3 (ppm)	5 (ppm)	Kontrol (0 ppm)	1 (ppm)	3 (ppm)	5 (ppm)
1	7,0	6,9	6,7	6,5	24	24	24	24
3	6,9	6,7	6,6	6,6	23	23	23	23
6	7,3	7,1	7,0	7,0	23	24	24	24
9	7,1	7,3	7,3	7,1	24	24	24	24
12	7,6	7,5	7,4	7,4	23	23	23	22
14	7,5	7,5	7,2	7,0	22	22	21	22
Rata-rata	7,2	7,1	7,0	6,9	23,1	23,3	23,1	23,1

Pada hasil RFT nilai pH juga diringi pengukuran suhu. Pada awal dan akhir pengamatan Pb terlihat penurunan suhu 1 °C di konsentrasi 3 ppm (Tabel 1). Sedangkan hasil rata-rata nilai suhu RFT Cu dalam pengukuran (Tabel 2) terlihat mengalami penurunan pada 1 ppm dan suhu tetap di 3 ppm dan 5 ppm. Hasil pengamatan perubahan

pH dan suhu disebabkan oleh nilai pH yang dipengaruhi kelarutan logam berat Pb dan Cu. Hal ini dikarenakan oleh tidak adanya perlakuan pengadukan sehingga senyawa Pb maupun Cu tidak seluruhnya tercampur dalam air dan sebagian besar residu berada didasar wadah.

Tabel 2. Data Pengukuran pH Dan Suhu Pada Variasi Konsentrasi Cu Selama Dua Minggu

Tanggal pengamatan	pH				Suhu (°C)			
	Kontrol (0 ppm)	1 (ppm)	3 (ppm)	5 (ppm)	Kontrol (0 ppm)	1 (ppm)	3 (ppm)	5 (ppm)
1	7,4	7,0	7,2	6,6	24	23	24	24
3	7,2	6,8	6,9	6,7	23	23	22	23
6	7,6	7,2	7,4	7,0	25	24	25	24
9	7,9	7,4	7,5	7,3	25	25	25	24
12	7,9	7,5	7,7	7,4	25	23	24	24
14	7,5	7,5	7,5	7,0	22	21	21	22
Rata-rata	7,5	7,2	7,4	7,0	24	23,1	23,5	23,5

Nilai pH pada konsentrasi Pb mengarah menjadi asam, sedangkan nilai pH pada konsentrasi Cu yang sebelumnya cenderung basa beralih menjadi netral. Perubahan keadaan larutan limbah Cu yang membentuk pH netral dapat diakibatkan oleh proses bereaksinya larutan limbah dengan ion H⁺, sehingga larutan tersebut menjadi netral yang ditandai pH 7 (Caroline & Guido, 2015). Kordi *et al.* (2007) mengungkapkan bahwa

nilai pH berkaitan erat dengan nilai karbondioksida (CO₂), dimana bertambahnya nilai CO₂ dalam air limbah maka akan terjadi penurunan nilai pH. Hal tersebut disebabkan oleh adanya proses pemisahan elektron dalam reaksi bikarbonat. Kenaikan pH akan bekerja dalam menurunkan kelarutan logam dari ion karbonat menjadi hidroksi dan membangun ikatan partikel dalam badan air (Darmono, 2001).

Menurut Siswandari *et al.* (2016), nilai pH 6-9 merupakan batas maksimum pH yang dapat dibuang ke lingkungan. Nilai pH dalam media cair akan mempengaruhi kelarutan logam yang terkandung di dalamnya. Oleh karena itu, jika air yang mengandung kadar logam tinggi seperti Pb maka pH dalam air akan terjadi penurunan. Adanya perubahan nilai pH juga disebabkan oleh suhu air dan sintesis senyawa organik yang dikeluarkan ke dalam media menjadikan ketidakteraturan pH pada media tumbuh melati air serta dipengaruhi oleh keadaan pH lingkungan akibat peletakan tanaman ditempat terdedah meskipun ternaungi. Pada pengamatan ini diketahui terjadi peningkatan suhu yang

disebabkan oleh meningkatnya kelarutan oksigen dalam air. Oleh sebab itu mengakibatkan terjadinya kenaikan nilai pH menjadi basa. Hal tersebut terjadi pada variasi konsentrasi Cu 3 ppm. Sedangkan penurunan suhu pada variasi konsentrasi Pb dapat disebabkan oleh oksigen yang berdifusi secara bebas dalam media tumbuh tanaman melati air (Aspari *et al.*, 2018).

B. Pengukuran TDS (*Total Dissolved Solid*)

Pengukuran nilai TDS dilakukan sejalan dengan pengukuran penurunan kadar keasaman atau nilai pH dan suhu media tumbuh tanaman *E. radicans*. Adapun nilai TDS pada pengamatan atau penelitian ini disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Data Pengukuran TDS Pada Variasi Konsentrasi Pb dan Cu Selama Dua Minggu

Tanggal pengamatan	Pb				Cu			
	Kontrol (0 ppm)	1 (ppm)	3 (ppm)	5 (ppm)	Kontrol (0 ppm)	1 (ppm)	3 (ppm)	5 (ppm)
1	190	422	0,7x10	105x10	190	463	459	115
3	166	427	0,3x10	102x10	175	405	0,5x10	100x10
6	162	338	539	0,2x10	183	386	638	0,9x10
9	202	445	201	136x10	210	474	518	123x10
12	212	341	518	438	168	350	591	707
14	209	323	466	638	205	380	620	0,5x10

Berdasarkan pengukuran TDS hasil pengamatan menunjukkan bahwa konsentrasi Cu pada nilai TDS yang terukur terlihat mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya kadar limbah. Namun nilai TDS dari Cu pada akhir pengamatan cenderung tidak stabil dan mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu pada nilai Cu sebesar 5 ppm. Sedangkan pada konsentrasi Pb, hasil menunjukkan bahwa nilai TDS mengalami naik turun (berubah-ubah) dan pada akhir pengukuran, nilai Pb terjadi peningkatan nilai TDS. Hasil uji TDS yang cukup fluktuatif atau berubah ubah tersebut dapat disebabkan karena adanya kandungan bahan organik dan anorganik yang terkandung di dalamnya serta kemungkinan

dari adanya sebagian kecil bagian tanaman yang mengalami kerusakan dan ikut terlarut di dalam air. Penurunan TDS yang terjadi dapat dipengaruhi oleh akar tanaman melati air yang tumbuh lebat sehingga mampu mengaktifkan kerja mikroorganisme dalam membantu menurunkan kadar TDS pada media tumbuh (Kustiyaningsih & Irawanto, 2020). Menurut Ilyas *et al.* (2013), angka TDS yang mengalami kenaikan dapat dikarenakan adanya kandungan zat-zat seperti potassium, klorida, dan sodium serta ion-ion toksik berlebih lainnya yang terlarut dalam air. Parameter selanjutnya yang diamati selain pengukuran pH, suhu dan TDS adalah perubahan morfologi tumbuhan yang dilakukan pada awal dan akhir pengamatan.



Gambar 1. RFT Hari ke-1



Gambar 2. RFT Hari ke-14

Pengamatan morfologi tumbuhan dapat dilihat dari daun dan batang. Pada Gambar 1 yakni dihari ke-1 keseluruhan tumbuhan *Echinodorus radicans* terlihat segar baik dari daunnya yang tampak hijau maupun batang yang kokoh. Pada konsentrasi Cu 1 ppm dan 3 ppm dibarisan depan dihari ke-14 tangkai batang tumbuhan terlihat lemah dan berwarna kecoklatan sebagai pertanda pembusukan. Adapun di barisan belakang yaitu konsentrasi Pb 5 ppm tumbuhan menunjukkan tanda-tanda klorosis, dimana terjadi perubahan warna daun yang awalnya hijau menjadi kuning kecoklatan. Hal tersebut diperkirakan dipengaruhi oleh toksisitas tumbuhan terhadap reaksi cekaman abiotik dari limbah cair batik. Indikasi adanya toksisitas tersebut diasumsikan menjadi dampak tumbuhan mengalami keracunan logam berat (Sandy *et al.*, 2010).

Penyerapan materi yang terkandung dalam media tumbuh dilaksanakan oleh puncak akar menggunakan jaringan meristem sehingga timbul gaya tarik-menarik terhadap elemen molekul air yang terdapat pada tumbuhan. Logam yang ada akan diabsorpsi (Rusyani, 2014) oleh akar tumbuhan dalam bentuk ion-ion bersama unsur hara yang terlarut dalam air. Materi yang telah terserap oleh akar kemudian bakal menuju kebatang melewati sistem pembuluh angkut (xylem) dan dilanjutkan ke bagian batang maupun daun batang (Rusyani, 2014). Menurut (Caroline & Guido, 2015) klorosis dapat disebabkan oleh senyawa logam berat yang

menghentikan sistem kerja enzim guna mengkatalis sintesis klorofil. Pada bagian daun yang berwarna coklat terdapat bercak kehitaman. Hal tersebut disebabkan lama waktu tumbuhan terdedah oleh logam Pb sehingga terjadi peningkatan penahanan kerja sintesis klorofil. Sedangkan, timbulnya bintik-bintik pada daun dapat disebabkan oleh sel atau jaringan tumbuhan yang mengalami kematian dan disebut dengan peristiwa nekrosis.

Selama penelitian ini berlangsung ditemukan adanya beberapa tanaman yang tampak tumbuh tunas baru. Hal ini mengindikasikan tanaman melati air mampu menyesuaikan hidupnya pada lingkungan yang tercemar meski tetap dalam kadar tertentu (Anam *et al.*, 2013). Morfologi batang dan akar yang kokoh menjadikan tanaman melati air dianggap mampu menyerap lebih banyak polutan dalam air (Rachmawati, 2020). Adapun tidak adanya perubahan pH, suhu maupun morfologi pada variasi konsentrasi Cu dalam penelitian ini diharapkan dalam proses running fitoremediasi variasi konsentrasi dapat ditingkatkan. Hal tersebut dilakukan guna mengetahui batas maksimum tanaman melati air dalam mengakumulasi limbah cair batik.

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian RFT ini adalah variasi konsentrasi Cu dan Pb berdasarkan nilai rata-rata nilai pH

mengalami penurunan pH dengan meningkatnya konsentrasi limbah cair batik yang diberikan pada melati air. Nilai suhu Pb tetap disetiap konsentrasi namun terlihat pergerakan fluktuatif di hari ke-12 dan 14. Terjadi peningkatan suhu Cu disetiap konsentrasi dan dihari ke-14 suhu mengalami penurunan cukup signifikan. Pada pengamatan konsentrasi Cu, nilai TDS mengalami penurunan. Adapun variasi konsentrasi Pb menunjukkan nilai TDS mengalami naik turun. Perubahan morfologi baik batang yang layu dan membusuk di konsentrasi Pb 5 ppm dan Cu 3 ppm di hari ke-14 pengamatan tanaman melati air. Sedangkan daun yang semula hijau, pada konsentrasi Pb 5 ppm mengalami klorosis yang ditandai daun berubah menjadi warna kuning kecoklatan dan berbintik hitam (*nekrosis*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada institusi Balai Konservasi Tumbuhan (BKT) Kebun Raya Purwodadi-LIPI yang telah bersedia memberikan banyak kontribusi, dosen pembimbing lapangan yang telah memberikan saran dan masukan sehingga dapat menuntaskan penelitian ini dan teman-teman yang telah memberikan dukungan atas penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anam, M. M., Kurniati, E., & Suharto, B. (2013). Penurunan Kandungan Logam Pb dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bambu Air (*Equisetum Hyemale*) dan Zeolit. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 1, 43-59.
- Apsari, L., Kusumawati, E., & Susanto, D. (2018). Fitoremediasi Limbah Cair Laundry Menggunakan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dan Eceng Padi (*Monochoria vaginalis*). *Bioprospek*, 13, 29-38.
- Caroline, J., & Guido, A. M. (2015). Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan III*. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. Hlm. 733-744.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta: UI Press.
- Gusnita, D. (2012). Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) di Udara dan Upaya Penghapusan Bensen Bertimbal. *Jurnal Berita Dirgantara*, 13, 95-101.
- Ilyas, N. I., Winardi, D. N., & Sri, S. (2013). Penurunan Kadar TDS Pada Limbah Tahu dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Biofilter Kerikil Hasil Letusan Gunung Merapi dalam Bentuk Random. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2, 1-10.
- Kustiyaningsih, E., & Irawanto, R. (2020). Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) dalam Fitoremediasi Detergen dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7, 143-148.
- Kordi, K., Gufran, K. & Tancung, A. (2007). *Pengolahan Air Terpadu*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Lestari, W., Narko, D., & Suprpto, A. (2012). *An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in Purwodadi Botanic Garden*. Pasuruan: UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi.
- Nurbidayah, Suarsini, E., & Hastuti, U. S. (2014). Biodegradasi dengan Isolat Bakteri Indigen Pada Limbah Tekstil Sasiringan di Banjarmasin. *Prosiding Seminar Nasional Sinergi Pangan*

- Pakan dan Energi Terbarukan*. Yogyakarta, 21-23 Oktober 2014. Hlm. 233.
- Oktavia, Z., Budiyono, B., & Nikie, A. Y. D. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Limbah Cair Home Industry Batik "X" Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4, 238-246.
- Rachmawati, D. (2020). Fitoremediasi Menggunakan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) untuk Menurunkan Logam Besi (Fe). *Skripsi*. Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Rusyani, R. (2014). Potensi Tumbuhan Genjer Sebagai Agen Fitoremediasi Pada Limbah yang Mengandung Logam Timbal (Pb). *Skripsi*. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo.
- Sandy, N. J., Nurhidayati, T., & Purwani, K. I. (2010). Profil Protein Tanaman *Salvinia molesta* yang Dikulturkan Pada Media Modifikasi Air Lumpur Sidoarjo. *Publikasi Ilmiah ITS*, 2-15.
- Santriyana, D, D., Rita, H., & Isna, A. (2013). Eksplorasi Tanaman Fitoremediator Alumunium (Al) yang Ditumbuhkan Pada Limbah IPA PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1, 1-11.
- Siswandari, A. M., Iin, H., & Sukarsono, S. (2016). Fitoremediasi Phospat Limbah Cair Laundry Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dan Bambu Air (*Equisetum hymale*) Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2, 222-230.