

## **PENGARUH VARIASI LAMA KONTAK FITOREMEDIASI TANAMAN KIAMBANG (*SALVINIA MOLESTA*) TERHADAP KADAR KADMIUM (Cd) PADA LIMBAH CAIR *HOME INDUSTRY* BATIK “X” MAGELANG**

**Zulfa Oktavia, Budiyono, Nikie Astorina Yunita Dewanti**

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas  
Diponegoro, Semarang

Email : [zulfa.oktaviavia@gmail.com](mailto:zulfa.oktaviavia@gmail.com)

**Abstract** : Batik industry "X" has a potential to produce hazardous waste in the form of Cadmium (0.72 mg/L). It can cause environmental pollution if there is no wastewater treatment plant. One of the methods which used to reduce the levels of Cd is phytoremediation using *Salvinia molesta*. The purpose of this study is to determine the effect of contact time variation by using *Salvinia molesta* towards the levels of Cd in liquid waste of batik. The type of research used a quasi-experiment research with pretest-posttest with control design. The population in this research were the liquid waste of the batik which was produced from the batik's dying process. The sample that used were 150 liters of liquid waste of dying output that has diluted 25 % to 9 replications and 3 controls. The level of the Cd decline efficiency by using *Salvinia molesta* during 9 days contact time showed the highest decline 58.80%. From the Kruskal Wallis test, significance value of 0.0001 ( $< 0.05$ ) was obtained. The variation of the contact time affected the value decreased levels of Cadmium (Cd). Continued test with Mann Whitney concluded that there were significant differences in the average of cadmium level decrease by using *Salvinia molesta* in the variation of the contact time during 3 days to 6 days and 9 days. The conclusion of this study was the variation of the contact time using *Salvinia molesta* affected on decreased levels of Cd in liquid waste of batik X. Prolonged the contact time of the plant; therefore, the Cd levels of the liquid water will be lower.

**Keywords** : liquid waste of batik, phytoremediation, *Salvinia molesta*, contact time, the cadmium level

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri batik di Indonesia memberikan dampak positif yaitu memberikan kontribusi bagi penciptaan lapangan kerja, namun selain itu industri batik berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu akibat yang ditimbulkan dengan berdirinya *home industry* batik adalah munculnya permasalahan terkait limbah cair yang dihasilkan. Industri batik merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Limbah cair industri batik memiliki karakteristik warna yang pekat, berbau menyengat, kekeruhan tinggi dan memiliki keasaman (pH), Fenol, Sulfida, *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi.<sup>1</sup> Selain itu limbah cair batik mengandung bahan – bahan sintetik yang sukar larut. Zat yang terkandung dalam limbah batik berupa logam berbahaya seperti Zn, Cd, Cu, Cr, dan Pb, padatan tersuspensi, atau zat organik.<sup>2,3</sup>

Berdasarkan studi pendahuluan mengenai kandungan logam berat pada limbah cair *home industry* batik X di laboratorium didapatkan hasil kandungan logam berat Kromium (Cr) sebesar 0,56 mg/L, logam berat Kadmium (Cd) sebesar 0,72 mg/L, dan logam berat Tembaga (Cu) sebesar 0,37 mg/L. Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No.5 tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah, kadar Kadmium (Cd) masih berada diatas baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 0,1 mg/l.<sup>4</sup>

Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam yang memiliki

toksistas tinggi. Logam Kadmium (Cd) bersifat karsinogen. Ginjal dan hati merupakan organ tubuh yang menjadi sasaran toksistas Kadmium.<sup>5</sup>

Salah satu metode pengolahan limbah untuk menurunkan polutan adalah dengan metode fitoremediasi. Teknik fitoremediasi didefinisikan sebagai teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan zat pencemar dalam tanah maupun air dengan mediator tumbuhan berfotosintesis.<sup>6</sup> Tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) merupakan tanaman pengganggu atau gulma perairan yang pertumbuhannya cepat. *Salvinia molesta* mampu bertahan hidup pada lingkungan yang tercemar dan mengakumulasi unsur logam tertentu dengan pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang baik.<sup>7</sup> Tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) mampu tumbuh pada perairan dengan kadar nutrisi yang rendah. Pemanfaatan kiambang (*Salvinia molesta*) dalam fitoremediasi juga telah dilakukan oleh Bunga tahun 2009, bahwa kiambang (*Salvinia molesta*) dapat digunakan sebagai tanaman fitoremediator pada konsentrasi Timbal (Pb) mencapai 0,182 mg/L dalam waktu kontak 12 hari.<sup>8</sup> *Home industry* batik X belum memiliki IPAL serta kondisi limbah cair yang mengandung logam berat khususnya Kadmium (Cd). Sehingga diperlukan upaya untuk menurunkan kadar Kadmium pada air limbah batik. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengkaji Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) terhadap Kadar Kadmium (Cd) pada Limbah Cair Batik.

## METODOLOGI PENELITIAN

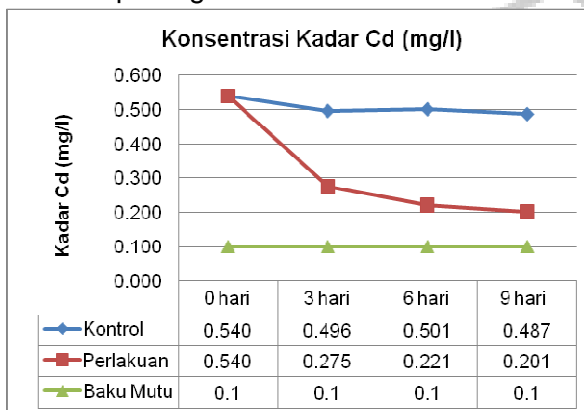
Penelitian menggunakan jenis penelitian eksperimen dengan *pretest-posttest with control grup design*. Alat dan bahan yang digunakan adalah Jerigen, thermometer raksa, AAS, botol sampel 100 ml, kertas pH, dan bak treatment berkapasitas 5 L. Sampel dalam penelitian ini adalah air limbah pewarnaan batik *home industry X* yang diambil dengan cara *composit sampling*. Pengulangan dilakukan sebanyak 9 kali. Jumlah sampel yang dibutuhkan adalah 27 sampel perlakuan dan 3 sampel kontrol. Air limbah yang digunakan dalam percobaan merupakan hasil pengenceran limbah batik sebanyak 25%. Air limbah yang dibutuhkan untuk satu bak treatment adalah 5 L. Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) yang digunakan diambil area Rawa Pening, Ambarawa. Tanaman dibersihkan dengan menggunakan air sumur untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada akar lalu di aklimatisasi selama 5 hari agar tanaman dapat menyesuaikan dengan lingkungan baru.<sup>8</sup> Tanaman yang digunakan untuk satu bak treatment adalah 140 gram dan kerapatan tanaman menutupi 60% luas permukaan bak.<sup>9,10</sup> Tanaman yang digunakan dipilih dengan ukuran yang relative sama. Kemudian tanaman dikontakan pada air limbah selama 3 hari, 6 hari dan 9 hari. Pengukuran suhu dan pH dilakukan pada awal sebelum percobaan dan pada saat perlakuan yaitu hari ke 3, 6 dan 9. Kadar Kadmium diukur pada awal percobaan sebagai kadar *pretest* dan diukur juga pada akhir percobaan (*posttest*), sampel diambil 100 ml untuk dibawa ke laboratorium untuk dianalisis dengan AAS. Efektivitas penurunan kadar Cd

dihitung dari persentase selisih kadar awal Kadmium dengan kadar akhir setelah percobaan

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji beda Kruskal wallis dengan taraf kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji lanjutan dengan Uji Mann Whitney.<sup>1</sup>

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan secara laboratorium pada sampel limbah cair yang diambil, diketahui bahwa kadar Kadmium pada limbah cair sebelum perlakuan rata-rata adalah 0,540 mg/l. Sedangkan hasil analisa kadar Cd setelah percobaan dapat terlihat pada gambar 1.



mengalami penurunan. Penurunan

Gambar 1. Grafik Konsentrasi Cd

Perlakuan (I)	Perlakuan (J)	p-value
Perlakuan 3 hari	6 hari	0,01
	9 hari	0,0001
Perlakuan 6 hari	9 hari	0,825

sedimentasi pada dasar bak. Hal ini didukung dengan keadaan air yang kekurangan Oksigen karena kontaminasi bahan organik sehingga logam berat mudah mengendap.<sup>12</sup>

Selain itu, pada bak perlakuan atau bak yang berisi tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu kontak

	Lama Kontak	Selisih	p-value
Penurunan Cd	Hari 3	0,221	0,0001
	Hari 6	0,280	
	Hari 9	0,286	

tanaman Kiambang pada air limbah.

Penurunan yang terjadi pada kelompok bak kontrol tidak terlalu signifikan bila dibandingkan dengan penurunan yang terjadi pada kelompok perlakuan yang dikontakkan dengan tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*). Meskipun mengalami penurunan, konsentrasi kadar Kadmium (Cd) pada semua bak kontrol maupun bak perlakuan dengan variasi lama kontak masih berada diatas baku mutu yang ditetapkan Perda Jateng No. 5 tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah.

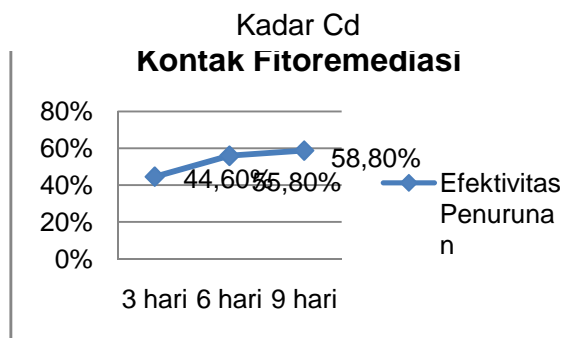
Hasil analisa Cd pada gambar 1, terlihat bahwa penurunan konsentrasi Cd pada hari ke 3 sangat tajam bila dibandingkan dengan penurunan yang terjadi setelah perlakuan hari ke 3 meskipun konsentrasi Cd hingga pada hari ke 9 masih mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan kemampuan tanaman pada awal percobaan dapat menyerap logam berat masih tinggi. Sedangkan hari berikutnya mengalami penurunan, semakin banyak logam yang terserap maka semakin banyak logam yang terakumulasi dalam jaringan tanaman dan menyebabkan kejenuhan sehingga penyerapan yang terjadi menjadi terhambat.<sup>13</sup>

Analisis statistik berdasarkan uji beda Kruskal wallis dapat dilihat pada tabel 1 dan uji lanjutan pada tabel 2.

Tabel 1 diketahui bahwa p-value <0,05 yang artinya terdapat perbedaan rata-rata penurunan kadar logam Cd pada air limbah batik dengan variasi lama kontak dengan tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*). Hasil analisa uji Mann Whitney dapat terlihat pada tabel 2 yang diketahui terdapat perbedaan secara signifikan rata-

rata penurunan kadar Cd pada limbah cair batik dengan fitoremediasi dengan menggunakan tanaman Kiambang antara variasi lama kontak waktu 3 hari dengan 6 hari dan 9 hari. Sehingga lama waktu kontak berpengaruh terhadap penurunan kadar kadmium pada air limbah batik, yang ditunjukkan dengan semakin panjang lama waktu kontak maka semakin besar penurunan kadar Kadmium. Efektivitas penurunan kadar logam berat Cd dengan menggunakan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dapat dilihat pada gambar 2.

Gambar 2. Grafik Presentase Penurunan



Efektivitas penurunan kadar logam berat Cd menggunakan tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) dengan variasi lama kontak 3, 6, dan 9 hari menunjukkan rata-rata penurunan terbesar pada waktu kontak 9 hari yaitu sebesar 58,80 %.

Penurunan kadar Kadmium (Cd) pada limbah cair batik dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) terjadi karena adanya proses penyerapan unsur logam Cd oleh tanaman, terutama oleh akar. Pada akar serabut terdapat bulu akar yang selalu terendam dalam air. Air limbah yang mengandung logam akan bermuatan positif dan cara untuk mengikat logam tersebut dengan memasukkan objek yang

bermuatan negatif. Akar tumbuhan bermuatan negatif dan berperan sebagai magnet untuk menarik unsur-unsur bermuatan positif.<sup>14</sup>

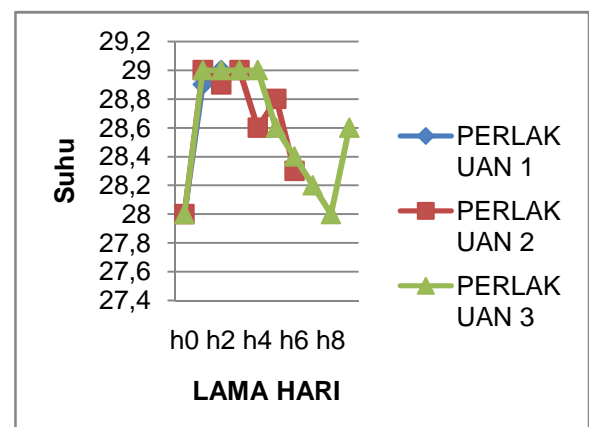
Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tanaman dibagi menjadi tiga proses yaitu penyerapan logam oleh akar, translokalisasi, dan lokalisasi. Penyerapan logam melalui mekanisme pembentukan suatu khelat yang disebut fitosidorofor. Molekul fitosidorofor ini akan mengikat logam dan membawanya ke dalam sel akar dan ke bagian tumbuhan lain dan lokalisasi logam pada bagian jaringan tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan sehingga mencegah keracunan pada sel tanaman.<sup>15</sup>

Mekanisme fitoremediasi yang terjadi pada penyerapan Kadmium ini dimungkinkan adalah fitoekstraksi dan rhizofiltrasi. Fitoekstraksi adalah proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga terakumulasi disekitar akar tumbuhan. Sedangkan

Rhizofiltrasi merupakan absorpsi kontaminan pada akar.<sup>7</sup>

Proses fitoremediasi dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan pH. Keadaan pH berdasarkan pengukuran dengan menggunakan kertas pH diperoleh pH awal air limbah sebesar 8 dan pH mengalami penurunan dengan metode fitoremediasi pada hari ke 6 dan juga hari ke 9 yaitu pH rata-rata 7,8.

Pengukuran suhu pada air limbah batik dengan menggunakan



termometer raksa pada air limbah selama perlakuan dapat terlihat pada gambar 3.

Gambar 3. Grafik Pengamatan Suhu

Suhu rata-rata sebelum perlakuan atau hari ke 0 adalah 28 °C. Pada saat perlakuan suhu terendah adalah 28 °C dan suhu tertinggi adalah 29 °C. suhu tersebut masih dalam batas normal tumbuhan untuk tumbuh yaitu berkisar pada suhu 10 °C – 35 °C. Suhu air limbah dipengaruhi oleh suhu lingkungan akibat cuaca pada saat perlakuan. Suhu berpengaruh terhadap tingkat penyerapan karena suhu berkaitan dengan proses metabolisme dan fotosintesis. Kenaikan suhu dapat menaikkan kecepatan difusi ion ke akar tanaman.<sup>16</sup>

Pengamatan morfologi terlihat pada kondisi fisik tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) selama perlakuan berlangsung. Seiring bertambahnya waktu lama kontak tanaman terhadap limbah cair batik masing-masing tanaman mengalami perubahan warna pada hari ke 6. Tanaman mulai menunjukkan gejala klorosis yaitu daun berubah warna semula hijau menjadi kuning layu kecoklatan. Klorosis dapat terjadi karena logam berat menghambat kerja enzim yang mengkatalis sintesis klorofil. Selain itu tanaman berada pada kondisi lingkungan yang kurang nutrisi. Beberapa tanaman juga menggugurkan daun. Hal ini terjadi karena logam yang sudah masuk ke dalam tubuh tanaman akan diekskresikan dengan cara menggugurkan daun yang sudah tua sehingga nantinya dapat mengurangi kadar logam.. Kerontokan pada bulu akar juga terjadi pada tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*). Hal ini terjadi

akibat penurunan metabolisme yang disebabkan oleh penyerapan ion logam yang berlebih.<sup>15</sup>

Aplikasi Fitoremediasi di lapangan pengolahan sederhana dengan membuat bak penampungan limbah sederhana. Aplikasi fitoremediasi tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) di lapangan dapat dimodifikasi dengan metode fitoremediasi yang dilengkapi tanah atau pasir serta kerikil didasar bak untuk pengendapan partikel. Design bak penampungan untuk kapasitas air limbah 45 L/hari dengan lama kontak 9 hari adalah panjang 1,5 m, lebar 0,5 dan tinggi 0,4 meter.

#### KESIMPULAN

Dari Hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kadar logam Kadmium sebelum dilakukan perlakuan adalah 0,540 mg/l
2. Penanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dengan lama kontak 3 hari, 6 hari dan 9 hari diperoleh efektivitas penurunan rata – rata berturut-turut sebesar 44,60 %, 55,80 % dan 58,80 %
3. Terdapat perbedaan bermakna antara besarnya penurunan logam berat Cd pada kelompok perlakuan atau variasi lama kontak memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar logam Cd pada limbah cair batik di *home industry* batik X yaitu semakin lama waktu kontak , maka kadar logam berat kadmium pada air limbah semakin menurun

#### SARAN

1. Pengusaha industri batik disarankan untuk membuat

- penampungan air limbah sementara dan melakukan pengolahan terhadap air limbah sisa proses pembuatan batik
2. Perlu dilakukan pengukuran kadar logam lainnya seperti Pb, Cu, Zn, dan Cr dalam air limbah sebelum dan setelah perlakuan
  3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan memperpanjang waktu pemaparan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) untuk mengetahui batas maksimal penyerapan kadar Kadmium (Cd) dengan pengenceran air limbah yang lebih besar dan penambahan nutrisi.
- pada tanggal 26 Februari 2016
3. Ida Nurdalia. *Kajian dan Analisis Peluang Penerapan Produksi Bersih Pada Usaha Kecil Batik Cap.*[Tesis].Semarang:Program Pasca Sajana UNDIP. 2006
  4. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No.5 tahun 2012 tentang Baku Mutu Air Limbah.2012
  5. Widowati, W. Astiana,S dan Raymon J.R.*Efek Toksik Logam.*Yogyakarta: Penerbit Andi.2008
  6. Hidayati dan Sayfuddin. *Potensi Hipertoleransi dan Serapan Logam Beberapa Tumbuhan Terhadap Limbah Pengolahan Emas.* Bidang Botani Pusat Penelitian Biologi –LIPI.Bogor.2003
  7. Rahmansyah, M. *Tumbuhan Akumulator untuk Fitoremediasi Lingkungan Tercemar Merkuri dan Sianida Penambangan Emas.* Jakarta : LIPI Press.2009
  8. Bunga R.V.,Sumiyati,S.,Sutrisno,E. *Fitoremediasi Limbah Mengandung Timbal (Pb) Dan Nikel (Ni) Menggunakan Tanaman Kiambang (Salvinia Molesta).*2013.Jurnal Teknik Lingkungan, Universitas

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Zaman, B., A.Wahyu D .,dan Syafrudin. *Pengaruh jumlah eceng gondok dan waktu tinggal terhadap penurunan konsentrasi BOD , COD dan warna dalam limbah batik.*Jurnal Teknik Lingkungan Vol 4, No.1 halaman 1-9,2015
2. Ristanti, I. *Peranan Eichornia crassipes sebagai fitoremediator dalam mengurangi kadar logam berat kadmium (Cd) di ekosistem Sungai Bedong,Bantul Yogyakarta (Studi Kasus Aliran Limbah Cair Industri Batik Wirirejo.*Fakultas Kehutanan. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.2015  
<http://etd.repository.uqm.ac.id/index.php?mod> diakses

- Diponegoro Semarang Vol 2,  
No.1, 2013
9. Widiarso,T. *Fitoremediasi Air Tercemar Nikel Menggunakan Kiambang (Salvinia molesta)*.Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya. 2011. diakses dari <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-15662-1507100001-Paper-1pdf.pdf> pada tanggal 25 Februari 2016
10. Suryati,T dan Priyanto,B. *Eliminasi Logam Berat Kadmium Dalam Air Limbah menggunakan Tanaman Air.Balai Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*.2008.J.Tek.Ling,P 3Pi-BPPT.4(3):143-147
11. Dahlan,M.S. *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan : Deskriptif, Vivariat, dan Multivariat*. Edisi 5. Jakarta : Salemba Medika. 2011
12. Hindarko, S.*Mengolah Air Limbah Supaya Tidak Mencemari Orang Lain*, Jakarta : Penerbit Esha. 2003
13. Wirawan,T. Yuliani,d.E dan Sitorus,S., *Analisis kemampuan kiambang (Salvinia molesta) untuk menurunkan konsentrasi ion logam Cu (ii) pada Media Tumbuh Air*. 2013. Jurnal Kimia Mulawarman Vol.10 No 2 Jurusan Kimia FMIPA Universitas Mulawarman
14. Permatasari,A.A. *Fitoremediasi Cd menggunakan Kiambang pada Media Modifikasi Lumpur Sidoarjo*. Institut Teknologi Surabaya diakses pada <http://digilib.its.ac.id/qsearch.php?txtKey> diakses pada tanggal 5 Maret 2016
15. Priyanto ,B priyatno J. *Fitoremediasi sebagai sebuah Teknologi Pencemaran, Khusus Logam Berat* (online) <http://lil.bppt.tripod.com/sublab/flora.htm>. Diakses pada tanggal 25 Januari 2016
16. Haryati,M. Tarzan,P.Sunu,K. *Kemampuan Tanaman Genjer (Limnocharis Flava (L.)Buch.) Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Kertas pada Biomassa dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda*. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surabaya. Vol. 1 : 131-138



