

**FITOEKSTRAKSI Cu, Cr DAN Pb LIMBAH TEKSTIL
DENGAN TUMBUHAN KIAMBANG (*Pistia stratiotes* L.)**

Ni Putu Ayu Dwijayanti, Iryanti Eka Suprihatin*, Ketut Gede Dharma Putra

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran

**E-mail : eka_suprihatin@unud.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian tentang fitoekstraksi Cu, Cr dan Pb limbah tekstil dengan tumbuhan kiambang (*Pistia stratiotes* L.) telah dilakukan untuk mengetahui penurunan konsentrasi logam Cu, Cr dan Pb dalam limbah tekstil. Limbah tekstil yang ditanami dengan tumbuhan kiambang (*Pistia stratiotes* L.) disampling setiap 6, 12, 24 dan 48 jam lalu dianalisis menggunakan AAS (Shimadzu, AA-7000) dengan metode kurva kalibrasi untuk mengetahui konsentrasi Cu, Cr dan Pb yang tersisa. Pada waktu kontak 6, 12, 24 dan 48 jam, konsentrasi Cu berturut-turut sebesar $0,5089 \pm 0,0158$; $0,2212 \pm 0,0458$; $0,0691 \pm 0,0255$ dan 0 mg/L dari konsentrasi awal sebesar $2,5574$ mg/L, sedangkan konsentrasi Cr rata-rata berturut-turut sebesar $2,1954 \pm 0,0100$; $2,3371 \pm 0,0529$; $2,2988 \pm 0,0400$ dan $2,2222 \pm 0,0173$ mg/L dari konsentrasi awal sebesar $2,8966$ mg/L. Sementara itu konsentrasi Pb rata-rata berturut-turut sebesar $2,0767 \pm 0,0447$; $0,7346 \pm 0,0234$; $1,1724 \pm 0,1125$ dan $0,5000 \pm 0,0122$ mg/L dari awal sebesar $2,9868$ mg/L. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa tumbuhan kiambang (*Pistia stratiotes* L.) mampu menurunkan konsentrasi Cu dan Pb hingga berada di bawah baku mutu waktu 48 jam sedangkan konsentrasi Cr masih berada di atas baku mutu yang ditetapkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 3/MENLH/01/2010.

Kata kunci : *Pistia stratiotes* L., fitoekstraksi, Cu, Cr dan Pb

ABSTRACT

A study about phytoextraction of Cu, Cr dan Pb in textile waste by using *Pistia stratiotes* L., has been carried out to determine the decrease in their concentrations in the waste. *Pistia stratiotes* L. was grown in the textile waste and samples of the waste were collected every 6, 12, 24 and 48 hours and analyzed using AAS (Shimadzu, AA-7000) with calibration curve method to determine the remaining concentrations of Cu, Cr and Pb. The results showed that during the 6, 12, 24 and 48 hours contact, Cu concentrations decreased to $0,5089 \pm 0,0158$; $0,2212 \pm 0,0458$; $0,0691 \pm 0,0255$ and 0 mg/L from the initial concentration of $2,5574$ mg/L, while the concentrations of Cr were respectively $2,1954 \pm 0,0100$; $2,3371 \pm 0,0529$; $2,2988 \pm 0,0400$ and $2,2222 \pm 0,0173$ mg/L from the initial concentration of $2,8966$ mg/l. The concentrations of Pb were $2,0767 \pm 0,0447$; $0,7346 \pm 0,0234$; $1,1724 \pm 0,1125$ and $0,5000 \pm 0,0122$ mg/L from initial concentration of $2,9868$ mg/l. From those results, it is suggested that *Pistia stratiotes* L. was able to lower the concentrations of Cu and Pb to fulfill the guide line by The Regulation of Minister of the Environment No.3 /MENLH/0/2010 in 48 hours.

Keywords : *Pistia stratiotes* L., phytoextraction, Cu, Cr and Pb

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan industri tekstil di Indonesia telah menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan yakni masalah pencemaran. Hal ini terjadi karena mayoritas industri pencelupan tekstil belum memiliki tempat pengolahan atau pembuangan limbah pribadi sehingga mereka membuang limbahnya ke lingkungan. Limbah tekstil sangat berpotensi mencemari lingkungan karena mengandung bahan-bahan pencemar organik maupun anorganik yang tinggi, bahkan mengandung logam berat dan intensitas warnanya tinggi (Marthur *et al.*, 2005; Nugroho dkk, 2005).

Kandungan logam berat dalam zat pewarna tekstil umumnya berada di atas baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 3/MENLH/01/2010. Logam Cu, Cr dan Pb merupakan logam berbahaya yang dominan terkandung dalam limbah tekstil. Zille, 2005; Suharty, 1999; Latifah dkk, 2014).

Fitoremediasi dapat digunakan sebagai alternatif untuk menurunkan polutan dalam limbah tekstil. Fitoremediasi adalah upaya penggunaan bagian-bagian tanaman untuk dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan baik secara *ex-situ* menggunakan kolam buatan maupun *in-situ* (langsung di lapangan) pada daerah yang terkontaminasi limbah (Subroto, 1996).

Fitoekstraksi adalah salah satu bagian dari strategi fitoremediasi yang digunakan dalam penelitian ini untuk menurunkan konsentrasi logam Cu, Cr dan Pb dalam limbah tekstil. Fitoekstraksi mengandalkan kemampuan akar tanaman untuk menyerap kontaminan bersamaan dengan penyerapan nutrisi dan air. Tumbuhan yang digunakan adalah tumbuhan kiambang (*Pistia stratiotes* L.), tanaman air yang merupakan akumulator logam berat (Fahrudin, 2010). Tanaman ini dipilih sebagai tanaman akumulator dengan pertimbangan harganya yang murah, mudah diperoleh dan perkembangbiakannya sangat cepat (Bangun, 1988).

Sejauh ini penelitian tentang penggunaan tumbuhan kiambang sebagai agen fitoremediasi telah banyak dilaporkan seperti penurunan kadar zat warna limbah tekstil (Panca Dewi, dkk., 2014) maupun penurunan konsentrasi Cu (Handayani dkk, 2012). Dalam artikel ini dilaporkan penu-

runan konsentrasi Cu, Cr dan Pb dalam limbah tekstil dengan fitoekstraksi menggunakan tumbuhan kiambang (*Pistia stratiotes* L.).

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tekstil yang diambil dari industri tekstil di kawasan Denpasar, tumbuhan kiambang, akuades, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, CrO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, dan HNO_3 .

Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipet volume, pipet tetes, gelas piala, corong, botol sampel, bak pengolahan berukuran 44 cm x 30 cm x 14 cm, kertas saring, bola hisap, jerigen dan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) Shimadzu AA-7000.

Cara Kerja

Penyiapan sampel limbah tekstil

Sampel limbah tekstil diambil dari lokasi industri tekstil di kawasan Sesetan Denpasar. Sampel ditempatkan dalam 5 buah bak pengolahan berukuran 44 cm x 30 cm x 14 cm dengan volume masing-masing 10 liter.

Penyiapan tanaman untuk proses fitoekstraksi

Tanaman kiambang yang digunakan adalah *Pistia stratiotes* L. yang telah diidentifikasi di UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Eka Karya Bali-LIPI. Tanaman tersebut kemudian di tanam dalam air sumur selama 6-7 hari untuk meminimalisasi polutannya.

Penentuan waktu optimal dan penurunan fitoekstraksi tembaga, krom dan timbal

Limbah ditempatkan dalam 5 buah bak masing-masing 10 liter. Bak 1, 2, 3 dan 4 secara berurutan digunakan untuk waktu kontak 6, 12, 24 dan 48 jam sedangkan bak 5 digunakan sebagai kontrol yang juga disampling pada waktu yang sama. Pada waktu yang telah ditentukan sampel diambil dari bak yang sesuai dan diawetkan dengan HNO_3 dan didinginkan hingga waktu analisis.

Analisis konsentrasi logam yang tersisa dilakukan dengan metode kurva kalibrasi dengan menggunakan AAS Shimadzu AA-7000. Konsen-

trasi larutan standar Cu yang digunakan adalah 0, 2, 4, 5 mg/L, sedangkan konsentrasi larutan standar Cr dan Pb sebesar 0, 10, 15, 20 mg/L. Dari absorbansi yang diperoleh dihitung konsentrasi logam yang tersisa dan persentase penurunannya ditentukan dari konsentrasi sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurva Kalibrasi Cu, Cr, dan Pb

Penentuan konsentrasi Cu, Cr, dan Pb yang tersisa dilakukan dengan teknik kurva kalibrasi. Persamaan regresi linier untuk kurva kalibrasi logam Cu adalah $y = 0,1428x + 0,0157$ dengan koefisien regresi (R) sebesar 0,9979, untuk logam Cr adalah $y = 0,0174x - 0,0002$ dengan koefisien regresi (R) sebesar 0,9993 dan untuk logam Pb adalah $y = 0,0152x + 0,0048$ dengan koefisien regresi (R) sebesar 0,9976.

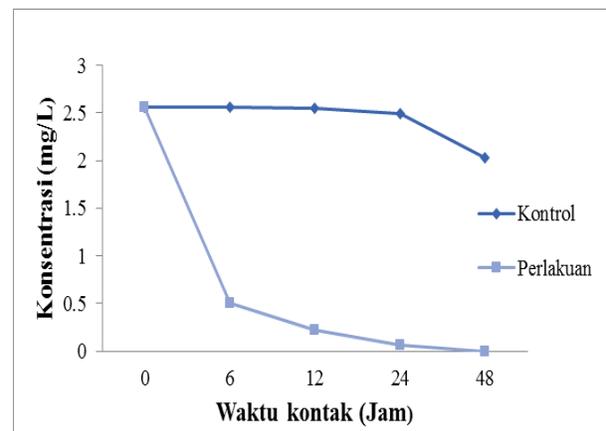
Berdasarkan uji karakteristik awal limbah maka dapat diketahui konsentrasi awal Cu, Cr, dan Pb berturut-turut adalah sebagai berikut: 2,5574; 2,8988; dan 2,9868 mg/L. Nilai tersebut telah melampaui baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 3/MENLH/01/2010.

Penurunan konsentrasi Cu

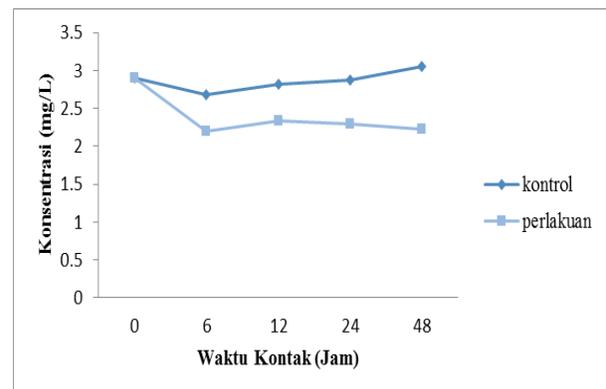
Konsentrasi Cu dalam limbah tekstil selama 6, 12, 24 dan 48 jam berturut-turut adalah $0,5089 \pm 0,0158$; $0,2212 \pm 0,0458$; $0,0691 \pm 0,0255$ dan 0 mg/L dengan persentase penurunan berturut-turut $80,10 \pm 0,64\%$; $88,47 \pm 1,80\%$; $97,3 \pm 0,99\%$; dan 100%, sedangkan untuk limbah kontrol konsentrasinya berturut-turut sebesar 2,5560 ; 2,5504 ; 2,4972; dan 2,0302 mg/L. Hasil ini menunjukkan bahwa tumbuhan kiambang (*Pistia stratiotes L.*) telah mampu menurunkan konsentrasi Cu hingga dibawah baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 3/MENLH/01/2010 yakni maksimum sebesar 2 mg/l. Grafik penurunan konsentrasi Cu dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi Cu pada limbah yang diberi perlakuan lebih tinggi dibanding limbah kontrol. Pada waktu kontak 48 jam tumbuhan kiambang telah mampu menurunkan konsentrasi Cu hingga 100%. Tingginya kemampuan kiambang dalam menurunkan konsentrasi Cu disebabkan karena Cu

merupakan logam esensial yang dibutuhkan oleh tumbuhan untuk diproses menjadi cadangan nutrisi. Dalam jumlah Cu tertentu berperan sebagai penyusun *plastocyanin* yang berfungsi dalam transport electron dalam proses fotosintesis (Effendi, 2003). Sementara itu penurunan konsentrasi Cu limbah kontrol yang persentasenya kecil disebabkan oleh faktor lingkungan dimana senyawa Cu dapat terdegradasi oleh sinar matahari namun prosesnya sangat lambat.



Gambar 1. Grafik penurunan konsentrasi Cu limbah tekstil



Gambar 2. Grafik penurunan konsentrasi Cr limbah tekstil

Penurunan konsentrasi Cr

Selama waktu kontak 48 jam terjadi penurunan dan peningkatan konsentrasi Cr pada kontrol maupun yang diperlakukan. Secara berturut-turut konsentrasi Cr untuk limbah yang diperlakukan waktu kontak 6, 12, 24 dan 48 jam adalah $2,1954 \pm 0,0100$; $2,3371 \pm 0,0529$;

2,2988±0,0400 dan 2,2222±0,0173 mg/L dengan persentase penurunan berturut-turut 22,67±0,41%; 17,68±1,87%; 19,03±1,40%; dan 21,73±0,62%, sedangkan untuk kontrol konsentrasinya adalah 2,6782; 2,8161; 2,8736; 3,0504 mg/L. Grafik penurunan konsentrasi Cr dapat dilihat pada Gambar 2.

Terlihat adanya peningkatan dan penurunan konsentrasi Cr pada limbah yang diperlakukan. Penyerapan paling tinggi terjadi pada waktu kontak 6 jam. Hal ini mungkin karena pada waktu tersebut kiambang yang digunakan sebagai agen fitoekstraksi masih dalam fase pertumbuhan awal sehingga mampu menyerap Cr dengan konsentrasi yang tinggi dalam waktu yang singkat. Sedangkan pada waktu kontak 12 jam kembali terjadi peningkatan konsentrasi Cr yang selanjutnya mengalami penurunan pada waktu 24 jam dan 48 jam. Hal ini terjadi karena pada waktu tersebut, tanaman kiambang mencapai tingkat kejenuhan dalam menyerap logam berat sehingga logam beratnya dilepas ke limbah sebelum akhirnya diserap kembali.

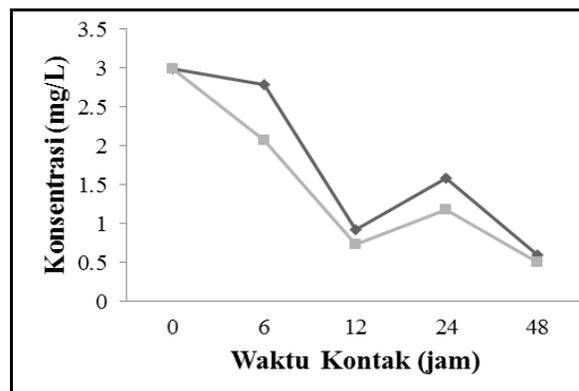
Rendahnya kemampuan tumbuhan kiambang dalam menurunkan konsentrasi Cr selama 48 jam mungkin disebabkan karena Cr merupakan logam non esensial dan beracun (Purnomo, 1991) sehingga tumbuhan kiambang tidak melakukan penyerapan yang optimal. Dalam mekanisme penyerapannya, perpindahan logam Cr ke tumbuhan kiambang (*Pistia stratiotes* L.) diinduksi oleh akar dengan mengekskresi zat khelat atau fitokelatin yang dapat mengikat logam yang memasuki tumbuhan sehingga *Pistia stratiotes* dapat menurunkan kadar krom di air limbah dan bertahan dalam kondisi stress (Sune, *et al.* 2007).

Sementara itu peningkatan Cr pada kontrol disebabkan karena terjadinya pemekatan pada limbah sebagai akibat dari paparan matahari dimana limbah mengalami penguapan sehingga volumenya berkurang. Hal ini mengakibatkan semakin bertambahnya waktu konsentrasi Cr juga meningkat.

Penurunan konsentrasi Pb

Sama halnya dengan Cr, konsentrasi Pb dalam limbah tekstil juga mengalami peningkatan maupun penurunan yang bervariasi. Konsentrasi Pb untuk limbah yang diperlakukan dengan kontrol

berturut-turut dalam waktu 6, 12, 24 dan 48 jam adalah sebagai berikut: 2,0767±0,0447; 0,7346±0,0234; 1,1724±0,1125 dan 0,5000±0,0122 mg/L dengan persentase penurunan berturut-turut 30,74±1,84%; 75,40±0,77%; 60,75±3,76%; dan 83,26±0,44%, sedangkan untuk kontrol adalah sebesar 2,7895 mg/L; 0,9276 mg/L; 1,5855mg/L; 1,1724 mg/L. Hasil ini mengindikasikan bahwa tumbuhan kiambang (*Pistia stratiotes* L.) telah mampu menurunkan konsentrasi Pb hingga di bawah baku mutu ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 3/MENLH/01/2010 yakni maksimum sebesar 1 mg/l. Grafik penurunan konsentrasi Pb dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik penurunan konsentrasi Pb limbah tekstil

Dari grafik terlihat pada waktu kontak 12 jam terjadi penurunan konsentrasi Pb yang cukup drastis, namun pada waktu kontak 24 jam konsentrasi Pb dalam sampel limbah tekstil mengalami peningkatan. Hal ini kemungkinan karena pada waktu 24 jam terjadi kejenuhan tumbuhan kiambang dalam menyerap logam berat sehingga logam beratnya dilepas kembali ke limbah sebelum akhirnya diserap kembali. Seiring pertambahan waktu, konsentrasi Pb dalam limbah tekstil yang diberi perlakuan dan dalam kontrol mengalami penurunan dengan selisih yang tipis. Dalam kurun waktu 48, konsentrasi Pb dalam kontrol maupun yang diberi perlakuan telah berada di bawah baku mutu.

Kemampuan kiambang dalam menurunkan konsentrasi Pb dalam limbah tekstil disebabkan oleh kemampuan kiambang menyerap logam

dengan cara dikelat dengan fitokelatin, yakni peptida kecil yang kaya akan asam amino sistein dan mengandung belerang (Salisbury,1995).

Adanya Pb yang diikat oleh fitokelatin pada akar kiambang akan membentuk ion kompleks kelat logam, sehingga ion logam tidak bisa lepas dengan mudah.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Persentase penurunan Cu dalam limbah tekstil dalam 6, 12, 24, dan 48 jam berturut-turut adalah $80,10 \pm 0,64\%$; $88,47 \pm 1,80\%$; $97,3 \pm 0,99\%$; dan 100% .
2. Persentase penurunan Cr rata-rata limbah tekstil pada waktu kontak 6, 12, 24, dan 48 jam berturut-turut sebesar $22,67 \pm 0,41\%$; $17,68 \pm 1,87\%$; $19,03 \pm 1,40\%$; dan $21,73 \pm 0,62\%$.
3. Persentase penurunan Pb rata-rata limbah tekstil pada waktu kontak 6, 12, 24, dan 48 jam berturut-turut adalah $30,74 \pm 1,84\%$; $75,40 \pm 0,77\%$; $60,75 \pm 3,76\%$; dan $83,26 \pm 0,44\%$.
4. Dalam waktu kurang dari 48 jam fitoekstraksi dengan kiambang telah mampu menurunkan konsentrasi Pb dan Cu dalam limbah tekstil hingga berada di bawah baku mutu limbah cair yang ditetapkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 3/MENLH/01/2010

Saran

Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan kiambang (*Pistia stratiotes* L.) dalam penyerapan logam berat maupun senyawa organik lainnya serta akumulasinya pada bagian tubuh kiambang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada Pak Herman selaku penyuplai limbah dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, P. 1988, Pemanfaatan Kiambang *Salvinia molesta* untuk Mengendalikan Gulma pada Padi Sawah, *Jurnal Penelitian Pertanian*, 7 (4) : 98-102
- Fahrudin, 2010, *Bioteknologi Lingkungan*, Alfabeta, Bandung
- Handayani, Ika Furi, Elly Setyowati, Agus Muji Santoso, 2012, Efisiensi Fitoremediasi Pada Air Terkontaminasi Cu Menggunakan *Salvinia molesta*. Biologi. Prosiding: Seminar Nasional X Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajarannya, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Latifah, Rais Nur, Ernia Roro, Lisdiana Anistya, Yulianto, Erick Rian, Asrilya Nur Jannah, Rorsalia, Ayuni Dita, Mustofa, Rosid Eka, Parmono Edi, 2014, Pemanfaatan α -Keratin Bulu Ayam Sebagai Adsorben Ion Timbal (Pb), *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 10(1) :11-21
- Mathur, N., Bhatnagar, P., Bakre, P., 2005, Assessing Mutagenicity of Textile Dyes From Pali (Rajasthan) Using Ames Bioassay, *Applied ecology and environmental research*, 4(1): 111-118
- Nugroho, Rudi., dan Ikbal. 2005. Pengolahan Air Limbah Berwarna Industri Tekstil dengan Proses AOPs. *JAI*, 1(2) : 163-172
- Panca Dewi, Kunti Sri., Dwijani, Wahyu., Suprihatin, Iryanti., 2014, Fitoekstraksi Zat Warna 'Congo Red' dan Metil Biru dalam Limbah Tekstil dengan Kiambang (*Salvinia natans*), Prosiding: Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Udayana, Denpasar
- Subroto, MA., 1996, *Fitoremediasi. Pelatihan dan Lokakarya "Peranan Bioremediasi dan Pengelolaan Lingkungan*. LIPI/BPPT/HSE, Cibinong, Bogor
- Suharty, N. S. 1999. Study kualitas Fisik Kimia 3 (Tiga) Anak Sungai Bengawan Solo di Kabupaten Karanganyar. Pusat Studi Lingkungan Hidup Lembaga Penelitian Surakarta, Surakarta.

Zille, A. 2005. Laccase Reaction for Textile Application. Disertasi. Textile Department

Universidade do