Pemanfaatan Tanaman Eceng-Ecengan (Ponteridaceae) sebagai Agen Fitoremediasi dalam Pengolahan Limbah Krom

Yola D. Putri¹, Holis A. Holik², Ida Musfiroh², Anisa D. Aryanti²

¹Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

²Fakultas Farmasi, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Jawa Barat, Indonesia

Abstrak

Permasalahan pencemaran air yang disebabkan oleh limbah krom industri penyamakan kulit di kawasan Sukaregang, Kabupaten Garut perlu diolah dengan teknik fitoremediasi dengan tanaman dari keluarga Pontederiaceae. Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui kadar penyerapan tanaman eceng-ecengan dan menentukan eceng mana yang paling efektif menyerap krom. Penelitian ini dilakukan dengan tahap pengumpulan bahan dan determinasi tanaman eceng-ecengan, pengolahan limbah dengan fitoremediasi selama 21 hari, dan analisis kadar krom dengan spektrofotometer serapan atom. Kapasitas penyerapan *Eichhornia crassipes* Solm., *Heteranthera peduncularis*, dan *Monochoria vaginalis* adalah 1,5395; 0,5728; dan 0,1057 µg/g. Berdasarkan uji Duncan, disimpulkan bahwa *Eichhornia crassipes* Solm. merupakan tanaman eceng paling efektif yang memiliki kemampuan paling tinggi dalam menyerap logam krom limbah penyamakan kulit.

Kata kunci: *Eichhornia crassipes* Solm., fitoremediasi, *Heteranthera peduncularis*, krom, *Monochoria vaginalis*

Utilization of Pontederiaceae as Phytoremediation Agent in Chrome Waste Treatment

Abstract

Water pollution caused by waste chrome leather tanning industry at Sukaregang, Garut Regency should be done by phytoremediation technique using plants from Pontederiaceae family. This research needs to know the level of absorption of Pontederiaceae plants and determine which one is the most effective to absorb chrome. The phase of this research is by gathering materials and determination of the Pontederiaceae plants, waste treatment with phytoremediation in 21 days, and analysis of chromium levels with an atomic absorption spectrophotometer. The absorption capacity of *Eichhornia crassipes* Solm., *Heteranthera peduncularis* and *Monochoria vaginalis* are 1.5395; 0.5728, and 0.1057 µg/g. Based on the Duncan test, it is concluded that *Eichhornia crassipes* Solm. is the most effective among them with the highest ability to absorb metal chrome tannery wastes.

Keywords: Chrome, *Eichhornia crassipes* Solm., *Heteranthera peduncularis*, *Monochoria vaginalis*, phytoremediation

Pendahuluan

Permasalahan pencemaran air yang disebabkan oleh industri penyamakan kulit di kawasan Sukaregang, Kabupaten Garut terus menjadi sorotan berbagai pihak. Industri ini menggunakan krom (Cr) dalam proses untuk memperoleh kulit tersamak. Krom tersebut tidak semuanya diserap oleh kulit sehingga menghasilkan limbah krom yang terbukti sudah mencemari Sungai Cigulampeng dan Sungai Ciwalen.¹

Dalam upaya menangani pencemaran air oleh logam Cr, maka diperlukan teknik pengolahan limbah yang tepat, praktis, dan murah. Salah satu cara pengolahan limbah industri, yaitu dengan teknik fitoremediasi. Fitoremediasi adalah suatu sistem tanaman tertentu yang dapat melakukan kerja sama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral, dan air), dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya atau bahkan menjadi bahan berguna secara ekonomi.²

Tanaman yang dapat digunakan pada penelitian fitoremediasi adalah tanaman yang cepat tumbuh, mampu mengonsumsi air dalam jumlah yang banyak pada waktu yang singkat, mampu meremediasi lebih dari satu polutan, dan toleransi yang tinggi terhadap polutan.^{3,4}

Beberapa hasil penelitian menunjukkan kemampuan dari tanaman eceng gondok dalam menyerap Cr cukup baik, tetapi belum diketahui seberapa besar kapasitas kemampuan tanaman tersebut dalam menyerap Cr.^{5,6} Selain eceng gondok, keluarga Pontederiaceae lain contohnya

Monochoria vaginalis dan *Heteranthera peduncularis* juga dapat menyerap logam berat tertentu. Tanaman *Monochoria vaginalis* mampu menyerap logam berat merkuri (Hg) dan seng (Zn).⁷ *Heteranthera peduncularis* yang sering dikenal sebagai *Heteranthera reniformis*, selain berfungsi sebagai indikator hama juga mampu menyerap logam berat. Walaupun ketiga jenis eceng tersebut mampu menyerap logam berat cukup baik, tetapi kapasitas kemampuan tanaman-tanaman tersebut dalam menyerap belum diketahui.⁸

Mekanisme kerja dari fitoremediasi tanaman eceng-ecengan bersifat rizofiltrasi dan fitoekstraksi. Fitoekstraksi merupakan penyerapan polutan oleh tanaman dari air atau tanah lalu diakumulasi atau disimpan dalam daun atau batang tanaman, tanaman seperti itu disebut dengan hiperakumulator. Setelah polutan terakumulasi, tanaman dapat dipanen dan tanaman tersebut tidak boleh dikonsumsi tapi harus dimusnahkan dengan insinerator. Proses penyerapan polutan pada fitoekstraksi ini mengikut aliran air seperti Gambar 1. Mekanisme ini terjadi ketika akar tumbuhan mengabsorpsi larutan polutan sekitar akar ke dalam akar, yang selanjutnya ditranslokasi ke dalam organ tumbuhan melalui pembuluh xilem. Proses tersebut cocok digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik seperti logam-logam berat.^{3,8,9}

Metode

Tahap awal analisis logam krom pada sampel biologis adalah proses destruksi

Gambar 1 Skematik Aliran Oksigen, Karbon Dioksida, Air, dan Zat Kimia pada Tanaman⁹

untuk merusak bahan-bahan organik. Sampel tanaman Ponteridaceae didestruksi basah dengan kombinasi dari pelarut asam kuat, seperti asam nitrat sebagai oksidatoryang dikombinasikan dengan pengoksida lain seperti asam sulfat, asam perklorat, dan hidrogen peroksida. Sampel diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Atom-atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang 357,9 nm untuk unsur krom.¹⁰

Tanaman keluarga Ponteridaceae yang digunakan merupakan spesies *Eichhornia crassipes* Solms., *Monochoria vaginalis*, dan *Heteranthera peduncularis* yang diperoleh dari Cisaranten, Bandung. Determinasi dilakukan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran.

Pengambilan sampel lumpur dilakukan dengan mesh 80. Lumpur yang diambil memiliki tekstur lempung atau lanau, lalu dibersihkan dari sisa tumbuhan dan lumut yang mungkin terbawa. Cuplikan limbah diambil dari industri penyamakan kulit di Desa Sukaregang, Kabupaten Garut. Limbah yang diambil merupakan limbah yang telah mengalami pengenceran.

Pengukuran kadar krom awal tanaman eceng-ecengan diawali dengan tanaman eceng-ecengan dipotong, dikeringkan lalu di-oven suhu 60 °C, setelah itu ditimbang $\pm 0,2$ g, lalu didestruksi dengan 5 mL asam

nitrat pekat dan asam peroksida secara berulang-ulang hingga ada gelembung dan larutan jernih. Hasil destruksi dianalisis dengan SSA pada panjang gelombang 357,9 nm.

Pengukuran kadar krom awal lumpur dilakukan dengan membersihkan lumpur dari akar tanaman dan pengotor lainnya. Lumpur ditimbang seberat 0,5 g kemudian didestruksi dengan metode basah dengan menambahkan 5 mL asam flourida pekat dan 2 mL asam perklorat pekat. Setelah didestruksi, lumpur dipanaskan di teflon 50 mL hingga kemerahan, lalu ditambahkan 7,5 mL asam klorida, 1,5 mL asam nitrat, dan tambahkan akuades hingga setengah teflon, panaskan sampai larut seluruhnya. Hasil destruksi dianalisis menggunakan SSA pada panjang gelombang 357,9 nm.

Pengukuran kadar krom awal limbah dilakukan dengan menyaring sebanyak 100 mL limbah krom, lalu didestruksi dengan asam nitrat pekat. Campuran dipanaskan hingga didapat volume kering 10 mL yang ditandai dengan residu putih pucat. Hasil destruksi dianalisis dengan menggunakan SSA pada panjang gelombang 357,9 nm.

Penanaman tanaman eceng ecengan dilakukan dalam media lumpur dalam pot berdiameter 20 cm.

Proses aklimatisasi dilakukan untuk penyesuaian diri tanaman eceng gondok di lingkungan laboratorium.¹¹ Ponteridaceae

Tabel 1 Hasil Pengukuran Kadar Krom Tanaman Eceng-Ecengan Awal dan Setelah Fitoremediasi

Jenis eceng	Awal (µg/g)		Setelah Fitoremediasi					
			Hari ke-7 (µg/g)		Hari ke-14 (µg/g)		Hari ke- 21 (µg/g)	
	Batang + daun	Akar	Batang + daun	Akar	Batang + daun	Akar	Batang + daun	Akar
<i>Eichhornia crassipes</i>	3,08	1,88	0,448	1,626	0,016	0,301	0,297	0,5611
			0,326	0,551	0,016	0,489	0,105	0,531
			0,387	1,089	0,042	0,0604	0,157	0,252
<i>Heteranthera peduncularis</i>	1,10	8,60	0,11	1,92	0,12	0,15	-	-
			2,74	2,85	0,03	0,069		
			1,43	2,38	0,061	0,134		
<i>Monochoria vaginalis</i>	5,69	25,83	1,98	2,99	2,48	2,776	-	-
			1,48	1,449	0,991	1,665		
			1,73	2,22	0,109	0,797		
Lumpur	61,44							
Limbah	1468							

Tabel 2 Hasil ANAVA

Pengukuran	A		B		C	
	Batang dan daun	Akar	Batang dan daun	Akar	Batang dan daun	Akar
(1)	0,387	1,090	0,025	0,285	0,186	0,448
(2)	1,427	2,383	0,070	0,118	0,000	0,000
(3)	1,730	2,220	1,193	1,746	0,000	0,000

Keterangan: 1: Hari ke-7, 2: Hari ke-14, 3: Hari ke-21, A: *Eichhornia crassipe*, B: *Monochoria vaginalis*, dan C: *Heteranthera peduncularis*.

mengalami aklimatisasi selama seminggu. Setelah masa aklimatisasi, sampel tanaman eceng-ecengan yang akan diuji, dipilih yang benar-benar sehat.

Proses fotoremediasi dari limbah krom terhadap tanaman eceng-ecengan selama 21 hari. Tanaman eceng-ecengan tersebut ditambahkan 10 mL limbah krom setiap harinya selama 21 hari.

Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan dengan penyiapan larutan baku kemudian pembuatan kurva baku. Metode analisis yang digunakan adalah kurva kalibrasi. Dalam metode ini dibuat suatu seri larutan baku variasi konsentrasi. Absorbansi dari setiap larutan tersebut diukur dengan SSA.

Pengukuran kandungan krom total pada tanaman eceng-ecengan dilakukan pada hari ke-7, 14, dan 21 menggunakan SSA pada panjang gelombang 357,9 nm.

Data penyerapan limbah krom oleh tanaman eceng-ecengan pada hari ke-7, 14, dan 21 hari dianalisis secara statistik berdasarkan analisis varians (ANOVA) Rancangan Acak Lengkap (RAL) berdasar *Tests of Between-Subjects Effects* dan uji Duncan.

Hasil

Pengukuran kadar logam krom awal dilakukan terhadap tanaman eceng-

ecengan, lumpur, serta limbah (Tabel 1). Pengukuran bertujuan untuk mengetahui konsentrasi krom awal dari masing-masing spesies. Tahapan dari pengukuran ini ialah preparasi dan pengukuran dengan SSA.

Preparasi cuplikan sangat menentukan keberhasilan analisis SSA. Preparasi yang digunakan adalah metode destruksi basah. Preparasi cuplikan dengan destruksi basah menggunakan campuran asam kuat untuk mendestruksi senyawa organik dan bahan lain di dalam cuplikan. Pemilihan asam sebagai pengoksidasi harus diperhatikan untuk memudahkan dan juga mempercepat proses oksidasi serta mencegah hilangnya unsur-unsur analit yang akan diukur.

Tanaman eceng-ecengan ialah tanaman yang cepat beradaptasi dengan lingkungan. Tanaman eceng-ecengan dapat beradaptasi dengan lingkungan setelah 24 jam. Tanaman yang telah mampu beradaptasi memiliki ciri-ciri batangnya tegak dan munculnya tunas baru.

Sumber nyala yang dipakai dalam analisis krom menggunakan SSA adalah campuran antara asetilen dan udara karena dapat meminimalkan pembentukan oksida dari logam pengganggu sehingga mampu meningkatkan sensitivitas pengukuran.¹²

Hasil pengukuran krom tanaman eceng-ecengan setelah proses fitoremediasi selama 21 hari dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 3 Daftar ANAVA Berdasarkan *Tests of Between-Subjects Effects*

Source	Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Corrected Model	7,322(a)	5	1,464	3,803	0,027
Intercept	9,839	1	9,839	25,550	0,000
Jenis_eceng	6,417	2	3,209	8,332	0,005
Jenis_eceng * bagian	0,310	2	0,155	0,402	0,677
Error	4,621	12	0,385		
Total	21,782	18			
Corrected Total	11,943	17			

Tabel 4 Hasil Uji Duncan

Jenis	N	Subset	
		1	2
<i>Monochoria vaginalis</i>	6	0,1057	
<i>Heteranthera peduncularis</i>	6	0,5728	
<i>Eichhornia crassipes</i> Solm.	6	0,217	1,5395
Sig			1,000

Penyerapan *Heteranthera peduncularis* dan *Monochoria vaginalis* pada hari ke-21 tidak ada karena kedua eceng tersebut telah mati pada hari ke-14. Eceng tersebut mati karena akumulasi limbah krom yang sangat tinggi dalam tubuhnya.

Data yang diperoleh lalu dianalisis berdasarkan analisis varians (ANOVA) Rancangan Acak Lengkap dengan program SPSS (*Statistical Package for the Social Science*). Berdasarkan hasil analisis variansi data, diperoleh daftar ANOVA seperti yang tertera pada Tabel 2 dan 3.

Pembahasan

Berdasarkan Tabel ANOVA (Tabel 2) *Tests of Between-Subjects Effects* diperoleh nilai P_{value} jenis eceng (0,005) yang lebih kecil dari taraf signifikansi (0,05). Dengan demikian pengujian menunjukan hasil yang signifikan (H_0 ditolak). Hal ini berarti terdapat perbedaan yang nyata dari tiap jenis tanaman eceng-ecengan terhadap logam krom limbah penyamakan kulit.

Karena hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan kemampuan menyerap secara signifikan maka dilanjutkan dengan analisis uji Duncan. Uji ini dilakukan untuk mengetahui tanaman mana saja yang memberikan pengaruh yang berbeda terhadap logam krom limbah penyamakan kulit.

Hasil uji Duncan untuk menunjukkan adanya perbedaan kemampuan menyerap tanaman eceng-ecengan terhadap logam krom limbah penyamakan kulit. Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa tanaman eceng-ecengan *Monochoria vaginalis* dan *Heteranthera peduncularis* memiliki hasil penyerapan yang sama. Hal ini dapat dilihat dengan terkelompoknya di dalam

subset 1. Sementara, tanaman eceng *Eichhornia crassipes* Solm. memberi efek penyerapan yang berbeda dengan tanaman eceng lainnya. Dapat disimpulkan bahwa tanaman eceng *Eichhornia crassipes* Solm. (A) adalah tanaman eceng yang memiliki kemampuan tertinggi dalam penyerapan terhadap logam krom limbah penyamakan kulit. Hal ini dapat dilihat dari nilai rata-rata penyerapannya sebesar 1,5395 $\mu\text{g/g}$ yang lebih besar dari tanaman eceng yang lainnya.

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman eceng-ecengan dapat berperan sebagai agen fitoremediasi terhadap limbah krom penyamakan kulit dengan kapasitas penyerapan *Eichhornia crassipes* Solm., *Monochoria vaginalis*, dan *Heteranthera peduncularis* berturut-turut adalah 1,5395, 0,1057, dan 0,5728 $\mu\text{g/g}$. Berdasarkan hasil uji statistik, dapat disimpulkan bahwa *Eichhornia crassipes* Solm. merupakan tanaman eceng-ecengan paling efektif dan mempunyai kemampuan penyerapan yang paling tinggi terhadap logam krom limbah penyamakan kulit efektif selama tujuh hari.

Daftar Pustaka

1. Sarah. Pengelolaan lingkungan untuk keberlanjutan pengembangan ekonomi lokal di sentra industri penyamakan kulit Garut. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota. 2010;1(21):1–18.
2. Doumetta S, Lamperi L, Checchini L, Azzarello E, Mugnai S, Mancuso S, et al. Heavy metal distribution between contaminated soil and *Paulownia tomentosa*, in a pilot-scale assisted

- phytoremediation study: Influence of different complexing agents. *Chemosphere*. 2008;72(2008): 1481–1490.
3. Fatmawati N. Fitoremediasi logam berat kadmium (Cd). *Biogenesis Jurnal Ilmiah Biologi*. 2013; 1(1):74–83.
 4. Szczygłowska M, Piekarska A, Konieczka P, Namieśnik J. Use of brassica plants in the phytoremediation and biofumigation processes. *International Journal of Molecular Sciences*. 2011; 12(11): 7760–7771.
 5. Upit RP, Asrul SS, Nuning VH. Kemampuan tumbuhan air sebagai agen fitoremediator logam berat kromium (Cr) yang terdapat pada limbah cair industri batik. *Berkala Perikanan Terubuk*. 2011;39(1):58–64.
 6. Sriyana HY. Kemampuan eceng gondok dalam menurunkan kadar Cr (IV) dalam limbah dengan sistem air menggenang dan air mengalir. *Ekuilibrium*. 2007; 6(3): 43–46.
 7. Hariyadi B, Yanuwadi B, Polii, Soemarno. Phytoremediation of arsenic from geothermal power plant waste water using *Monochoria vaginalis*, *Salvinia molesta* and *Colocasia esculenta*. *International Journal of Biosciences*. 2013; 6(3):104–111.
 8. Jadia C, Fulekar MH. Phytoremediation of heavy metals: recent techniques (review jurnal). *African Journal of Biotechnology*. 2008;8(6):921–928.
 9. Erakhrumen, Agbontalor A. Phytoremediation, an environmentally sound technology for pollution prevention, control and remediation in developing countries (review journal). *Educational Research*. 2007;2(7).
 10. Purwanto A, Supriyanto C, Samin P. Validasi pengujian Cr, Cu, dan Pb dengan metode spektrometri serapan atom. *Prosiding PPI-PDIPTN*; 10 Juli 2007; Yogyakarta, Indonesia. Indonesia: Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan-BATAN;2007.
 11. Mangkoedihardjo S, Triastuti Y. Vetiver in phytoremediation of mercury polluted soil with the addition of compost. *Journal of Applied Sciences Research*. 7(4): 465-469, 2011.
 12. Lobo FA, Villafranca AC, Oliveira AP, Moraes M. Comparison of metallic and ceramic tubes as atomization cells for tin determination by TS-FF-AAS. *Atomic Spectroscopy*. 2007;28(1):17–23.