



FITOREMEDIASI KANDUNGAN KROMIUM PADA LIMBAH CAIR MENGUNAKAN TANAMAN AIR

Phytoremediation of Chromium in Aqueous Waste Using Aquatic Plants

Anna Safarrida^{1,*}, Ngadiman², Jaka Widada²

¹Balai Bioteknologi BPPT, Gedung 630 Kawasan PUSPIPTK, Setu, Tangerang Selatan, Banten 15314

²Jurusan Mikrobiologi Pertanian, Fakultas Pertanian, UGM

*E-mail: anna.safarrida@bppt.go.id

ABSTRACT

Existence of heavy metals in industrial waste is gaining global attention since their negative impact to environment. One of the efforts to solve the problem was to use plant to absorb metal in liquid medium, known as rhizofiltration. This research was aimed to select aquatic plants which showed relative resistance and susceptibility to chromium. Four species of aquatic plants (*Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor* and *Salvinia sp.*) were grown in artificial medium (Hoagland) supplemented with 0, 1, 2, 4 and 8 ppm chromium. The plants resistance and absorption toward chromium was observed based on the morphology and chromium content in their biomass. Based on their resistance to and absorption of chromium, the selected plants were tested further in liquid waste of tanning industry. In Hoagland medium, *Salvinia sp.* demonstrated 67.2% higher resistance and absorption toward chromium while that of *P. stratiotes* 20.3% lower compared to other plants which were tested. This result could be applicable in reducing such environmental pollutant as the heavy metal chromium from industrial waste.

Keywords: Phytoremediation, chromium, Hoagland medium, aquatic plants, liquid waste

ABSTRAK

Logam berat dalam limbah industri merupakan bahan pencemar lingkungan yang mendapatkan perhatian global. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah memanfaatkan tanaman untuk menyerap logam dalam medium cair atau dikenal sebagai fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tanaman air lokal yang tahan dan peka secara relatif terhadap kromium. Empat spesies tanaman air (*Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, *Lemna minor*, dan *Salvinia sp.*) ditumbuhkan pada medium buatan (Hoagland) yang dipasok kromium 0, 1, 2, 4, dan 8 ppm. Pengujian toleransi tanaman dan serapan terhadap kromium dilakukan berdasarkan pengamatan morfologis serta analisis kadar kromium dalam biomasa. Berdasarkan daya tahan dan serapan kromium, tanaman terseleksi diujikan lebih lanjut dalam limbah cair industri penyamakan kulit. Dalam medium Hoagland, *Salvinia sp.* mempunyai ketahanan dan serapan kromium lebih tinggi sebesar 67,2% sedangkan *P. stratiotes* mempunyai ketahanan dan serapan kromium lebih rendah sebesar 20,3% dibandingkan tanaman lain yang diujikan. Hasil penelitian ini dapat diterapkan untuk mengurangi bahan pencemar lingkungan berupa logam berat kromium dari limbah industri.

Kata Kunci: Fitoremediasi, kromium, medium Hoagland, tanaman air, limbah cair

PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan, khususnya di bidang industri, memerlukan pemikiran dan tindakan untuk meminimalkan dampak negatif limbah industri terhadap pencemaran lingkungan. Limbah buangan industri tersebut umumnya mengandung senyawa organik atau anorganik yang bersifat toksik dan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia (Parsek *et al.* 1997). Senyawa anorganik utama dalam limbah industri berupa logam berat. Logam berat tidak dapat didegradasi secara biologis, tetapi hanya dapat dialihirupakan atau dipindahtempatkan. Keberadaan logam berat dalam air akan diserap dan diakumulasi dalam sel organisme yang hidup dalam lingkungan tersebut. Apabila organisme air yang lebih tinggi tingkat tropiknya seperti ikan memakan plankton, maka akan terjadi akumulasi logam berat dalam tubuh ikan. Selanjutnya apabila ikan tersebut dikonsumsi akan dapat menimbulkan gangguan kesehatan yang serius bagi manusia (Haryadi 1996). Dalam dua dasawarsa terakhir ini, remediasi cemaran logam berat di lingkungan banyak difokuskan pada pemanfaatan tanaman (fitoremediasi). Tanaman dapat menyerap dan mengakumulasi logam berat dalam biomasanya. Tanaman yang mampu mengakumulasi logam dalam konsentrasi yang tinggi disebut sebagai hiperakumulator. Beberapa tanaman air yang seringkali menjadi gulma telah banyak dimanfaatkan dalam remediasi pencemaran logam berat dalam lingkungan perairan (Smits 2005). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tanaman air lokal yang tahan dan peka secara relatif terhadap kromium.

BAHAN DAN METODE

Tanaman air yang digunakan meliputi enceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kayu

apu (*Pistia stratiotes*), mata ikan (*Lemna minor*), dan kayambang (*Salvinia sp.*).

Uji toleransi tanaman air terhadap kromium

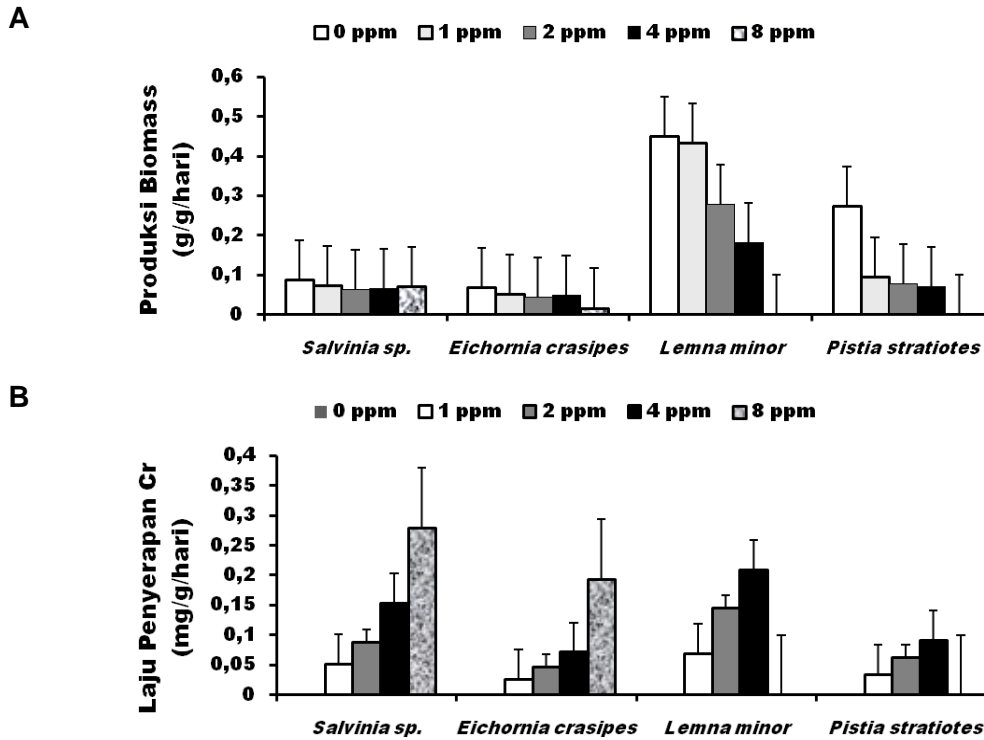
Sebanyak 2 L larutan Hoagland dimasukkan ke dalam ember kemudian dipasok logam berat Cr ($K_2Cr_2O_7$) dengan konsentrasi 0, 1, 2, 4, 8 ppm. Masing-masing perlakuan dibuat 3 ulangan. Tanaman air diinokulasikan ke dalam medium tersebut dalam jumlah tertentu sedemikian sehingga menutupi permukaan medium 25%, diinkubasi selama 12 hari. Pengamatan yang dilakukan meliputi parameter: (i) pengukuran laju pertumbuhan tanaman (*growth rate*) yaitu diukur sebagai selisih berat biomasa pada akhir terhadap awal inkubasi, kemudian dibagi lama (hari) inkubasi, (ii) Kenampakan tanaman (*growth response*) dilakukan pengamatan terhadap morfologi tanaman (warna daun) setiap 2 hari selama 12 hari, Pada hari akhir inkubasi, tanaman dipanen, diukur beratnya, dan dilakukan: (iii) analisis kandungan Cr dalam medium serta (iv) dalam jaringan tanaman (biomassa). Analisis Cr menggunakan metode destruksi asam dan kadar Cr dideteksi (dalam biomassa) dengan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS Perkin-Elmer 3110) dengan λ 357,9 nm.

Uji lanjut toleransi dan kepekaan

Tanaman air terseleksi yang toleran dan peka secara relatif terhadap kromium selanjutnya diujikan lebih lanjut ke dalam limbah industri penyamakan kulit. Sebanyak 2 L medium berisi limbah penyamakan kulit yang telah diencerkan 10, 20, 40, dan 60 kali dengan air ledeng dimasukkan ke dalam ember. Masing-masing perlakuan dibuat 3 ulangan. Tanaman air terseleksi yang toleran dan peka secara relatif terhadap kromium, yang diambil dari alam, diino-



Gambar 1. Tanaman air (dari kiri ke kanan): *Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Lemna minor*, dan *Salvinia sp.*



Gambar 2. Pengaruh logam kromium: (A) produksi biomassa tanaman, (B) Serapan Cr

kulasikan ke dalam medium tersebut dalam jumlah tertentu sehingga menutupi permukaan medium 25%, dan diinkubasi selama 12 hari.

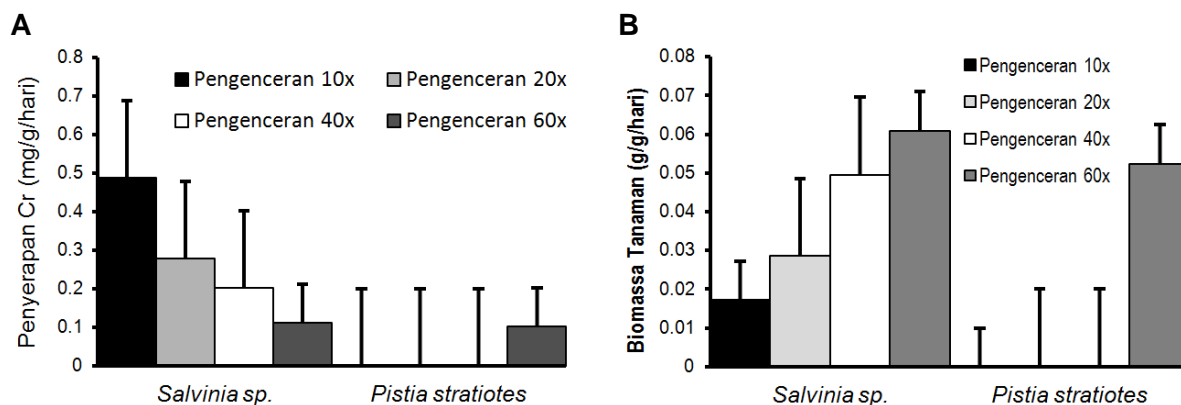
HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji toleransi tanaman air terhadap kromium

Hasil pengamatan dan tanggapan pertumbuhan tanaman terhadap logam berat selama 12 hari inkubasi. Pada perlakuan 0, 1, 2, 4, dan 8 ppm logam Cr diperoleh bahwa tanaman *Lemna minor* dan *Pistia stratiotes* hanya bertahan hingga konsentrasi 4 ppm, sementara *Eichhornia crassipes* dan *Salvinia sp.* mampu bertahan sampai 8 ppm. Tanggapan pertumbuhan tanaman *Lemna minor* dan *Pistia stratiotes* terhadap paparan Cr (4 ppm) ditandai dengan adanya bercak coklat pada tepi dan ujung daun, kekeringan dan pertumbuhan lambat. Sementara pada tanaman *Eichhornia crassipes*, paparan terhadap Cr (8 ppm) ditandai oleh pertumbuhan yang lambat. Klorosis terjadi pada daun muda tanaman *Salvinia sp.* Logam Cr menyebabkan keracunan tanaman yang ditandai oleh adanya klorosis terutama pada daun yang muda. Hal ini dikarenakan logam berat tersebut terakumulasi di dalam jaringan tanaman, sehingga menyebabkan

tanaman keracunan (Panda 2005). Pengaruh logam berat kromium terhadap produksi biomas dan serapan Cr tanaman air lokal (*Eichhornia crassipes*, *Pistia stratiotes*, *Lemna minor*, dan *Salvinia sp.*) disajikan pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil uji toleransi dan serapan kromium yang diketahui dari data di atas, maka *Salvinia sp.* mempunyai kemampuan yang lebih tinggi sebesar 67,2%, sedangkan *Pistia stratiotes* mempunyai kemampuan lebih rendah sebesar 20,3% dibandingkan dengan tanaman air lokal lainnya (*Lemna minor* dan *Eichhornia crassipes*). Hasil penelitian Susilaningsih (1992) juga menunjukkan kombinasi tumbuhan *Hydrilla verticillata* dan *Eichhornia crassipes* mampu menyerap logam kromium (VI) lebih dari kemampuan secara monokultur. Pada pemaparan 96 jam dicapai hasil penyerapan terbesar sebanyak 88,282%. Hal ini dimungkinkan oleh kemampuan tumbuhan beradaptasi, kemampuan tumbuhan mengakumulasi logam berat dan kemampuan tumbuhan meredam stres metal. Sugiyanto et al. (1991) memperkuat pernyataan tersebut yang mengemukakan bahwa gulma air terapung, yaitu *Eichhornia crassipes*, *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* mampu menyerap



Gambar 3. Respon tanaman air terseleksi dalam limbah cair industri penyamakan kulit: (A) produksi biomassa tanaman, (B) serapan Cr

logam berat krom dari medium air habitatnya dan lebih banyak tertimbun di akar daripada di daun. Kemampuan ini didukung oleh mekanisme tumbuhan tersebut dalam mengakumulasi logam berat krom, seperti yang dijelaskan oleh Thilakar et al. (2012) dan Prajapati et al. (2012) yang menyebutkan bahwa *Pistia stratiotes* merupakan tanaman air yang lebih efisien dalam mengakumulasi logam berat kromium melalui proses rhizofiltrasi. Oleh karena itu tanaman *Salvinia sp.* dan *Pistia stratiotes* yang diambil dari alam dipilih untuk diujikan lebih lanjut pada medium limbah cair industri penyamakan kulit.

Pertumbuhan dan serapan kromium

Gambar 3 menunjukkan bahwa tanaman *Salvinia sp.* mampu tumbuh pada medium limbah pengenceran 10 kali, sebaliknya tanaman *Pistia stratiotes* hanya mampu tumbuh pada medium limbah yang diencerkan 60 kali. *Salvinia sp.* mampu menyerap logam sebesar 0,49; 0,28; 0,20; dan 0,11 mg Cr/g biomas/hari berturut-turut pada pengenceran limbah 10, 20, 40, dan 60 kali. Sedangkan *Pistia stratiotes* mampu menyerap logam sebesar 0,05 mg Cr/g biomas/hari pada pengenceran 60 kali. Berdasarkan Gambar 3, penyerapan Cr menurun sebanding dengan peningkatan pengenceran limbah. Dalam inkubasi 12 hari, tanaman air lokal *Pistia stratiotes* dan *Salvinia sp.* mampu menguras kromium dalam medium (% removal Cr) berturut-turut sebesar 9,9% dan 80,4%. Dengan membandingkan dua tanaman di atas diketahui bahwa rata-rata produksi biomas tanaman *Salvinia sp.* dalam medium limbah lebih tinggi daripada

tanaman *Pistia stratiotes*. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa *Salvinia sp.* mampu menyerap Cr dalam medium limbah lebih tinggi dari pada medium *Hoagland* berturut-turut sebesar 80,4% dan 67,2% selama inkubasi 12 hari.

Dalam penelitian Thilakar et al. (2012) dijelaskan bahwa penyerapan kromium oleh *Salvinia natans* menunjukkan akumulasi lebih baik daripada *Pistia stratiotes*. Sedangkan kemampuan yang dimiliki *Pistia stratiotes* adalah memecah krom menjadi partikel yang tidak membahayakan bagi tumbuhan dan kemampuannya membentuk fitokelat 7 yang mampu mengikat logam berat sehingga menghilangkan efek toksiknya untuk kemudian menyimpannya dalam vakuola. Hidayati (2013) meneliti biomassa *Pistia stratiotes* 150 gram dengan waktu pemaparan 9 hari memberikan hasil yang terbaik bagi *Pistia stratiotes* sebagai fitoremediator limbah cair industri pelapisan krom. Menurut Puspita (2011) diantara 3 tumbuhan air yang dicobakan, *Eichhornia crassipes* merupakan tumbuhan yang paling mampu menurunkan kadar Cr air limbah batik, diikuti *Pistia stratiotes* dan *Hydrilla verticillata* dengan persentase penurunan secara berturut-turut: 49,56%, 33,61% dan 10,84%.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mengurangi pencemaran lingkungan khususnya dalam penanganan limbah cair industri yang mengandung logam berat. Pemilihan jenis tanaman yang sesuai pada lingkungan yang tepat akan memaksimalkan pengaruh fitoremediasi terhadap penyerapan dan pengurangan racun yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia ini.

KESIMPULAN

Dalam medium *Hoagland*, tanaman *Salvinia* sp. mempunyai ketahanan dan serapan kromium lebih tinggi sebesar 67,2% sementara tanaman *Pistia stratiotes* mempunyai ketahanan dan serapan kromium lebih rendah sebesar 20,3% dibandingkan tanaman air lokal lainnya. Sedangkan dalam medium limbah cair industri penyamakan kulit, tanaman air *Salvinia* sp. mempunyai ketahanan dan serapan kromium lebih tinggi daripada tanaman *Pistia stratiotes* berturut turut sebesar 80,4% dan 9,9%.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryadi (1996) Heavy metal contents in the industrial wastes in Indonesia. Proc.symposium on Metal bioaccumulation. Yogyakarta 17 September 2000, Indonesia
- Hidayati N (2013) Mekanisme Fisiologis Tumbuhan Hiperakumulator Logam Berat. J Tek Lingkungan 14:75-82
- Parsek RM, McFall MS, Chakrabarty MA (1997) Microbial degradation of toxic chemicals: Evolutionary Insight. (hal: 1-15) In: Moo-Young M., Anderson A. W & Chakrabarty M. A (eds). Environmental Biotechnology: principal & application
- Prajapati SK, Meravi N, Singh S (2012) Phytoremediation of Chromium and Cobalt using *Pistia stratiotes*: A Sustainable Approach. Proceedings of The International Academy of Ecology and Environmental Sciences 2:136-138
- Puspita UR, Siregar AS, Hidayati NV (2012) Kemampuan Tumbuhan Air Sebagai Agen Fitoremediator Logam Berat Kromium (Cr) yang terdapat Pada Limbah Cair Industri Batik. Berkala Perikanan Terubuk 39:58-64
- Pilon-Smits E (2005) Phytoremediation. Annu Rev Plant Biol 56:15-39
- Sugiyanto T, Darussalam M, Nurhidayat N (1991) Pemanfaatan Gulma Air untuk Menanggulangi Pencemaran Limbah Aktif Cr-51. Proceedings Seminar Reaktor Nuklir dalam Penelitian Sains dan Teknologi menuju Era Tinggal Landas, Bandung, 8-10 Oktober 1991. PPTNBATAN
- Susilaningsih D (1992) Pemanfaatan Tumbuhan *Hydrilla verticillata* dan *Eichornia crassipes* sebagai Salah Satu Usaha Pengendalian Pencemaran Logam Kromium (Cr) dari Limbah Pelapisan Logam. Skripsi. Fakultas Biologi. Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, 75 hal
- Thilakar RJ, Rathi J, Pillai PM (2012) Phytoaccumulation of Chromium and Copper by *Pistia stratiotes* L. and *Salvinia natans* (L.) All. J Nat Prod Plant Resour 2:725-730
- Zayed A, Lytle CM, Qian JH, Terry N (1998) Chromium Accumulation, Translocation and Chemical Speciation in Vegetable Crops. Planta 206:293-299