

**FITOREMEDIASI AIR TERCEMAR LOGAM KROMIUM
DENGAN MENGGUNAKAN *Sagittaria lancifolia* DAN *Pistia
stratiotes* SERTA PENGARUHNYA TERHADAP
PERTUMBUHAN KANGKUNG DARAT (*Ipomea reptans*)**

**Phytoremediation of Chromium Contaminated Water Using Aquatic
Plants of *Sagittaria lancifolia* and *pistia stratiotes* and Its Effect on
Growth of Water Spinach (*Ipomea reptans*)**

Lia Kurniawati Odar Serang¹, Eko Handayanto^{1*}, Ridesti Rindyastuti²

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jalan Veteran No 1 Malang 65145

Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi - LIPI

* penulis korespondensi: handayanto@ub.ac.id

Abstract

Chromium (Cr) is commonly found in water containing waste of batik industry. Several aquatic plants that usually become weeds, such as *Sagittaria lancifolia* and *Pistia stratiotes*, can be utilized in the remediation of heavy metal contamination in aquatic environment. The objective of this study was to elucidate the potential of aquatic plants of *Sagittaria lancifolia* and *Pistia stratiotes* in the phytoremediation of chromium contaminated water and its effect of growth of water spinach (*Ipomea reptans*). The results showed that *Sagittaria lancifolia* and *Pistia stratiotes* were potential to be used as phytoremediators and they were able to reduce Cr levels in contaminated water in treatments of PSM1 (*Pistia stratiotes* + 2 ppm Cr) by 1,757 ppm or 87,85%, PSM2 (*Pistia stratiotes* + 5 ppm Cr) by 4,379 ppm or 87,59%; SLM1 (*Sagittaria lancifolia* + 2 ppm Cr) by 1,785 ppm or 89,23%; SLM2 (*Sagittaria lancifolia* + 5 ppm Cr) by 4,032 ppm or 80,64%. The concentration of Cr on the water after phytoremediation had a significant impact on the Cr levels contained in water spinach. The treatment of SLM1 (*Sagittaria lancifolia* + 2 ppm Cr) had the highest Cr absorption score in water spinach at 0,184 ppm, while the treatment of TIM1 (control + 2 ppm Cr) had the lowest Cr absorption score at 0,098 ppm. The results of this study also indicated that water spinach was not safe for consumption as the Cr level in the plant was greater than the threshold limit of Cr level in food of 0,05-0,2 ppm.

Keywords: *Ipomea reptans*, *phytoremediation*, *Cr*, *Pistia stratiotes*, *Sagittaria lancifolia*

Pendahuluan

Industri batik merupakan salah satu industri kecil tekstil yang berkembang pesat di Indonesia dan sangat banyak ditemukan di beberapa wilayah di Pulau Jawa. Meningkatnya produksi batik berbanding lurus dengan limbah buangan yang dihasilkan, sehingga menjadi pemicu pencemaran lingkungan yang sangat berbahaya. Dalam proses produksi, industri batik menggunakan senyawa kimia dan air. Penggunaan senyawa kimia biasanya pada saat proses pewarnaan maupun pencelupan kain

batik. Senyawa kimia yang digunakan dalam proses pembuatan batik diindikasikan mengandung logam kromium (Cr) yang akan berdampak buruk bagi organisme yang hidup di perairan, karena daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif dari logam berat akan bekerja sebagai penghalang enzim dalam proses fisiologi dan metabolisme tubuh organisme yang menyebabkan enzim tidak berfungsi sebagaimana mestinya sehingga proses metabolisme terputus (Emilia, 2014). Apabila air limbah langsung dibuang ke badan air tanpa diolah untuk memenuhi standar baku mutu

yang telah ditetapkan oleh pemerintah akan menimbulkan dampak negatif bagi kehidupan flora dan fauna yang ikut terkontaminasi.

Kromium merupakan kontaminan yang berbahaya bagi ekosistem karena logam kromium, khususnya kromium heksavalen bersifat mudah larut, beracun, karsinogenik, dermatoksis dan dalam jumlah berlebih dapat mengakibatkan kematian pada hewan, manusia dan mikroorganisme (Mortuza *et al.*, 2005). Minarsi (2009) mengemukakan bahwa penetapan kandungan kromium pada air limbah pabrik batik di Kabupaten Pekalongan sebelum diolah mempunyai kadar kromium rata-rata 16,674 ppm, sesudah diolah mempunyai kadar kromium 10,118 ppm dan pada aliran sungai mempunyai kadar kromium 7,627 ppm. Kadar kromium (Cr) pada air limbah yang sudah diolah dan yang mengalir pada air sungai masih sangat melebihi nilai ambang yang dipersyaratkan dalam Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 tentang baku mutu air limbah industri tekstil dan batik yaitu sebesar 1 ppm.

Air sungai yang telah tercemar limbah batik biasanya digunakan oleh masyarakat untuk keperluan air minum, mandi, mencuci dan juga dimanfaatkan sebagai sumber irigasi lahan pertanian. Akibat air limbah industri batik yang digunakan sebagai sumber irigasi lahan pertanian dapat menimbulkan degradasi lahan berupa menurunnya kualitas dan kuantitas hasil pertanian. Menurut Akhmad *et al.* (2011), Tingginya kandungan Cr baik dalam bentuk Cr-total maupun dalam bentuk heksavalen, sangat berbahaya bagi lingkungan dan perlu adanya tindakan untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan bahaya tersebut.

Upaya penanganan 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. *Sagittaria lancifolia* sangat efektif digunakan sebagai fitoremediasi lahan yang terkontaminasi minyak mentah di wilayah Louisiana Selatan

bagian Amerika Serikat (Dowty *et al.*, 2001). *Pistia stratiotes* pada pengolahan air limbah dapat menurunkan konsentrasi COD sebesar 64,7%; N-total sebesar 72,3%; P-total sebesar 69,3% dan menurunkan logam berat Cd sebesar 96,73% selama waktu tinggal 6 hari (Iskandar dan Trihadiningrum, 2008). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi tanaman air *Sagittaria lancifolia* dan *Pistia stratiotes* dalam mengurangi konsentrasi logam Cr air tercemar serta dilakukan uji lanjutan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi logam Cr air pascafitoremediasi terhadap tanaman kangkung darat.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2017 sampai dengan Juni 2017 di *Greenhouse* Kebun Raya Purwodadi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Kabupaten Pasuruan. Analisis kandungan logam Cr dilakukan di Laboratorium Jurusan Kimia, Fakultas MIPA dan laboratorium Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Penelitian ini dilaksanakan di *Greenhouse* dengan tiga tahapan penelitian yang dilakukan yaitu tahap *Range Finding Test*, fitoremediasi air tercemar logam Cr dan pemberian air pascafitoremediasi pada tanaman kangkung darat.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan yaitu PSM1 (2 ppm Cr + *Pistia stratiotes*), PSM2 (5 ppm Cr + *Pistia stratiotes*), SLM1 (2 ppm Cr + *Sagittaria lancifolia*), SLM2 (5 ppm Cr + *Sagittaria lancifolia*), TTM1 (2 ppm Cr + tanpa tanaman (kontrol)) dan TTM2 (5 ppm Cr + tanpa tanaman (kontrol)) masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Parameter pengamatan tanaman meliputi warna daun, tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah tanaman, bobot kering tanaman dan kandungan Cr dalam tanaman. Pengamatan warna daun dilakukan pada tanaman air *Sagittaria lancifolia* dan *Pistia stratiotes* pada 2, 4, 6, 8, 10, 12 dan 14 hari setelah tanam (HST). Pengamatan terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan pada tanaman kangkung darat 7, 14, 21 dan 28 hari setelah tanam (HST). Pengamatan bobot

basah dan bobot kering tanaman dilakukan pada saat panen. Selain itu dilakukan analisis terhadap pH air dan tanah, konsentrasi Cr dalam air dan tanah yang dilakukan pada sebelum dan sesudah penelitian dan konsentrasi Cr pada tajuk dan akar tanaman *Sagittaria lancifolia* dan *Pistia stratiotes* serta kangkung darat. Data yang telah diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya dilakukan analisis ragam atau *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf 5%. Selanjutnya, apabila terdapat pengaruh perlakuan dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Hasil dan Pembahasan

Range Finding Test

Range Finding Test (RFT) atau uji pendahuluan dilakukan untuk menentukan nilai konsentrasi logam berat Cr yang akan digunakan dalam fitoremediasi. RFT dilakukan selama 7 hari

dengan 2 kali pengamatan yaitu awal dan akhir perlakuan. Terdapat dua konsentrasi logam berat Cr yang digunakan dalam fitoremediasi yaitu konsentrasi rendah dan tinggi. Hasil RFT menunjukkan bahwa tanaman air *Pistia stratiotes* mampu tumbuh dengan baik dan tidak menunjukkan tanda-tanda layu dan menguning pada konsentrasi 2 ppm, 5 ppm dan 10 ppm (Tabel 1).

Hasil pengamatan RFT menunjukkan bahwa tanaman air *Sagittaria lancifolia* pada konsentrasi logam Cr 2 ppm masih mampu tumbuh dengan baik dengan persentase 100% hidup dan pada konsentrasi logam Cr 5 ppm tanaman sudah mulai menunjukkan warna daun yang menguning dengan persentase 73% hidup sedangkan pada konsentrasi yang paling tinggi yaitu konsentrasi 10 ppm tanaman *Sagittaria lancifolia* telah menunjukkan warna daun kuning dan tampak layu dengan persentase 50% hidup (Pada tabel 2).

Tabel 1. Hasil pengamatan RFT tanaman *Pistia stratiotes*

Konsentrasi	Pengamatan awal	Pengamatan akhir	% Tanaman hidup
2 ppm	Warna daun hijau	Warna daun hijau	100
5 ppm	Warna daun hijau	Warna daun hijau	100
10 ppm	Warna daun hijau	Warna daun hijau	100

Tabel 2. Hasil pengamatan RFT tanaman *Sagittaria lancifolia*

Konsentrasi	Pengamatan awal	Pengamatan akhir	Keterangan	% Tanaman hidup
2 ppm	Warna daun hijau	Warna daun hijau	Tanaman hidup	100
5 ppm	Warna daun hijau	Warna daun hijau keuningan	Sebagian nekrosis	73%
10 ppm	Warna daun hijau	Kuning dan tampak layu	Nekrosis	50%

Hasil uji pendahuluan (*Range Finding Test*) menunjukkan bahwa tanaman air *Pistia stratiotes* masih mampu hidup dengan baik hingga konsentrasi logam Cr sebesar 10 ppm, namun hal lain berbeda dengan tanaman air *Sagittaria lancifolia* yang hanya mampu hidup pada konsentrasi logam Cr sebesar 5 ppm dengan persentase hidup sebesar 73% dan tanaman mengalami nekrosis pada konsentrasi logam Cr sebesar 10 ppm (pada Tabel 2). Sehingga

konsentrasi yang digunakan dalam fitoremediasi yaitu konsentrasi rendah 2 ppm dan konsentrasi tinggi sebesar 5 ppm dilihat dari hasil pengamatan kedua tanaman air yang digunakan.

Perubahan konsentrasi Cr dalam air

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan tanaman air *Pistia stratiotes* dan *Sagittaria lancifolia* berpengaruh nyata ($P < 0,05$)

terhadap perubahan konsentrasi Cr dalam air fitoremediasi (Tabel 3).

Tabel 3. Perubahan konsentrasi Cr dalam air fitoremediasi

Perlakuan	Konsentrasi awal (ppm)	Konsentrasi akhir (ppm)
PSM1	2	0,243 ^a
PSM2	5	0,620 ^{ab}
SLM1	2	0,215 ^a
SLM2	5	0,968 ^b
TTM1	2	1,897 ^c
TTM2	5	3,771 ^d

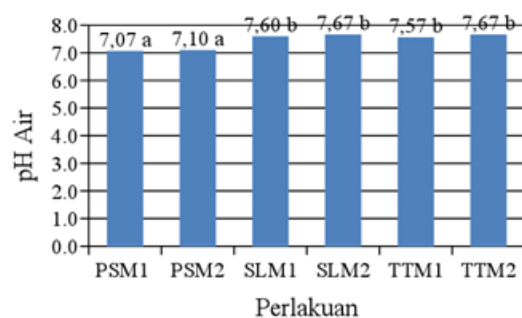
Keterangan: Huruf yang sama yang mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%. PS (*Pistia stratiotes*); SL (*Sagittaria lancifolia*); M1 (2 ppm Cr); M2 (5 ppm Cr); TT (tanpa tanaman/kontrol)

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan PSM2 (*Pistia stratiotes* + 5 ppm Cr) mampu menurunkan konsentrasi Cr tertinggi yaitu sebesar 4,38 ppm dibandingkan perlakuan SLM2 (*Sagittaria lancifolia* + 5 ppm Cr) yaitu 4,032 ppm. Hal tersebut dikarenakan *Pistia stratiotes* mempunyai kemampuan dalam menyerap unsur hara dan air yang besar sehingga konsentrasi Cr dalam air banyak diserap oleh *Pistia stratiotes*. Selain itu, *Pistia stratiotes* memiliki lapisan epidermis berupa rambut-rambut akar yang dapat menyerap nutrisi dan zat lainnya lebih tinggi. Hal tersebut, dikarenakan akar serabut pada *Pistia stratiotes* mengandung lebih banyak fitokelatin. Fitokelatin adalah enzim yang digunakan untuk mengikat ion logam yang dihasilkan oleh spesies yang kelebihan seng dan tembaga. Enzim tersebut hanya dapat ditemukan pada logam dalam kategori bersifat racun (Ulfin, 2005).

Pengaruh fitoremediasi terhadap pH air pascafitoremediasi

Faktor fisik lingkungan mempengaruhi kelangsungan hidup tanaman dan laju akumulasi Cr, salah satunya pH air. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan air fitoremediasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pH air pascafitoremediasi. Tanaman *Pistia stratiotes* dan *Sagittaria lancifolia* menunjukkan peningkatan dibandingkan pH

air sebelum fitoremediasi yaitu pH 6,7. Perlakuan SLM2 (*Sagittaria lancifolia* + 5 ppm Cr) dan TTM2 (Tanpa tanaman/kontrol + 5 ppm Cr) menunjukkan pH tertinggi yaitu 7,67 dibandingkan dengan perlakuan PSM2 (*Pistia stratiotes* + 5 ppm Cr) yaitu 7,1 (Gambar 1). pH air dipengaruhi oleh kelarutan logam dalam air. Menurut Wulandari et al. (2014), air yang mengandung kadar logam tinggi pH akan turun (asam). Semakin rendah kadar logam pada media, maka pH akan semakin tinggi (basa). Kenaikan pH akan menurunkan kelarutan logam dalam air, karena akan mengubah logam dari bentuk karbonat menjadi bentuk hidroksi yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air (Darmono, 1995). Dengan demikian, logam Cr mudah diserap oleh akar tanaman.



Gambar 1. Nilai pH Air Pascafitoremediasi

Pengaruh konsentrasi Cr dalam air pascafitoremediasi terhadap tinggi dan jumlah daun tanaman kangkung darat

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan air pascafitoremediasi pada tanaman kangkung darat tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap tinggi tanaman kangkung darat. Tabel 5 menunjukkan tinggi tanaman kangkung darat tertinggi pada 7 HST terdapat pada perlakuan SLM2 (*Sagittaria lancifolia* + 2 ppm) yaitu sebesar 6,68 cm. Pada 14 HST tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan SLM1 (*Sagittaria lancifolia* + 2 ppm Cr) sebesar 7,1 cm. Pada 21 HST tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan PSM1 (*Pistia stratiotes* + 2 ppm Cr) sebesar 7,53 cm dan pada 28 HST tinggi tanaman tertinggi yaitu pada perlakuan PSM2 (*Pistia stratiotes* + 5 ppm) sebesar 29,73 cm. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan air pascafitoremediasi pada tanaman kangkung darat tidak berpengaruh nyata ($P >$

0,05) terhadap jumlah daun tanaman kangkung darat (Tabel 5). Rata-rata jumlah daun setiap perlakuan pada 7 HST sebanyak 2 dan pada 28 HST jumlah daun paling banyak yaitu terdapat pada perlakuan PSM2 (*Pistia stratiotes* + 5 ppm), SLM1 (*Sagittaria lancifolia* + 2 ppm), TTM1 (Tanpa tanaman/kontrol + 2 ppm) dan TTM2 (Tanpa tanaman/kontrol + 5 ppm) yaitu

sebanyak 8 daun (Tabel 5). Perlakuan air pascafitoremediasi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini dikarenakan konsentrasi air pascafitoremediasi masih berada dibawah ambang batas kritis logam Cr untuk tanaman budidaya kisaran 5-30 ppm (Ministry of State for Population and Enviromental of Indonesia, 1992).

Tabel 5. Nilai rerata tinggi tanaman dan jumlah daun kangkung darat

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)				Jumlah daun			
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
PSM1	5,9	6,23	17,53	29,73	1,78	3,67	5,44	7,33
PSM2	6,33	6,23	17,33	27	2,22	4,11	6	7,55
SLM1	6,46	7,1	17,4	26,93	1,89	4	6	7,89
SLM2	6,68	6,16	17,4	28	1,78	3,89	5,78	7,22
TTM1	6,37	6,7	14,83	26,86	1,67	4	5,89	7,55
TTM2	6,5	6,67	17,4	27,03	2	4	5,67	8

Keterangan: Huruf yang sama yang mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%. PS (*Pistia stratiotes*); SL (*Sagittaria lancifolia*); M1 (2 ppm Cr); M2 (5 ppm Cr); TT (tanpa tanaman/kontrol)

Pengaruh konsentrasi Cr dalam air pascafitoremediasi terhadap biomassa tanaman kangkung darat

Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran biomassa tanaman kangkung darat. Pengukuran biomassa dilakukan dengan mengetahui bobot kering tanaman, dimana biomassa tanaman dipengaruhi oleh konsentrasi logam yang diserap oleh tanaman. Nilai biomassa tanaman kangkung darat disajikan pada Tabel 6. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan

air pascafitoremediasi pada tanaman kangkung darat berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bobot basah tanaman kangkung namun tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar tanaman kangkung darat. Produksi biomassa tanaman paling rendah terdapat pada perlakuan tanpa fitoremediasi/kontrol. Produksi biomassa dipengaruhi oleh konsentrasi konsentrasi Cr di dalam tanah. Semakin tinggi konsentrasi Cr dalam tanah dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman.

Tabel 6. Nilai biomassa tanaman kangkung darat

Perlakuan	Bobot basah (g)		Bobot kering (g)	
	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar
PSM1	7,93 ^{ab}	6 ^c	0,86 ^c	0,32 ^a
PSM2	8 ^{ab}	4,67 ^{bc}	0,87 ^c	0,28 ^a
SLM1	7,67 ^{ab}	5,67 ^{bc}	0,76 ^{bc}	0,36 ^a
SLM2	10 ^b	6,33 ^c	0,59 ^{abc}	0,26 ^a
TTM1	4,76 ^a	1,86 ^a	0,16 ^a	0,21 ^a
TTM2	6,1 ^a	3,5 ^{ab}	0,29 ^{ab}	0,15 ^a

Keterangan: Huruf yang sama yang mendampingi angka rerata pada kolom yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%. PS (*Pistia stratiotes*); SL (*Sagittaria lancifolia*); M1 (2 ppm Cr); M2 (5 ppm Cr); TT (tanpa tanaman/kontrol)

Akibat terganggunya pertumbuhan tanaman, produksi biomassa juga akan menurun. Hal ini sesuai dengan pernyataan Fitter dan Hay (2004) bahwa logam berat dapat mengganggu proses metabolisme pada tanaman sehingga membantu pembentukan sel-sel tanaman dan jaringan meristem pada akar. Menurunnya pertumbuhan jaringan pada akar dapat mengakibatkan penurunan pertumbuhan bagian tajuk tanaman. Sehingga, hal tersebut dapat menurunkan produksi biomassa tanaman.

Pengaruh konsentrasi Cr dalam air pascafitoremediasi terhadap konsentrasi Cr pada tanaman kangkung darat

Analisis kandungan Cr dalam jaringan tanaman diperlukan untuk mengetahui besarnya Cr yang diserap oleh tanaman dan terakumulasi diberbagai bagian tanaman. Hasil analisis ragam enunjukkan bahwa perlakuan air pascafitoremediasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap penyerapan logam Cr oleh akar dan tajuk tanaman kangkung darat. Tabel 7 menunjukkan konsentrasi Cr dalam akar lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi Cr dalam batang tanaman kangkung darat. Menurut Kumar et al. (1995), akar tanaman dapat menyerap kontaminan bersamaan dengan penyerapan nutrisi dan air. Akar tanaman mengekstrak logam berat dalam tanah untuk diserap masuk ke dalam jaringan akar, kemudian logam berat diakumulasi pada bagian tanaman tertentu, sedangkan batang merupakan bagian tanaman untuk menyalurkan air, garam mineral dan ion termasuk logam Cr disalurkan ke bagian tanaman lainnya. Oleh sebab itu, konsentrasi Cr pada akar lebih tinggi dibandingkan konsentrasi Cr pada batang tanaman.

Tabel 7. Nilai konsentrasi Cr dalam tanaman kangkung darat

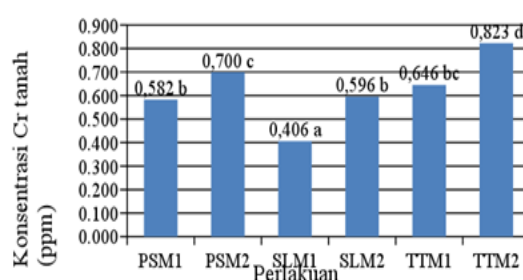
Perlakuan	Tajuk (ppm)	Akar (ppm)
PSM1	0,138 ^{bc}	0,241 ^b
PSM2	0,099 ^{ab}	0,186 ^a
SLM1	0,184 ^c	0,281 ^b
SLM2	0,148 ^{bc}	0,246 ^b
T ^o TM1	0,098 ^{ab}	0,172 ^a
T ^o TM2	0,072 ^a	0,142 ^a

Keterangan: Angka-angka yang tidak diikuti oleh huruf pada kolom menunjukan perlakuan tidak

berbeda nyata pada uji BNJ taraf 5%. PS (*Pistia stratiotes*); SL (*Sagittaria lancifolia*); M1 (2 ppm Cr); M2 (5 ppm Cr); TT (tanpa tanaman/kontrol)

Pengaruh konsentrasi Cr dalam air pascafitoremediasi terhadap konsentrasi Cr pada media tumbuh tanaman kangkung darat

Tanah tercemar logam berat Cr dapat menyebabkan produktivitas tanah menurun sehingga pertumbuhan tanaman akan terganggu. Akumulasi logam berat Cr yang berlebihan pada tanah akan meningkatkan konsentrasi Cr pada tanaman sehingga dapat menurunkan kualitas pertumbuhan dan hasil tanaman. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan air pascafitoremediasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap akumulasi konsentrasi Cr dalam tanah. Gambar 2 menunjukkan konsentrasi konsentrasi Cr tertinggi pada tanah terdapat pada perlakuan TTM1 (Tanpa tanaman/kontrol + 5 ppm Cr) yaitu sebesar 0,823 ppm dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Tanpa perlakuan/kontrol memiliki konsentrasi Cr di dalam tanah tertinggi dibandingkan dengan perlakuan. Hal ini dikarenakan konsentrasi logam Cr pada air tanpa tanaman/kontrol tidak berkurang. Oleh sebab itu, air pascafitoremediasi yang diaplikasikan pada media tumbuh tanaman kangkung darat memiliki kandungan logam Cr tertinggi di dalam tanah.

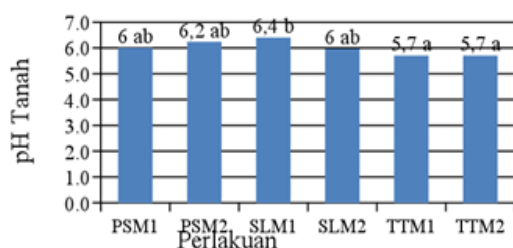


Gambar 2. Nilai Konsentrasi Cr Tanah

Pengaruh konsentrasi Cr dalam air pascafitoremediasi terhadap pH tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan air pascafitoremediasi berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pH tanah disajikan pada Gambar 3. Tanah pada perlakuan SLM1 (*Sagittaria lancifolia* + 2 ppm) memiliki nilai pH

tertinggi 6,40 sedangkan tanah pada perlakuan tanpa tanaman/kontrol memiliki nilai pH terendah 5,7. Penambahan air pascafitoremediasi menyebabkan pH tanah bagi tanaman kangkung darat masih dalam kisaran normal bagi pertumbuhan tanaman. Menurut Wahyudi (2010), tanaman kangkung darat dapat tumbuh optimal pada pH berkisar 5,5-6,5. Peningkatan pH tanah merupakan mekanisme efek dari fitoremediasi air yang mengandung logam Cr. Sehingga, berkontribusi terhadap stabilisasi logam berat yang ada di tanah. Kadar logam dalam tanah dipengaruhi oleh reaksi tanah dan fraksi tanah yang bersifat dapat mengikat ion logam. Dengan peningkatan pH, kadar logam berat dalam fase larutan menurun akibat meningkatnya reaksi hidrolisis, kerapatan kompleks adsorpsi dan muatan yang dimiliki koloid tanah. Sehingga, disimpulkan bahwa pH bersama-sama dengan bahan mineral liat dan kandungan oksida hidrat dapat mengatur adsorpsi spesifik logam berat yang meningkat secara linear dengan pH sampai tingkat maksimum (Charlena, 2004).



Gambar 3. pH Tanah

Kesimpulan

Tanaman air *Sagittaria lancifolia* dan *Pistia stratiotes* berpotensi sebagai fitoremediator dan mampu menurunkan kadar Cr dalam air tercemar. Perlakuan PSM2 (*Pistia stratiotes* + 5 ppm Cr) merupakan perlakuan yang mampu menurunkan kadar Cr tertinggi yaitu sebesar 4,379 ppm atau 87,59% dibandingkan perlakuan SLM2 (*Sagittaria lancifolia* + 5 ppm Cr) yaitu 4,032 ppm atau 80,64%. Konsentrasi Cr pada air pascafitoremediasi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman namun berpengaruh nyata terhadap hasil tanaman yaitu kadar Cr yang terkandung dalam tajuk tanaman kangkung darat.

Perlakuan SLM1 (*Sagittaria lancifolia* + 2 ppm Cr) memiliki nilai konsentrasi Cr tertinggi pada tajuk tanaman kangkung darat sebesar 0,184 ppm dibandingkan perlakuan TTM1 (Tanpa tanaman/kontrol + 2 ppm Cr) memiliki nilai konsentrasi Cr terendah pada tajuk tanaman kangkung darat sebesar 0,098 ppm. Dari hasil kadar Cr dalam tajuk tanaman kangkung darat menunjukkan bahwa tanaman kangkung darat tidak aman untuk dikonsumsi karena kadar Cr dalam tajuk tanaman kangkung darat akan sangat berbahaya apabila melewati ambang batas kadar Cr dalam makanan apabila yaitu sebesar 0,05-0,2 ppm/ hari.

Daftar Pustaka

- Akhmad, F., Yusran, F.H., Titin, M.Z. dan Badruzaufari. 2011. Inokulasi bakteri pereduksi kromium heksavalen sebagai upaya bioremediasi lahan pasca tambang. *EnviroScientee* 7 : 12-20.
- Charlena. 2004. Logam Berat Pb dan Cd Pada Bahan Agrokimia. IPB, Bogor.
- Darmono. 1995. Logam dalam sistem biologi makhluk hidup. Jakarta: UI press
- Dowty, R.A., Shaffer, G.P., Hester, M.W., Childers, G.W., Campo, F.M. and Greene, M.C. 2001. Phytoremediation of small-scale oil spills in fresh marsh environments: a mesocosm simulation. *Marine Environmental Research* 52(3): 195-211.
- Emilia, I. 2014. Analisa krom total di daerah industri tenun songket sungai musi Kota Palembang. *Analisa Kromium* 11(2): 33-37.
- Fitter, A.H dan Hay, R.K.M. 2004. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Terjemahan oleh Sri Andani dan E. D. Purbayanti. Universitas Gadjah Mada Press. Yogyakarta
- Iskandar, D.T. dan Trihadiningrum, Y. 2008. Penyisihan Fenol Pada Limbah Industri Dari Pt Xyz Dengan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*). Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi VII Program Studi MMT-ITS, Surabaya.
- Kumar, P.B.A.N., Dushenkov, V., Motto, H. and Raskin, I. 1995. Phytoextraction: the use of plants to remove heavy metals from soils. *Environmentals Science and Technology* 29:1232-1238.
- Minarsi, T. 2009. Analisa pengaruh adanya instalasi pengolahan air limbah terhadap kadar chrom pada limbah batik pabrik di Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Farmasi Indonesia* 6 (3) : 1-5.
- Ministry of State for Population and Environmental of Indonesia, and Dalhousie, University Canada. 1992. Environmental Management in Indonesia.

- Report on Soil Quality Standars for Indonesia (Interim report).
- Mortuza, M.G., Takahashi, T, Ueki, T. and Kosaka, T. 2005.Toxicityand bioaccumulation of hexavalent chromium in green paramecium, *Parameciumbursaria*. *Journal of Health Science*51(6): 676-682.
- Ulfin, I. 2005. Study penyerapan kromium dengan kayu apu (*Pistia stratiotes*, L). *Akta Kimia Indonesia*. 1(1): 41-48.
- Wahyudi. 2010. Petunjuk Praktis Bertanam Sayuran. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Wulandari, R., Purnomo, T. dan Winarsih. 2014. Kemampuan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam menyerap logam berat kadmium (Cd) berdasarkan konsentrasi dan waktu pemaparan yang berbeda. *LenteraBio* 3(1): 83-89.