



JRT PPI 7 (1) (2016)

Jurnal Riset
Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri

Journal homepage : ejournal.kemenperin.go.id/jrtppi

Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

Potensi tanaman air sebagai fitoakumulator logam kromium dalam limbah cair tekstil

Potency of aquatic plants as phytoaccumulator of chromium in textile wastewater

Rizal Awaludin Malik^{1*}, Wahyu Surakusumah², Hertien Koosbandiah Surtikanti²

¹ Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri, Jl. Ki Mangunsarkoro No 6 PO Box: 829, Semarang 50136, Indonesia

² Universitas Pendidikan Indonesia, Jln. Setiabudhi No. 229 Kota Bandung, Indonesia

INFO ARTIKEL

Sejarah Artikel :

Diterima 31 Maret 2016

Direvisi 29 April 2016

Disetujui 03 Mei 2016

Dipublikasikan online 12 Mei 2016

Keywords :

zantedeschia aethiopica
pontederia lanceolata
echinodorus palaefolius
textile wastewater
phytoaccumulation
chromium

ABSTRAK

Penggunaan unit *wetlands* dalam proses pengolahan limbah cair industri tekstil telah banyak diterapkan di industri. Unit *wetlands* merupakan suatu unit proses pengolahan limbah cair yang memanfaatkan tanaman sebagai pengolah limbah cair. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi tiga jenis tanaman air yaitu *Zantedeschia aethiopica*, *Pontederia lanceolata*, *Echinodorus palaefolius* sebagai fitoakumulator logam kromium untuk dapat digunakan pada unit *wetlands*. Sumber logam kromium yang digunakan berasal dari limbah cair tekstil yang telah diolah namun masih memiliki kadar krom total yang masih cukup tinggi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *microcosm constructed wetlands* dengan menggunakan pasir dan kerikil sebagai substrat tumbuh. Penelitian dilakukan selama 60 hari dan parameter yang di ukur meliputi akumulasi logam kromium pada tanaman dan respon morfologis dari tanaman selama dipaparkan dengan limbah yang mengandung logam kromium meliputi nekrosis, klorosis, berat basah dan jumlah helaian daun. Hasil yang didapatkan memperlihatkan bahwa penurunan kadar logam kromium dari limbah cair mencapai 99%. Peningkatan jumlah konsentrasi logam kromium tertinggi terdapat pada tanaman *Echinodorus palaefolius*, peningkatan konsentrasi sebesar 6,12 ppm, sedangkan tanaman *Pontederia lanceolata* sebesar 2,45 ppm dan pada tanaman *Zantedeschia aethiopica* sebesar 1,38 ppm. Pada akhir masa penelitian didapatkan data bahwa tanaman *Echinodorus palaefolius* memiliki daya regenerasi yang lebih besar dibanding kedua tanaman uji lainnya. Hal ini ditunjukkan dengan persentase nekrosis sebesar 1,33% dan klorosis sebesar 0% dan selisih jumlah daun sebesar 0,44, sedangkan tanaman *Zantedeschia aethiopica* memiliki persentase klorosis 3,6% dan nekrosis 18,55% dan selisih jumlah daun -1,0, dan tanaman *Pontederia lanceolata* 18,22% dan 4,11% memiliki selisih jumlah daun -0,44. Dapat disimpulkan bahwa ketiga tanaman dapat digunakan sebagai akumulator logam kromium, namun tanaman *Echinodorus palaefolius* memiliki potensi paling tinggi dalam akumulasi logam kromium dari limbah cair tekstil.

ABSTRACT

The use of *wetlands* in the process for treating textile industry wastewater has been widely applied in the industry. *Wetlands* unit is a processing unit that utilized plants as wastewater processing. This study aims to determine the potential of *Zantedeschia aethiopica*, *Pontederia lanceolata*, *Echinodorus palaefolius* as a chromium phytoaccumulator. The source of chromium metal that is used in this research was collected from textile wastewater that has been processed but yet still has high levels of chromium concentration. The method used in this study is a *Microcosm of constructed wetlands* by using sand and gravel as a substrate to grow. The study was conducted for 60 days and the parameters measured include chromium metal accumulation in plants, and morphological responses of plants including necrosis, chlorosis, wet weight and the number of the leaf. From the results obtained that decreased levels of chromium from textile wastewater reached 99%. The highest level of chromium concentration was found at *Echinodorus palaefolius*, the chromium concentration in its body has increased to 6.12 ppm, while the plant *Pontederia lanceolata* accumulating chromium as much as 2.45 ppm, and *Zantedeschia aethiopica* has the lowest chromium accumulating it just have about 1.38 ppm. At the end of the study obtained data that *Echinodorus palaefolius* has greater regeneration ability than the two other test plants, this is indicated by the percentage of necrosis and chlorosis respectively 1.33% to 0% and the difference between the number of leaves about

0.44, while the plant *Zantedeschia aethiopica* has a percentage 3.6% for chlorosis, 18.55% for necrosis percentage and a difference in the amount of -1.0 leaves, and plants *Pontederia lanceolata* has 18.22% and 4.11% for necrosis and chlorosis, and have a difference of -0.44 for leaf number. It can be concluded that the three plants could be used as chromium accumulator, but *Echinodorus palaefolius* have the highest potential for accumulating chromium from textile wastewater.

© 2016 BBTPI. All rights reserved.

*Alamat korespondensi :

E-mail : rizalmalik72@gmail.com (R.A. Malik)

1. PENDAHULUAN

Limbah cair tekstil merupakan limbah cair yang berasal dari proses produksi tekstil. Limbah cair tekstil umumnya memiliki nilai pH lebih dari 7 (basa), dan mengandung banyak materi organik dan materi anorganik sehingga mempunyai nilai pH, BOD, COD, TSS yang tinggi (Kadlec dan Wallace, 2008). Limbah cair tekstil mengandung konsentrasi logam berat Cr, Zn, Pb, Ni dan bahan halogen organik yang cukup tinggi (Birame, 2012). Logam berat tersebut merupakan salah satu bahan yang digunakan pada saat pewarnaan tekstil (dyeing). Terdapat 2 (dua) bentuk logam kromium (Cr) yang digunakan pada saat pewarnaan tekstil, yaitu sebagai complexing dyes pada pewarna sintetis dan garam kromium yang digunakan pada proses mordant menggunakan pewarna alami (Vigo, TL. 2013).

Dampak dari limbah cair tekstil ini merupakan suatu ancaman ekologis yang sangat serius, oleh sebab itu diperlukan adanya pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan/badan air. Telah banyak metode pengolahan limbah cair tekstil yang telah digunakan oleh industri seperti metode pengolahan kimiawi-biologis, aerobik-anaerobik (Wang et al., 2011), hingga metode anaerobik-wetlands (Moenir et al., 2015). Penggunaan wetlands sebagai proses akhir pengolahan limbah cair telah banyak di aplikasikan baik di pengolahan limbah cair industri maupun limbah cair domestik. Menurut Vymazal (2008), wetlands merupakan suatu metode pengolahan limbah yang berupa ekosistem rawa buatan yang memiliki karakteristik biotik dan abiotik layaknya rawa-rawa alami. Metode ini memanfaatkan tanaman sebagai pionir dalam pembuatan iklim mikro yang menunjang adanya suatu ekosistem kompleks yang akan memunculkan adanya simbiosis antara tumbuhan dan mikroorganisme.

Fitoremediasi adalah suatu proses pencucian, penghancuran, inaktivasi, atau immobilisasi polutan kedalam bentuk yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Chaney et al., 1995; Hidayati, 2005). Ada berbagai jenis strategi dalam penerapan fitoremediasi, diantaranya adalah Fitoekstraksi, Rhizofiltrasi, Fitotransformasi, Fitostimulasi, dan Fitostabilisasi (Chaney et al., 1995; Hidayati, 2005). Proses fitoremediasi pada limbah cair umumnya digunakan sebagai pengolahan lanjutan dalam instalasi pengolahan air limbah (IPAL), yang umumnya disebut dengan wetlands.

Tanaman yang digunakan untuk fitoakumulasi logam kromium (Cr) sebaiknya bukan tanaman pangan atau tanaman konsumsi karena kandungan senyawa logam tersebut akan terakumulasi di dalam tanaman tersebut. Logam kromium memiliki dampak yang mematikan apabila terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar (Syracuse Research, 1997; Zayed dan Terry, 2003). Salah satu alternatif untuk menghindari dampak buruk dari fitoakumulasi adalah dengan menggunakan tanaman hias dimana tanaman hias sehingga mempunyai fungsi ganda yaitu sebagai agen fitokumulasi dan juga sebagai penambah estetika pada daerah yang akan diremediasi. Tanaman *Pontederia lanceolata* (lavender air), *Zantedeschia aethiopica* (lili air), *Echinodorus palaefolius* (melati air), merupakan tanaman hias yang sering ditemukan di kawasan tropis seperti Indonesia. Telah banyak studi yang melibatkan ketiga tanaman tersebut untuk mengolah limbah cair, seperti tanaman *Echinodorus palaefolius* (melati air) merupakan tanaman yang umum digunakan pada unit wetlands, namun penggunaan tanaman ini masih sebatas pada unit pengolahan limbah domestik. *Pontederia lanceolata* (lavender air) merupakan tanaman yang memiliki kekerabatan tingkat genus dengan *Pontederia parviflora*. yang dapat digunakan sebagai bioakumulator

logam kromium (III) trivalen (de Souza et al., 2015). Sebuah studi yang dilakukan oleh Belmont dan Metcalfe (2003), menyatakan bahwa tanaman *Zantedeschia aethiopica* digunakan dalam unit wetlands untuk mendegradasi nitrogen. Oleh karena itu diperlukan studi mengenai pemanfaatan ketiga tanaman tersebut dalam pengolahan lanjutan limbah cair tekstil.

Potensi suatu tanaman sebagai fitoakumulator dapat dilihat dari tingkat kesintasan atau kelulushidupan suatu tanaman dalam melewati gangguan fisiologis yang diakibatkan oleh zat-zat pencemar dalam limbah cair. Potensi suatu tanaman fitoakumulator dapat dilihat berdasarkan beberapa karakteristik yaitu: Laju pertumbuhan tanaman tersebut tidak terpengaruh oleh toksikan yang terdapat pada lingkungannya, mempunyai kesintasan dalam menghadapi gangguan fisiologis yang disebabkan oleh pencemar yang terdapat pada lingkungannya, dan mampu mengurangi kadar pencemar secara signifikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah tanaman *P. lanceolata* (lavender air), *Z. Aethiopica* (lili air), *E. Palaefolius* (melati air), memiliki potensi untuk digunakan sebagai fitoakumulator logam berat pada proses akhir pengolahan limbah cair tekstil di industri. Parameter yang dijadikan tolak ukur untuk mengetahui potensi suatu tanaman sebagai fitoakumulator logam berat meliputi parameter pengamatan morfologis berupa nekrosis, klorosis, dan berat basah tanaman. Pengamatan kimiawi dilakukan dengan mengamati kadar logam berat kromium pada tanaman dan air limbah.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan Penelitian

2.1.1. Tanaman

Tanaman yang digunakan didapatkan dari perkebunan tanaman air Cihideung Bandung. Tanaman yang dipilih adalah tanaman yang belum mengalami fase generatif/dewasa, yaitu tanaman yang belum memasuki tahap perbungaan.

2.1.2. Limbah Cair

Limbah cair yang digunakan adalah limbah cair tekstil yang didapat dari output pengolahan limbah dari pabrik tekstil yang berada di daerah Cibaligo, Cijerah Kab. Bandung. Penggunaan limbah cair tekstil ini bertujuan untuk mengetahui secara spesifik potensi tanaman uji dalam mengakumulasi logam kromium ketika diaplikasikan di industri.

2.1.3. Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah substrat berupa pasir dan kerikil yang dimasukkan ke dalam wadah ember/pot plastik.

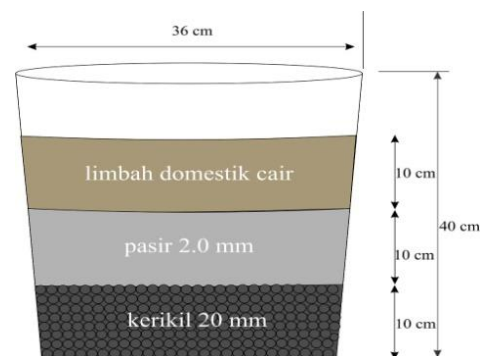
2.2. Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang digunakan adalah pot/ember plastik berdiameter 36 cm dan tinggi 40 cm, dengan perbandingan 3 kg:3 kg (v/v).

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Penyiapan Media Tanam

Pertama pasir, kerikil dan ember dibersihkan menggunakan air mengalir, lalu tiga kg kerikil dimasukkan ke dalam pot/ember yang digunakan untuk penelitian, lalu tiga kg pasir dimasukkan ke dalam pot dengan posisi penempatan berada di atas kerikil.



Gambar 1. Contoh Microcosm Construction Wetlands

Sumber: (Dilshad et al., 2010)

2.3.2. Aklimatisasi

Tiap-tiap pot yang berisi media tanam dan tanaman uji diberi air bersih sebanyak enam liter dan dibiarkan selama 14 hari. Aklimatisasi bertujuan agar tanaman uji dipastikan dapat hidup dengan normal ketika diberi limbah cair tekstil dan telah menempel pada substrat dan telah melewati masa stress akibat dipindahkan pada substrat tumbuh yang baru. Sehingga kondisi stress tersebut tidak akan muncul ketika diberi perlakuan dan tidak akan mengganggu pengamatan morfologis selama penelitian.

2.3.3. Pemberian Limbah Cair

Tanaman uji diberi limbah cair tekstil sebanyak enam liter dan dibiarkan selama 30 hari. Selanjutnya pada hari ke-31 tiap-tiap pot tanaman uji diberi aquades sebanyak 3 liter dan dibiarkan hingga hari ke-60. Pemberian aquades ini bertujuan untuk menghindari kematian tanaman uji karena kekurangan air dan untuk menurunkan viskositas air limbah yang masih mengandung logam berat kromium. Dengan demikian, kesetimbangan volume larutan tidak mengganggu proses penyerapan logam berat kromium dapat berlanjut hingga hari ke-60 masa penelitian.

2.3.4. Analisis Parameter Kimiawi

Analisis parameter kimia air dilakukan pada hari ke-0 yang meliputi pengukuran faktor kimia air BOD₅, TSS, logam kromium (Cr), pH, dan pada hari ke-60 hanya dilakukan uji kandungan logam kromium pada air limbah. Pengukuran parameter kimiawi selain logam kromium bertujuan untuk mengetahui kandungan kimiawi yang bisa berpengaruh pada proses akumulasi logam kromium oleh tanaman. Pengukuran logam berat kromium mengacu pada standard method APHA menggunakan Atomic Absorption Spechtrphotometer (AAS). Pengukuran BOD₅ dilakukan dengan mengacu pada SNI 6989.72 : 2009 - 2004, dan pengukuran TSS menggunakan metode gravimetri.

2.3.5. Pengamatan Morfologis

Pengamatan morfologis meliputi beberapa parameter seperti jumlah helaian daun, persen nekrosis dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali yaitu pada hari ke-0, hari ke-30, dan hari ke-60. Untuk pengamatan berat basah hanya dilakukan dua kali yaitu pada awal dan akhir penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

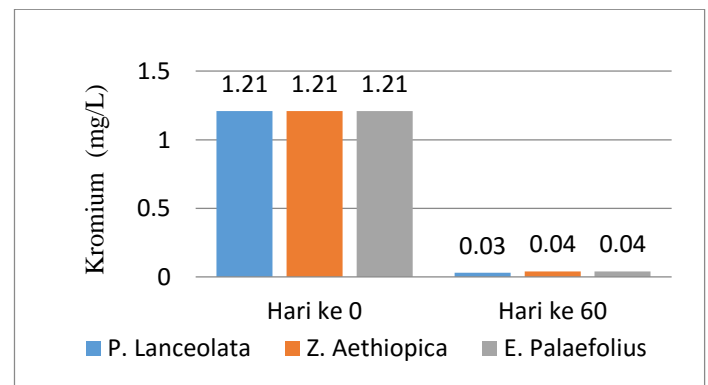
3.1. Reduksi Logam Kromium Oleh Tanaman

Untuk mengetahui reduksi logam kromium oleh tanaman uji maka diperlukan pengukuran awal untuk mengetahui karakteristik limbah cair yang digunakan ketika penelitian. Limbah cair tekstil yang diberikan pada tanaman uji memiliki karakteristik sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran karakteristik limbah cair tekstil yang digunakan

No	Parameter	Konsentrasi	Satuan
1.	BOD	215,9	mg/L
2.	TSS	302,3	mg/L
3.	Krom total	1,21	mg/L
4.	pH	10,2	-

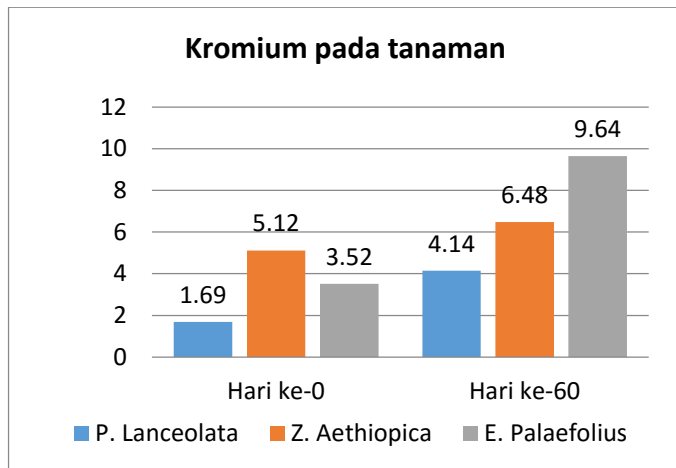
Dari hasil analisa karakteristik limbah cair tekstil yang digunakan, terlihat bahwa limbah cair tekstil yang telah melewati proses pengolahan masih memiliki kadar logam kromium (Cr) yang cukup tinggi.



Gambar 2. Kadar logam kromium pada limbah cair tekstil

Gambar 2 menunjukkan penurunan kadar logam berat kromium (Cr) dalam limbah cair yang cukup signifikan yaitu mencapai hampir 99%. Diduga penurunan ini disebabkan oleh penyerapan dan transport logam kromium ke jaringan tubuhnya. Adanya penambahan konsentrasi logam berat kromium pada tanaman uji menunjukkan bahwa sebagian besar logam yang terdapat pada limbah cair diserap oleh tanaman uji. Jumlah kromium yang terakumulasi dalam

tubuh tanaman memiliki nilai yang lebih tinggi (gambar 3) dibandingkan nilai kromium yang terdapat pada air limbah awal (gambar 2). Perbedaan nilai ini disebabkan oleh penggunaan air limbah sebanyak 6 liter sehingga jumlah logam kromium yang di uji di air limbah awal dikalikan dengan 6 karena satuan dalam pengujian adalah mg/L.



Gambar 3. Kadar logam kromium pada tanaman uji

Berdasarkan gambar 3, peningkatan kadar kromium pada tanaman terjadi pada semua perlakuan. Tanaman E. palaefolius mampu menyerap logam berat kromium lebih tinggi dari kedua tanaman uji lainnya. Kandungan logam kromium pada tanaman E. palaefolius meningkat hingga 6,12 ppm, sedangkan untuk kedua tanaman lainnya hanya mengalami kenaikan 1,38 ppm dan 2,45 ppm.

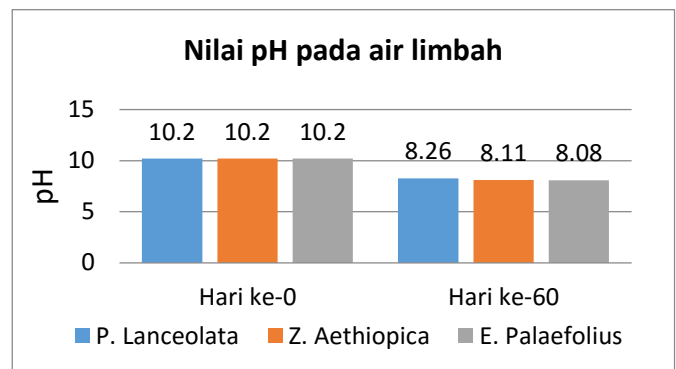
Tanaman memiliki mekanisme tersendiri untuk menstimulasi bioavailabilitas ion-ion logam pada lingkungan rhizosfernya agar dapat di serap melalui akar (Romheld dan Meschner, 1986; Lasat, M. 2002). Logam kromium masuk kedalam akar tanaman melalui jalur apoplas korteks akar secara transport pasif dan kemudian ditransportkan melalui jalur simplasmik ke organ lain seperti batang dan daun (Marschner, 1995; Javad, 2011), apoplas merupakan jaringan berongga yang mengandung banyak cairan yang terdapat diantara lingkungan rhizosfer dan membran sel dari korteks akar dan jaringan pembuluh yang mengandung banyak senyawa bermuatan negatif yang berperan sebagai kompleks pengikat kation dan sebagai pelepas anion (pompa kation-anion) (Hegazy et al., 2011). Logam berat masuk kedalam

sitosol dengan mekanisme transport ion melalui membran plasma, umumnya logam yang di transport dalam bentuk kation Di- atau Polivalen (Hall dan William, 2003).

Menurut Javed (2011), terdapat beberapa cara untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi pengurangan kadar logam berat di perairan, yaitu dengan meningkatkan waktu kontak antara logam berat dan tanaman tersebut, menurunkan kecepatan aliran air, dan meningkatkan kecepatan sedimentasi logam berat.

3.2. Pengaruh pH terhadap mobilitas logam kromium

Tingginya nilai pH (basa) awal limbah cair tekstil yang digunakan merupakan dampak dari salah satu proses pengolahan tekstil yaitu proses mercerization. Pada proses mercerization digunakan larutan NaOH pekat dalam jumlah yang cukup banyak sehingga sisa hasil dari proses mercerization mempunyai nilai pH yang sangat basa (gambar 4).



Gambar 4. pH selama masa penelitian

Akumulasi logam berat kromium dipengaruhi juga oleh kondisi pH media. Pada pH tinggi/basa logam berat kromium umumnya akan berikatan dengan gugus hidroksil (-OH) menjadi Cr(III)OH dan kemudian mengendap dalam larutan (McCarthy dan Perdue, 1995; Almeida et al., 2007). Bentuk hidroksil dari logam kromium ini merupakan bentuk yang tidak dapat diserap oleh tanaman. Untuk hasil fitoakumulasi yang lebih baik maka pH substrat perlu dikondisikan pada suasana netral (Hossner et al., 1998). Menurut Hossner et al. (1998), toksisitas kromium terjadi ketika kromium dalam bentuk heksavalen (VI) dan pH media dalam keadaan basa, sehingga diduga sebagian besar logam

kromium yang menyebabkan stress pada tanaman uji merupakan logam kromium pada valensi (VI).

3.3. Respon Morfologis Tanaman Akibat Logam Berat Kromium

Respon morfologis yang paling umum terjadi setelah pemberian air limbah yang mengandung logam kromium adalah adanya klorosis dan diikuti dengan nekrosis. Setelah nekrosis pada helaian daun kemudian di ikuti kematian helaian daun. Persentase nekrosis dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Persentase nekrosis

Spesies	Hari 30	Hari 60
<i>Z. aethiopica</i>	25,7%	18,55%
<i>P. lanceolata</i>	26,8%	4,11%
<i>E. palaefolius</i>	30%	1,33%

Tabel 2 menunjukkan nekrosis pada hari ke 30 terjadi paling tinggi pada tanaman *E. palaefolius*, dan nekrosis tertinggi pada hari ke 60 terjadi pada tanaman *Z. aethiopica*. Nekrosis terjadi pada semua spesies tanaman yang diujikan, persentasi jumlah daun yang mengalami nekrosis pada tanaman *E. palaefolius* merupakan yang tertinggi dibandingkan tanaman lainnya yaitu 30% sedangkan pada tanaman *Z. aethiopica* sebesar 25,7% dan pada tanaman *P. lanceolata* sebesar 26,8%. Nekrosis yang terjadi pada tanaman yang diujikan merupakan bentuk gangguan fisiologis yang berasal dari logam berat.

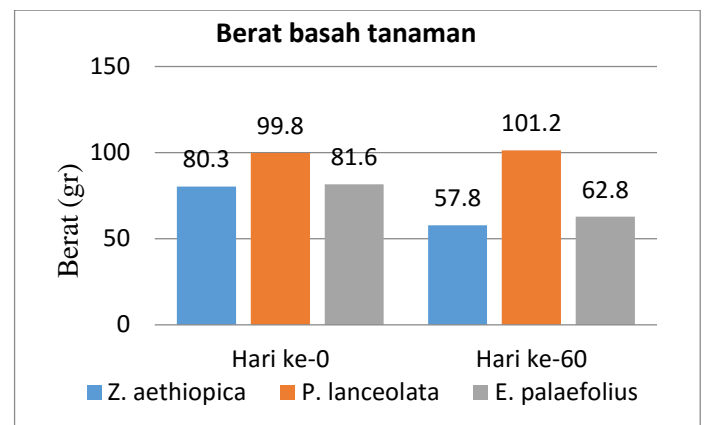
Tabel 3. Persentase klorosis

Spesies	Hari 30	Hari 60
<i>Z. aethiopica</i>	39,7%	3,6%
<i>P. lanceolata</i>	22,77%	18,22%
<i>E. palaefolius</i>	66,1%	0%

Tabel 3 menunjukkan klorosis tertinggi terjadi pada tanaman *E. palaefolius* yaitu mencapai 66,1% dari total daun tanaman tersebut mengalami klorosis. Salah satu gejala tidak langsung dari penyerapan logam kromium oleh tanaman

adalah adanya klorosis, klorosis pada tanaman yang menyerap logam kromium disebabkan karena adanya penghambatan translokasi Fe dan Zn dalam tubuh tanaman (Hossner et al., 1998). Penghambatan translokasi ion-ion Fe berakibat pada perubahan struktur molekul penyusun klorofil, selain penyusun klorofil, Fe juga merupakan salah satu penyusun berbagai macam enzim seperti katalase, peroksidase dan superoksidase dismutasi (Maschner, 1995; Gill M, 2014). Seperti diketahui klorofil merupakan organel dalam tanaman yang berfungsi dalam proses fotosintesis, transport elektron dan fiksasi karbon (Clijsters dan van Assche, 1985; Hossner et al., 1998). Adanya kerusakan pada fungsi kloroplas akan berdampak pada berbagai proses metabolisme dan enzimatik tanaman, termasuk biosintesis enzim untuk pertahanan tanaman terhadap stress abiotik.

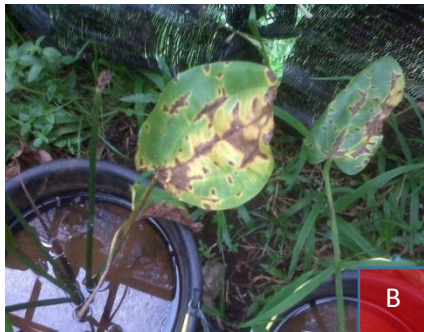
Berat basah rata-rata dari tanaman *Z. aethiopica* mengalami penurunan sebesar 22,5 gram, nilai penurunan ini merupakan yang paling tinggi dibandingkan kedua tanaman uji lainnya (gambar 5). Tanaman *E. palaefolius* mengalami penurunan berat basah rata-rata sebesar 18,8 gram. Berbeda dengan kedua tanaman lainnya, tanaman *P. lanceolata* mempunyai kenaikan nilai berat basah dibandingkan berat basah pada awal penelitian.



Gambar 5. Berat basah tanaman yang diujikan selama 60 hari masa penelitian

Pada hari ke 30, seluruh tanaman uji menunjukkan stress akibat adanya logam kromium yang diserap. Kromium merupakan elemen yang tidak dibutuhkan oleh tanaman namun daya absorpsi oleh tanaman cukup tinggi sehingga dengan adanya kromium di lingkungan tanaman uji maka

tanaman uji akan merespon berupa stress abiotik. Beberapa gejala stress kromium tersebut diantaranya adalah terjadinya klorosis pada daun, kemudian diikuti dengan nekrosis daun dan menggulungnya helaian daun (Zayed dan Terry, 2003). Menurut Gupta dan Solanki (2008), stress akibat logam kromium ditandai dengan adanya gejala nekrosis pada bagian ujung dan atau tepi daun dengan sebelumnya terjadi klorosis dan nekrosis pada bagian pembuluh utama daun. Gejala ini terjadi pada semua tanaman uji yang digunakan. Pada tanaman *E. palaefolius* gejala stress tersebut mula-mula terjadi klorosis dan nekrosis pada bagian pembuluh primer daun dan kemudian diikuti dengan klorosis dan nekrosis pada bagian sekitar pembuluh primer daun dan adanya gejala seperti terbakar pada bagian ujung dan tepi daun.



Gambar 5. (A),(B), Tanaman *Echinodorus palaefolius* yang mengalami stress kromium selama 30 hari masa penelitian

Pada tanaman *P. lanceolata* pun terjadi gejala yang serupa namun pada bagian tepi dan ujung daun tidak nampak gejala seperti terbakar namun hanya terdapat gejala klorosis dan nekrosis, sedangkan pada bagian pembuluh primer daun terjadi nekrosis.



Gambar 6. Tanaman *Pontederia lanceolata* setelah 30 dan 60 hari masa penelitian

Berbeda dengan kedua spesies tanaman uji lainnya, pada tanaman *Z. aethiopica* tidak menunjukkan adanya nekrosis pada pembuluh primer daun. Terlihat hanya terjadi klorosis dan nekrosis pada tepi helaian daun dan kemudian diikuti dengan layunya tanaman tersebut. Gejala ini sesuai dengan pernyataan beberapa peneliti diantaranya (Zayed dan Terry, 2003), menyatakan bahwa dengan adanya kromium yang diserap oleh tanaman menyebabkan terjadinya induksi stress oksidatif yaitu dengan munculnya senyawa oksigen reaktif yang dapat menyebabkan berkurangnya absorpsi air pada tanaman sehingga mengakibatkan tanaman menjadi layu (kehilangan tekanan turgor).

Pengamatan morfologi jumlah daun ditunjukkan dalam gambar 8. yang menunjukkan bahwa seluruh tanaman mengalami pengurangan jumlah helaian daun hingga hari ke-30, hanya tanaman *Z. aethiopica* yang tidak mengalami kenaikan jumlah helaian daun setelah hari ke-30 perlakuan. Pengurangan jumlah daun ini diakibatkan oleh adanya stres abiotik yang berasal dari logam berat khususnya logam berat kromium. Pengurangan jumlah helaian daun pada tanaman *P. lanceolata* pada hari ke 30 masa penelitian adalah sebesar 1,45 dan kemudian mengalami kenaikan sebesar 1,11 pada akhir masa penelitian. Tanaman *E. palaefolius* mengalami

pengurangan jumlah daun sebesar 1,44 pada hari ke 30 masa penelitian, dan kemudian jumlah helaian daunnya mengalami kenaikan sebesar 1,88 pada akhir masa penelitian.



Gambar 7. Tanaman *Zantedeschia aethiopica* setelah 30 hari masa penelitian (atas) dan 60 hari masa penelitian (bawah)

morfologis dan hasil pengolahan data, tanaman *E. palaeifolius* menunjukkan respon terhadap stress abiotik lebih cepat dibandingkan kedua tanaman uji lainnya dan juga mempunyai daya regenerasi yang jauh lebih tinggi.

4. KESIMPULAN

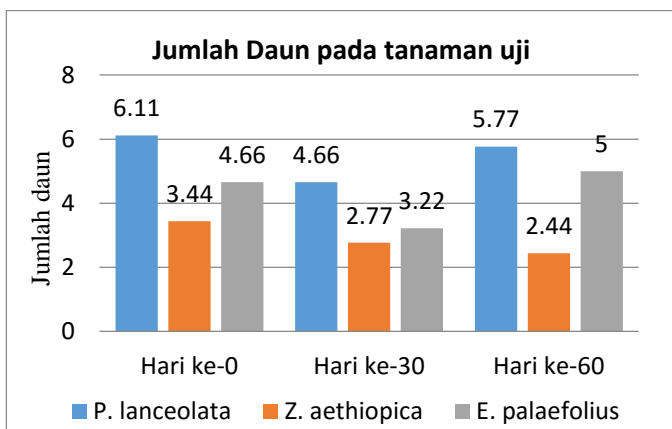
Seluruh tanaman uji mampu mengakumulasi logam kromium dalam tubuhnya. Tanaman *P. lanceolata* dapat mengakumulasi logam kromium sebanyak 4,14 ppm, tanaman *Z. aethiopica* mampu mengakumulasi sebanyak 6,48 ppm. Tanaman *E. palaeifolius* memiliki potensi yang lebih tinggi untuk digunakan sebagai fitoakumulator logam kromium dibandingkan tanaman uji lain karena dapat mengakumulasi logam kromium sebesar 9,64 ppm dan secara morfologis memiliki tingkat regenerasi yang lebih baik dibandingkan dengan dua tanaman lainnya. Ketiga tanaman yang diujikan dapat digunakan sebagai agen fitoakumulasi limbah cair industri tekstil pada unit wetlands dalam IPAL.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada laboratorium ekologi dan botani FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia dalam memfasilitasi lokasi penelitian untuk pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Belmont MA., Metcalfe CD., 2003, Feasibility of using ornamental plants (*Zantedeschia aethiopica*) in subsurface flow treatment wetlands to remove nitrogen, chemical oxygen demand and nonylphenol ethoxylate surfactants-a laboratory scale study, *Ecological Engineering*, Elsevier BV 21, pp. 233-247.
- de Almeida AAF de., Valle RR., Mielke MS., Gomes FP., 2007, Tolerance and rospaction of phytoremediator woody species of Cd, Pb, Cu and Cr, *Braz J Plant Physiol* 19(2), pp. 83-89.
- Gupta S., Solanki Ajay S., 2008, Effect of chromium metal present in industrial effluents being used for irrigation: A case study of Chopra Bariarea of Bikaner city (India), *J Enviro Res* Vol no 3(1).



Gambar 8. Jumlah daun tanaman uji

Tanaman *E. palaeifolius* mempunyai tingkat regenerasi daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman lainnya. Pada akhir masa penelitian tanaman *E. palaeifolius* terlihat tidak terpengaruh dengan adanya kromium di dalam tubuhnya, berbeda dengan kedua tanaman lainnya yang menunjukkan gejala stress kromium yaitu bagian petiolus daun tanaman mengecil. Berdasarkan pengamatan

- Gill M., 2014, Heavy metal stress in plants: A review, *International Journal of Advanced Research* Vol 2, 6, pp.1043-1055.
- Hall JL., William LE., 2003, Transition metal transporters in plants, *Journal Exp Bot* 54, pp. 2601-2613.
- Hegazy AL., Ghani AN., Chaghaby GA., 2011, Phytoremediation of industrial wastewater potentiality by typhadominginensis, *J Environ Sci Tech* 8(3), pp. 639-648.
- Hidayati N., 2005, Fitoremediasi dan potensi tumbuhan hiperakumulator, *Jurnal Hayati* vol 12 (1), pp. 35-40.
- Hossner LR., Loeppert RH., Newton RJ., Szaniszlo PJ., Attrep M., 1998, Phytoaccumulation of chromium, uranium, and plutonium in plant systems: Literatur review, *Amarillo International Resource Centre for Plutonium*.
- Kadlec RH., Wallace S., 2008, *Treatment Wetlands*, 2nd ed., CRC Press Boca Raton, London.
- Lasat MM., 2002, Phytoextraction of toxic metals: A review of biological mechanism, *J Environ Qual* 31, pp. 109-120.
- Moenir M., Djarwanti., Syahroni C., Rame., Marlina B., Budiarto A., 2015, Teknologi hybrid anaerobic-wetland untuk pengolahan air limbah pencucian jeans, *Prosiding Workshop Hasil Litbang Unggulan Kementerian Perindustrian*.
- Savin II., Butunaru R., 2008, Wastewater characteristic in textile finishing, *Enviro Eng and Management Journal* Vol 7 No 6, pp. 859-864.
- Seago JL., Carol A., Peterson D., Enstone E., 2000, Cortical development in roots of the aquatic plant *Pontederiacordata* (Pontederiaceae), *American Journal of Botany* 87(8), pp. 1116-1127.
- Torresdey GJL., Rosa GD., Peralta-videea JR., Montes M., Cruz-Jimenez G., Cano AI., 2005, Potential uptake and transport of trivalent and hexavalent chromium by tumbleweed (*Salsola kali*), *Arch Environ Contam* 48, pp. 225-232.
- Vymazal J., Brix H., Cooper PF., Habert R., Perfler R., Laber J., 1998, Removal mechanism and types of constructed wetlands. *Constructed wetlands for wastewater treatment in Europe* Pg 17-66, Backhuys publisher, Leiden The Netherlands
- Vymazal J., Kropfelova L., 2008, Wastewater treatment in constructed wetlands with horizontal sub-surface flow, *Environmental Pollution* Vol 14, Springer Science.
- Vidaryathi AK., Dutt D., Upadhyaya JS., 2011, Reduction of pollutants in paper mill effluent by aquatic plants, *Cellulose Chem Technol* 45(3-4), pp. 291-296.
- Vigo TL., 2002, Textile processing and properties, preparation, dyeing, finishing, and performance, *Textile Science and Technology* No 11, Elsevier Science BV, Amsterdam.
- Wang Z., Xue M., Huang K., Liu Z., 2011, Advance in treating textile effluent: Textile dyeing wastewater treatment, *In Tech Open* 5, pp. 91-116.
- Zayed AM., Terry N., 2003, Chromium in the environment: Factor affecting biological remediation, *Plant soil* 249:139-156.

