

## Kemampuan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam Menyerap Logam Berat Kadmium (Cd) Berdasarkan Konsentrasi dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda

### The Ability of Water Spinach (*Ipomoea aquatica*) to Absorb Cadmium (Cd) in Different Concentration and Exposure Time

Resmaya Wulandari\*, Tarzan Purnomo, dan Winarsih

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

\*e-mail: resmayawulandari@yahoo.com

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan tanaman kangkung air dalam menyerap logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi dan waktu pemaparan yang berbeda. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama adalah konsentrasi Cd, yaitu 2 ppm, 4 ppm, dan 6 ppm. Faktor kedua adalah waktu pemaparan, yaitu 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Parameter yang diamati adalah kadar Cd pada akar kangkung air, kadar Cd pada media tanam (air) dan biomassa kangkung air. Analisis kadar Cd menggunakan AAS di Laboratorium Ilmu Tanah, Universitas Brawijaya, Malang. Data dianalisis menggunakan Uji Anava 2 arah dan Uji lanjut Duncant Multiple Range Test (DMRT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi dan waktu pemaparan memberi pengaruh yang berbeda nyata terhadap kemampuan tanaman kangkung air dalam menyerap logam berat Cd dan penambahan biomassa tanaman. Akumulasi kadmium pada akar kangkung air paling optimal terjadi pada konsentrasi 6 ppm dan waktu pemaparan 15 hari, yaitu sebesar 5,58 ppm (93%). Penurunan Cd paling optimal pada media tanam dengan konsentrasi 6 ppm dan waktu pemaparan 15 hari, yaitu 0,20 ppm (97%). Peningkatan biomassa kangkung air paling optimal terjadi pada konsentrasi 2 ppm dan waktu pemaparan 15 hari, yaitu 137,49 gram (37%).

**Kata Kunci:** logam berat kadmium (Cd); Kangkung air (*Ipomoea aquatica*); konsentrasi Cd; dan waktu pemaparan

#### ABSTRACT

This research aimed to determine the ability of water spinach to absorb cadmium on concentrations and different exposure times. The research was conducted by using randomized block design (RBD), with 2 factors. The first factor were concentration of Cd, namely 2 ppm, 4 ppm, and 6 ppm. The second factor were exposure time, namely 5 days, 10 days, and 15 days. The parameters observed include levels Cd on water spinach roots, level Cd on water, and the increase of water spinach biomass. Analysis levels of Cd was done by using AAS at Laboratory of Soil Science, University of Brawijaya, Malang. Data analyzed using 2-way Anova test and followed by Duncant Multiple Range Test (DMRT). The results showed that concentration and exposure time gave different influence significantly on the ability of water spinach to absorb Cd and plants biomass. Cadmium optimum accumulation in roots occurs on 6 ppm concentration and 15 days of exposure time, that is equal to 5.58 ppm (93%). The optimal decrease of Cd on water with 6 ppm concentration and 15 days exposure time, which was 0.20 ppm (97%). Increase of biomass of water spinach optimal on concentration of 2 ppm and 15 days exposure time, which was 137.49 grams (37%).

**Key words:** cadmium (Cd); water spinach (*Ipomoea aquatica*); Cd concentration; exposure time

#### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki pertumbuhan industri yang relatif pesat. Keberadaan perindustrian sangat mendukung perekonomian negara. Selain memproduksi barang-barang kebutuhan, proses industri juga menghasilkan limbah dan penanganannya merupakan masalah yang harus dipikirkan oleh

pihak industri yang meliputi lahan sebagai tempat pembuangan limbah dan sistem pembuangannya. Sungai merupakan lingkungan perairan sebagai sasaran utama tempat pembuangan limbah cair industri. Jika di dalam lingkungan hidup terdapat makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang

telah ditetapkan maka akan menyebabkan pencemaran lingkungan (UU Nomor 32 Tahun 2009).

Salah satu bahan pencemar lingkungan yang berbahaya adalah logam berat. Logam berat adalah unsur yang mempunyai densitas lebih dari  $5 \text{ g/cm}^3$  (Fardiaz, 1992). Menurut Palar (2008) karakteristik logam berat antara lain: memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar ( $> 4$ ), mempunyai nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur lantanida dan aktanida, dan mempunyai respon biokimia yang spesifik pada organisme hidup. Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat yang memiliki efek toksik yang tinggi makhluk hidup apabila akumulasinya dalam tubuh jumlahnya melebihi ambang batas. Kadmium digunakan dalam pembuatan solder, pelapis logam campuran untuk mencegah korosi pada baterai (Ni-Cd), keramik, kaca, dan beberapa biosida. Kadmium juga seringkali digunakan dalam jumlah besar sebagai pigmen warna dalam cat.

Untuk menetralkan lingkungan dari pencemaran logam berat kadmium dapat dilakukan fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman yang hiperakumulator terhadap logam berat. Fitoremediasi adalah salah satu upaya untuk mengurangi kerusakan tanah akibat tingginya akumulasi logam berat dengan memanfaatkan tanaman yang dapat menyerap logam berat (Thamrin *dkk*, 2009). Salah satu tanaman yang hiperakumulator terhadap logam berat adalah kangkung air (*Ipomoea aquatica*).

Penelitian Paramita (2012) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh konsentrasi dan waktu detensi terhadap kemampuan akar kangkung air dalam menyerap logam berat Pb. Konsentrasi dan waktu detensi terbaik untuk penyerapan logam berat Pb pada akar tanaman ialah 10 ppm dan waktu detensi 30 hari, kadar Pb yang diserap sebesar 10,69 ppm.

Penelitian oleh Purwitasari (2010) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh konsentrasi kadmium dan waktu detensi pada media tanam terhadap kemampuan semanggi dalam menyerap logam berat kadmium. Perlakuan yang dapat menurunkan kadar kadmium pada media secara optimal adalah konsentrasi 3 mg/L dan waktu detensi 15 hari sebesar 0,080 ppm, hingga pada akhir perlakuan kadar kadmium pada media menjadi 0 ppm.

Kadmium merupakan logam yang toksik. Efek negatif kadmium pada tumbuhan adalah menghambat penyerapan nutrisi sehingga pertumbuhan tanaman terganggu dan pada akhirnya tanaman akan mati (Liong *dkk*, 2009).

Batas optimum kadar kadmium yang diperbolehkan pada sayuran adalah 0,2 mg/kg (SNI 2009), sedangkan batas optimum kadar kadmium pada air minum adalah 0,01 ppm (PP Nomor 82 Tahun 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kemampuan tanaman kangkung air dalam menyerap logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi dan waktu pemaparan yang berbeda.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini terdapat 2 faktor perlakuan, yaitu konsentrasi Cd yang terdiri atas 2 ppm, 4 ppm, dan 6 ppm, serta waktu pemaparan yang terdiri atas 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Secara keseluruhan terdapat 27 unit eksperimen. Data hasil penelitian diolah menggunakan Analisis Varian (ANOVA) 2 arah dan Uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT). Parameter penelitian yang diukur meliputi kadar kadmium pada media tanam (air), kadar kadmium pada akar kangkung air, biomassa kangkung air dan faktor fisik (suhu dan intensitas cahaya), kimia (pH) media tanam.

Tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang digunakan diperoleh dari Gunung Anyar Sawah, Surabaya. Kriteria tanaman kangkung air yang dipilih memiliki biomassa basah 100 gram, ukuran panjang batang 40–50 cm, panjang akar  $\pm 10$ –15 cm, serta jumlah daun 10–20 helai. Larutan Cd dibuat dengan cara melarutkan kristal 1,719 gram  $\text{CdCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  ke dalam 1 liter akuades, selanjutnya dari larutan tersebut diencerkan sesuai dengan konsentrasi telah ditentukan, yaitu 2 ppm, 4 ppm dan 6 ppm.

Analisis kandungan logam berat Cd dilakukan pada akar tanaman kangkung air dan media tanam dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Biomassa tanaman kangkung air diukur dengan cara menimbang kangkung air pada awal dan akhir penelitian. Analisis logam berat kadmium terdiri atas beberapa tahap. Destruksi media tanam: 50 ml air media pada *beaker glass* ditambahkan 1 ml  $\text{HNO}_3$  pekat, selanjutnya sampel dipanaskan di atas *hot plate* dengan suhu  $150^\circ \text{C}$  hingga volumenya berkurang 55%, sampel didinginkan lalu ditambahkan akuades hingga volumenya menjadi 50 ml, selanjutnya sampel disaring dan diujikan. Destruksi tanaman kangkung air: sampel dipotong kecil-kecil lalu dikering oven dengan suhu  $15^\circ \text{C}$  selama 1,5 jam, setelah itu sampel dihaluskan sebanyak 1 gram lalu dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan 10 ml

HNO<sub>3</sub> pekat, selanjutnya sampel dipanaskan di atas *hot plate* dengan suhu yang bertahap, awalnya 90°C selama 20 menit, selanjutnya suhu dinaikkan menjadi 150°C selama 1 jam, setelah itu sampel didinginkan dan ditambahkan akuades hingga volumenya menjadi 25 ml, lalu sampel disaring sampel dan diujikan. Pembacaan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS): standart kadmium (Cd) diamati dengan menggunakan AAS, lalu kurva kalibrasi dibuat dengan mengeluarkan absorbansi dan konsentrasi standart kadmium, selanjutnya sampel diamati menggunakan AAS dan konsentrasi kadmium (ppm) dihitung dengan persamaan regresi yang didapatkan dari kurva kalibrasi.

**HASIL**

Penyerapan kadmium oleh kangkung air sesuai dengan besarnya kadar kadmium pada media tanam. Semakin besar konsentrasi kadmium pada media tanam maka semakin besar kadar kadmium yang diserap oleh akar kangkung, dan sebaliknya semakin kecil konsentrasi kadmium pada media tanam maka semakin kecil kadar kadmium yang diserap oleh akar kangkung air. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

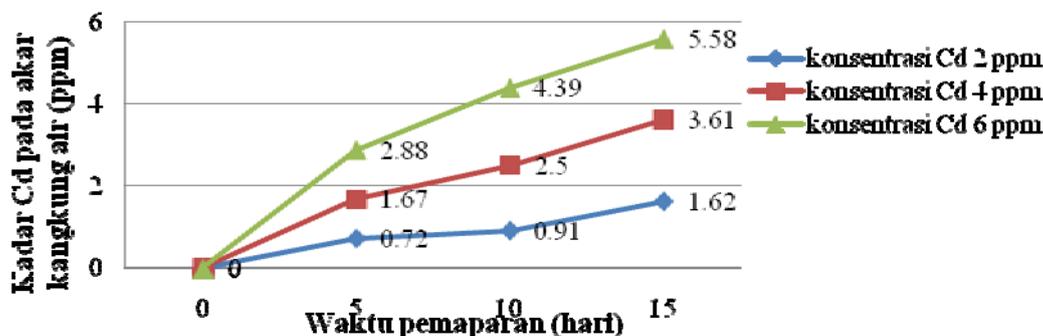
Penyerapan kadmium paling optimal terjadi pada media dengan konsentrasi 6 ppm dan waktu pemaparan 15 hari, yaitu sebesar 5,58 ppm (93%). Peningkatan akumulasi kadar kadmium pada akar kangkung air dapat dilihat pada Gambar 1.

Semakin tinggi konsentrasi kadmium pada media dan semakin lama waktu pemaparan, maka kadar kadmium yang diserap kangkung air juga semakin tinggi (Gambar 1). Peningkatan kadar kadmium pada akar kangkung air diiringi dengan menurunnya kadar kadmium pada media tanam (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan bahwa kadmium diserap oleh kangkung air. Kangkung air pada media dapat menyerap kadmium pada media secara optimal. Hal ini dikarenakan sifatnya hiperakumulator terhadap logam berat (Nisma dan Budi, 2008). Akibatnya kadar kadmium pada media menurun.

**Tabel 1.** Kadar kadmium (Cd) pada akar kangkung air akibat pengaruh berbagai konsentrasi (ppm) dan waktu pemaparan (hari)

Konsentrasi (ppm)	Waktu Pemaparan (hari)		
	5	10	15
2	0,72 <sup>a</sup> ± 0,07	0,91 <sup>b</sup> ± 0,04	1,62 <sup>c</sup> ± 0,26
4	1,67 <sup>d</sup> ± 0,25	2,50 <sup>e</sup> ± 0,26	3,61 <sup>g</sup> ± 0,32
6	2,88 <sup>f</sup> ± 0,23	4,39 <sup>h</sup> ± 0,48	5,58 <sup>i</sup> ± 0,21

**Keterangan:** Angka-angka yang diikuti abjad yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf uji 0,05 menurut uji Duncan's.



**Gambar 1.** Pengaruh berbagai konsentrasi (ppm) dan waktu pemaparan (hari) terhadap kadar kadmium pada akar kangkung air

**Tabel 2.** Kadar kadmium pada media tanam akibat pengaruh berbagai konsentrasi (ppm) dan waktu pemaparan (hari)

Konsentrasi (ppm)	Waktu Pemaparan (hari)		
	5	10	15
2	1,08 <sup>d</sup> ± 0,06	0,83 <sup>c</sup> ± 0,22	0,20 <sup>a</sup> ± 0,10
4	1,15 <sup>e</sup> ± 0,09	0,77 <sup>b</sup> ± 0,03	0,25 <sup>a</sup> ± 0,11
6	1,47 <sup>f</sup> ± 0,45	0,72 <sup>b</sup> ± 0,04	0,20 <sup>a</sup> ± 0,07

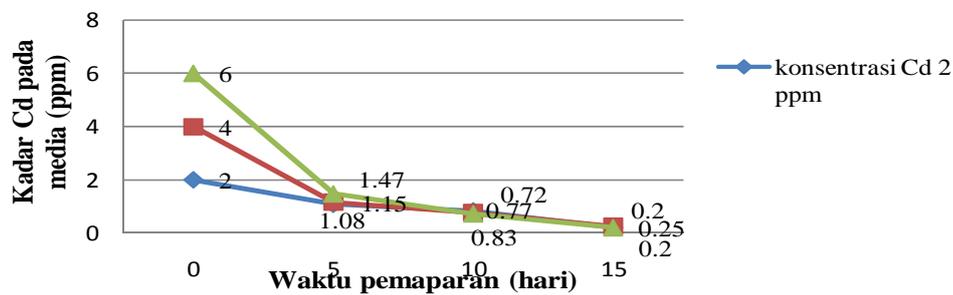
**Keterangan:** Angka-angka yang diikuti abjad yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf uji 0,05 menurut uji Duncan's.

Penurunan kadar kadmium paling optimal terdapat pada media tanam kangkung air dengan konsentrasi kadmium 6 ppm dan waktu pemaparan 15 hari, yaitu sebesar 0,20 ppm atau sebesar 97% (Gambar 2). Semakin tinggi konsentrasi kadmium dan semakin lama waktu pemaparan, maka penurunan kadar kadmium pada media tanam kangkung air semakin besar.

Penyerapan kadmium oleh akar kangkung air terjadi bersamaan dengan penyerapan nutrisi, sehingga berpengaruh negatif terhadap laju pertumbuhan tanaman. Parameter pertumbuhan tanaman yang diamati pada penelitian ini adalah

biomassa kangkung air. Konsentrasi kadmium dan waktu pemaparan berpengaruh terhadap biomassa kangkung air. Peningkatan biomassa kangkung air setelah perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Peningkatan biomassa kangkung air tertinggi terjadi pada media dengan konsentrasi kadmium 2 ppm dan waktu pemaparan 15 hari, yaitu sebesar 137,49 gram atau sebesar 37% (Gambar 3). Semakin rendah konsentrasi kadmium dan semakin lama waktu pemaparan, maka peningkatan biomassa semakin besar.

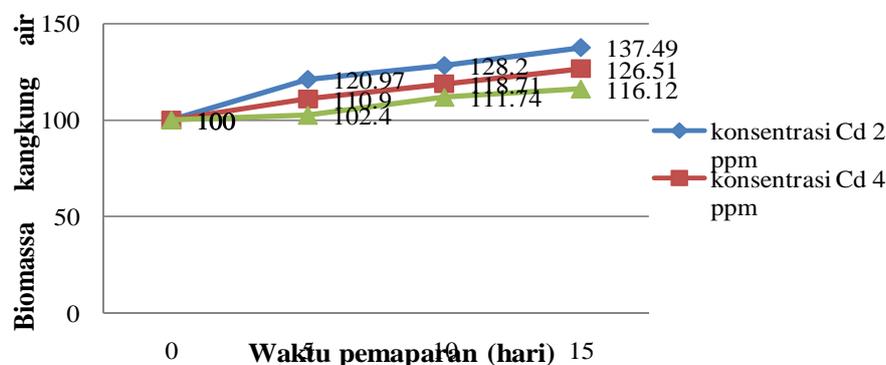


**Gambar 2.** Pengaruh konsentrasi (ppm) dan waktu pemaparan (hari) terhadap penurunan kadar kadmium pada media tanam kangkung air

**Tabel 3.** Biomassa kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan akibat pengaruh berbagai konsentrasi (ppm) dan waktu pemaparan (hari)

Konsentrasi (ppm)	Waktu Pemaparan (hari)		
	5	10	15
2	20,97 <sup>f</sup> ± 5,18	28,20 <sup>h</sup> ± 3,89	37,49 <sup>i</sup> ± 4,18
4	10,90 <sup>b</sup> ± 2,16	18,71 <sup>e</sup> ± 1,80	26,51 <sup>g</sup> ± 1,79
6	2,40 <sup>a</sup> ± 1,75	11,74 <sup>c</sup> ± 1,75	16,12 <sup>d</sup> ± 3,54

**Keterangan:** Angka-angka yang diikuti abjad yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada taraf uji 0,05 menurut uji Duncan's.



**Gambar 3.** Pengaruh konsentrasi (ppm) dan waktu pemaparan (hari) terhadap peningkatan biomassa kangkung air (gram)

## PEMBAHASAN

Tumbuhan memiliki kemampuan dalam mengakumulasi ion sampai tingkat konsentrasi tertentu, bahkan dapat mencapai beberapa tingkat lebih besar dari konsentrasi ion di dalam mediumnya (Fitter dan Hay, 1991). Akumulasi kadmium dengan kadar tertinggi terjadi pada media dengan konsentrasi 6 ppm dan waktu pemaparan 15 hari, yaitu rerata sebesar 5,58 ppm (93%), sedangkan akumulasi terendah pada konsentrasi 2 ppm dan waktu pemaparan 5 hari yaitu rerata sebesar 0,72 ppm (26%). Interaksi antara konsentrasi 6 ppm dan waktu pemaparan 15 hari menghasilkan akumulasi kadmium dalam jumlah tertinggi dibandingkan interaksi antara konsentrasi dan waktu pemaparan yang lain.

Besar akumulasi kadmium sesuai dengan besar konsentrasi kadmium pada media tanam dan waktu pemaparan. Semakin besar konsentrasi kadmium dan semakin lama waktu pemaparan maka semakin tinggi kadar kadmium yang terakumulasi dalam kangkung air, dan sebaliknya semakin kecil konsentrasi kadmium dan waktu pemaparan maka semakin kecil kadar kadmium yang terakumulasi dalam akar. Sukanto (1995) dalam Liong *dkk* (2009) menyatakan bahwa konsentrasi logam pada media tanam memengaruhi penyerapan tanaman, yaitu jumlah konsentrasi logam yang ditambahkan dalam media tanam berbanding lurus dengan akumulasi logam pada tanamannya.

Penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan menurut Priyanto dan Prayitno (2007) dibagi menjadi 3, yaitu 1) penyerapan oleh akar, logam dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (rizosfer), 2) translokasi logam dari akar ke bagian tubuh tanaman, 3) lokalisasi logam pada sel dan jaringan, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar, daun dan vakuola.

Akumulasi kadmium pada akar kangkung air diimbangi dengan penurunan kadar kadmium pada media tanam. Besarnya kadar kadmium yang diakumulasi akar kangkung air berbanding terbalik dengan kadar kadmium pada media, yaitu semakin besar kadar kadmium yang diakumulasi oleh akar kangkung air, maka semakin sedikit kadar kadmium pada media. Sebaliknya, semakin sedikit kadar kadmium yang diakumulasi oleh akar kangkung air, maka semakin besar kadar kadmium pada media.

Interaksi antara konsentrasi Cd 6 ppm dan waktu pemaparan 15 hari menunjukkan bahwa penurunan kadar kadmium yang tertinggi dibandingkan dengan interaksi antara konsentrasi

dan waktu pemaparan lain. Pada interaksi tersebut dapat menurunkan kadar kadmium pada media hingga 97%. Akar merupakan organ tanaman kangkung air berfungsi untuk menyerap air, hara, dan bahan organik yang ada pada medianya. Penyerapan kadmium terjadi bersama dengan penyerapan air dan hara dari dalam media. Penyerapan kadmium oleh akar kangkung air menyebabkan turunnya kadar kadmium pada media tanam.

Pada tanaman kangkung air konsentrasi logam Cd terdapat dalam jumlah yang paling besar di bagian akar karena di dalam tanah akar merupakan bagian tanaman yang pertama kali berinteraksi secara langsung dengan Cd melalui rizosfer. Konsentrasi logam yang tinggi dalam tanah menyebabkan akar menarik logam dengan konsentrasi yang besar dibandingkan dengan bagian lain dari tanaman tersebut (Liong *dkk*, 2009).

Akumulasi kadmium pada akar kangkung air memengaruhi faktor fisik dan kimia lingkungan, diantaranya pH dan suhu air. Keberadaan kadmium dalam media dengan konsentrasi yang tinggi membuat pH menjadi turun (asam). Semakin besar konsentrasi kadmium pada media, maka semakin rendah nilai pH media tanam, hal ini dikarenakan logam bersifat asam. Penurunan pH air mengindikasikan bahwa toksisitas logam berat semakin besar (Hutagalung, 1984).

Data hasil pengukuran parameter fisik dan kimia lingkungan membuktikan bahwa fitoremediasi kadmium menggunakan kangkung air dapat menaikkan pH pada setiap perlakuan. Hal itu menunjukkan bahwa adanya kecenderungan setiap perlakuan untuk mencapai pH normal. Kenaikan pH tertinggi terjadi pada konsentrasi 2 ppm dan waktu pemaparan 15 hari dengan rerata sebesar 7,5, kenaikan pH terendah pada konsentrasi 6 ppm dan waktu pemaparan 5 hari dengan rerata pH sebesar 6,8.

Kelarutan logam dalam air memengaruhi pH air. Air yang mengandung kadar logam tinggi, pH-nya akan turun (asam). Semakin rendah kadar kadmium pada media, maka semakin tinggi pH (menuju 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 kadmium mudah diserap oleh akar.

Suhu air merupakan faktor fisik yang memengaruhi akumulasi kadmium oleh akar

kangkung air. Suhu air saat awal perlakuan sebesar 32°C, namun setelah perlakuan waktu pemaparan 5, 10, dan 15 hari suhu air mengalami penurunan, sedangkan pH media mengalami peningkatan (menuju basa) setelah perlakuan. Hal ini menandakan bahwa keberadaan logam berat kadmium dengan konsentrasi yang tinggi membuat pH media tanam (air) menjadi turun (menuju asam). Semakin besar konsentrasi kadmium, maka semakin rendah nilai pH media tanam.

Penurunan suhu air akan menaikkan kelarutan oksigen dan memengaruhi pH. Kelarutan oksigen yang tinggi di dalam air akan menyebabkan pH naik (basa), dengan demikian lingkungan akan kembali stabil. Tanaman yang berada pada pH dan suhu yang normal dan metabolismenya akan berjalan dengan baik, akibatnya biomasanya bertambah atau tumbuh. Peran kangkung air sebagai hiperakumulator logam berat dapat menstabilkan lingkungan dari cekaman logam berat.

Cekaman logam berat kadmium dengan berbagai konsentrasi dan waktu detensi memengaruhi pertumbuhan kangkung air. Data hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan biomassa kangkung air dari awal perlakuan hingga akhir perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi kadmium yang diberikan pada media tanam masih dapat ditoleransi oleh tanaman kangkung air sehingga tidak menghambat pertumbuhannya. Tanaman ini tetap dapat tumbuh walaupun berada dalam cekaman logam berat, namun laju pertumbuhan kangkung air pada setiap media berbeda-beda berdasarkan perlakuan yang diberikan.

Peningkatan biomassa tertinggi pada tanaman kangkung air terjadi pada media dengan konsentrasi kadmium sebesar 2 ppm dan waktu pemaparan 15 hari, yaitu rerata biomassa akhir sebesar 137,49 gram (37%). Peningkatan biomassa terendah pada konsentrasi 6 ppm dan waktu pemaparan 5 hari, yaitu rerata biomassa akhir sebesar 102,40 gram (2%).

Cekaman logam kadmium memengaruhi proses fisiologi dan morfologi kangkung air, salah satunya penurunan laju pertumbuhan yang menyebabkan perbedaan peningkatan biomassa kangkung air. Cekaman logam kadmium membuat tanaman kangkung air melakukan adaptasi agar dapat bertahan hidup. Kebutuhan tanaman kangkung air akan nutrisi membuat tanaman ini menyerap logam berat kadmium bersama hara yang ada pada media tanaman, dan selanjutnya logam berat kadmium akan masuk ke jalur transpor bersama zat hara. Selanjutnya

tanaman akan melakukan proses penetralan terhadap zat toksik dan mengekskresinya, hal ini sebagai bentuk adaptasi dan mekanisme penanggulangan dari kangkung air terhadap cekaman logam berat kadmium. Tanaman melakukan proses penetralan dengan cara menyimpan banyak air pada jaringannya untuk mengurangi efek toksik dari kadmium. Selanjutnya akan ditranspor ke jaringan atau organ yang sudah tua seperti daun yang tua dan batang yang sudah kering. Proses ekskresi dapat dilakukan dengan cara menggugurkan daun yang sudah tua.

Menurut SNI Tahun 2009 batas maksimum cemaran logam berat kadmium pada sayuran adalah sebesar 0,2 mg/kg. Pemberian logam berat kadmium dengan konsentrasi 20 ppm dan waktu pemaparan 14 hari dapat menurunkan laju pertumbuhan tanaman kangkung air hingga biomasanya berkurang sebanyak 65,5 gram, dengan biomassa awal sebesar 100 gram (Monita, 2012).

Peningkatan biomassa paling optimal terjadi pada konsentrasi 2 ppm dan waktu pemaparan 15 hari. Hal ini karena pada konsentrasi 2 ppm penurunan laju pertumbuhan tanaman kangkung air tidak terlalu rendah sehingga proses fisiologinya dapat berjalan lebih baik dibandingkan kangkung air pada media dengan konsentrasi 4 ppm dan 6 ppm yang mengalami tekanan fisiologi lebih besar. Pada waktu pemaparan 15 hari proses adaptasi yang dilakukan oleh kangkung air dapat lebih optimal sehingga laju pertumbuhannya lebih stabil dibanding kangkung air yang melakukan fitoremediasi selama 5 hari dan 10 hari. Kestabilan laju pertumbuhan tanaman kangkung air pada media dengan konsentrasi kadmium 2 ppm dan waktu pemaparan 15 hari membuat peningkatan biomasanya paling optimal.

Semakin tinggi kadar kadmium dalam media tanam, maka laju pertumbuhan tanaman kangkung air semakin kecil. Rendahnya laju pertumbuhan tanaman terjadi karena logam kadmium masuk dalam sel dan berikatan dengan enzim sebagai katalisator sehingga reaksi kimia di sel tanaman kangkung air akan terganggu (Haryati, 2012). Kangkung air memiliki mekanisme penanggulangan terhadap logam berat, yaitu: 1) Ameliorasi dengan mengabsorpsi ion dan melakukan mekanisme untuk meminimalkan pengaruhnya, dengan pembentukan khelat, pengenceran, lokalisasi dan ekskresi, 2) Toleransi, melakukan metabolisme agar mampu bertahan pada lingkungan toksik (Fitter dan Hay, 2001).

### SIMPULAN

Konsentrasi dan waktu pemaparan berpengaruh terhadap kemampuan tanaman kangkung air dalam menyerap logam berat kadmium dan penambahan biomassa kangkung air. Penyerapan tertinggi terjadi pada konsentrasi 6 ppm dan waktu pemaparan 15 hari yaitu 5,58 ppm (93%), penurunan kadar kadmium pada media paling optimal terjadi pada konsentrasi 6 ppm dan waktu pemaparan 15 hari yaitu 0,20 ppm (97%), sedangkan peningkatan biomassa tertinggi pada kangkung air pada media dengan konsentrasi kadmium 2 ppm dan waktu pemaparan 15 hari, yaitu 137,49 gram (37%).

### DAFTAR PUSTAKA

- Darmono, 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: UI press.
- Fardiaz S, 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fitter AH dan Hay RKM, 1991. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Haryati, M, 2012. Kemampuan Tanaman Genjer (*Limnocharis Flava* (L. Buch.) Menyerap Logam Berat Timbal (Pb) Limbah Cair Kertas pada Biomassa dan Waktu Pemaparan yang Berbeda. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Hutagalung HP, 1984. *Logam Berat Dalam Lingkungan Laut*. Oseana. [http://www.oseanografi.lipi.go.id/sites/default/files/oseana\\_ix%281%2911%E2%80%939320.pdf](http://www.oseanografi.lipi.go.id/sites/default/files/oseana_ix%281%2911%E2%80%939320.pdf) . Diunduh tanggal 8 Januari 2014.
- Liong S, Noor A, Taba P dan Zubair H, 2009. *Dinamika Akumulasi Kadmium Pada Tanaman Kangkung Darat*. Indonesia Chimica Acta <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/2629>. Diunduh tanggal 17 Januari 2013.
- Monita R, 2012. Kandungan Klorofil Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* F.) Akibat Pemberian Logam Berat Kadmium Pada Berbagai Konsentrasi. *Skripsi*. Tidak Dipublikasikan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Nisma F dan Budi A, 2008. *Seleksi Beberapa Tumbuhan Air Sebagai Penyerap Logam Berat Cd, Pb dan Cu Di Kolam Buatan FMIPA Uhamka*. Diakses melalui [http://id.scribd.com/doc/81429908/](http://id.scribd.com/doc/81429908/Penelitian-Dosen-Muda) *Penelitian-Dosen-Muda*. Diunduh pada tanggal 17 Januari 2013.
- Palar H, 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- PP Nomor 82, 2001. *Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. <http://www.hpli.org/reg/PP/PP%208%202001%20KualitasAir.pdf>. Diunduh pada tanggal 3 Maret 2012.
- Priyanto dan Prayitno, 2007. *Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat*. <http://tl.bppt.tripod.com/sublab/lflora1.htm> Diakses pada tanggal 17 Januari 2013.
- SNI, 2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan*. [http://www.sertifikasibbia.com/upload/logam\\_berat.pdf](http://www.sertifikasibbia.com/upload/logam_berat.pdf). Diunduh pada tanggal 14 Januari 2014.