

PENGARUH LAMA KONTAK DAN KERAPATAN TANAMAN ECENG GONDOK DALAM MEREDUKSI KADMIUM PADA AIR LARUTAN PUPUK BUATAN

Aldo Arta Nugroho, Nur Endah Wahyuningsih, Praba Ginandjar
*Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro*
Email: aldoarta1234@gmail.com

Preliminary test results showed that irrigation water of shallot in Brebes contains cadmium on average 0.028 mg/l which has exceeded the quality standard in the Government Regulation of the Republic of Indonesia that is 0.01 mg/l. One method used to reduce cadmium levels is phytoremediation using water hyacinth plants. The purpose of this study was to analyze the effect of phytoremediation of water hyacinth plants with density variations in plant (8 individuals/m², 15 individuals/m² and 22 individuals/m²) and contact time (3 days and 6 days) to cadmium levels in fertilizer solutions. This study used quasi-experimental design with a non equivalent control group. The sample used is an artificial fertilizer solution. The sample of this study was 160 liters for 8 treatments with 4 repetitions. Methods to test cadmium levels used the Atomic Absorption Spectrophotomete (AAS). The data analysis used was the Friedmann test with a confidence level of 95%. The highest cadmium level decrease was found in density variations in plant of 22 individuals/m² and 6 days of contact time of 0.061 mg / l (112.96%). Based on the Friedmann test p value = 0,0001 (p <0.05) so it noted that there are differences and with the Mann Whitney test that is known that there are no significant difference between the treatment of 8 individuals/m² with 15 individuals/m² and 15 individuals/m² with 22 individuals/m², but there are significant difference between 8 individuals/m² with 22 individuals/m². The conclusion of this study is water hyacinth plants with density variations in plant and contact time can reduce cadmium levels in fertilizer solutions on average of 67.205% and have been able to reduce cadmium levels to the specified quality standard which is <0.01 mg/l.

Keywords : *Water hyacinth, Cadmium, Fertilizer, Plant density, Contact time*

PENDAHULUAN

Kadar kadmium pada petakan sawah bawang merah Brebes melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) yang telah ditentukan pemerintah. Pada uji pendahuluan diketahui bahwa kadar kadmium pada petakan sawah sebesar 0,028 mg/l. Sedangkan NAB yang ditetapkan pemerintah dalam PERPRES RI nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air adalah sebesar 0,01 mg/l.¹ Hal ini

menandakan adanya pencemaran kadmium pada petakan sawah tersebut.

Pencemaran kadmium dalam lahan pertanian akan mencemari tanaman pertanian. Jika tanaman tersebut dikonsumsi manusia, dapat mengakibatkan keracunan kadmium, meningkatkan risiko penyakit kanker payudara, penyakit jantung serta penyakit kardiovaskular.²

Pengolahan limbah diperlukan untuk mencegah pencemaran lingkungan akibat aktivitas manusia.

Metode pengolahan limbah cair yang umum dilakukan yaitu pengendapan, penukaran ion, filtrasi dan adsorpsi.³ Terdapat suatu metode yang lebih murah dan mudah pengaplikasiannya, yaitu fitoremediasi, pencucian polutan yang dimediasi oleh tumbuhan seperti pohon, rumput-rumputan serta tumbuhan air.⁷

Pemilihan tanaman sebagai media pengolah limbah didasari oleh kemampuan tanaman tersebut hidup di daerah yang terkontaminasi serta kemampuan menyerap logam dan mineral yang tinggi atau sebagai fitoakumulator.⁴ Salah satu jenis tanaman yang cocok sebagai tanaman fitoakumulator adalah tanaman eceng gondok karena memiliki kemampuan menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baik serta dapat menyerap logam berat di air melalui akarnya.⁵

Berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya, maka dibuatlah pertanyaan penelitian yaitu "Berapa besar efektivitas fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok dengan variasi waktu kontak dan kerapatan tanaman untuk mengurangi kandungan logam berat kadmium dalam limbah cair pertanian?"

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan menggunakan eksperimen semu, dengan desain penelitian yang digunakan adalah *pretest – posttest design with Control Group*. Populasi pada penelitian ini adalah larutan pupuk TSP yang dibuat menggunakan air aquades sebanyak 180 liter dicampurkan dengan 1,193 kg pupuk TSP. Sampel dalam penelitian ini sebanyak 36 buah, yang terdiri dari 4 sampel pretest, 8 sampel kontrol dan 24 sampel perlakuan.

Perlakuan pada percobaan ini meliputi 2 faktor. Faktor pertama berupa waktu kontak tanaman dengan sampel, yaitu 3 hari dan 6 hari. Faktor kedua berupa kerapatan tanaman, yaitu 8 individu/m², 15 individu/m² dan 22 individu/m². Untuk menghitung kerapatan tanaman yang terdapat pada setiap perlakuan, maka dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Alat dan Bahan

Alat

Botol sampel 100 ml 36 buah, Termometer, Kertas pH, Bak Treatment 32 buah dengan jari-jari 21 cm, Drum plastik 200 L, Alat tulis, Timbangan dan Kertas label.

Bahan

Tanaman eceng gondok sebanyak 56 buah, pupuk TSP dan air aquades 180 L

Prosedur Penelitian

Proses penelitian dilakukan dengan tahap aklimatisasi tanaman

Perhitungan Luas permukaan bak

$$\frac{22 \times 21 \times 21}{7} = 1.386 \text{ cm}^2 = 0,1386 \text{ m}^2$$

Perhitungan Kerapatan tanaman

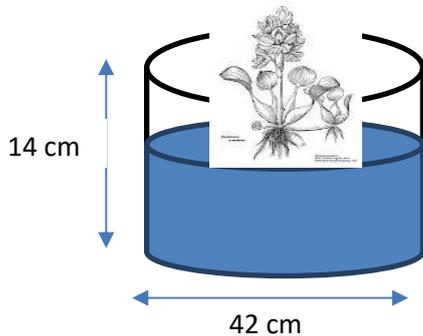
$$\frac{1 \text{ individu}}{0,1386 \text{ m}^2} = 7,215 \approx 8 \frac{\text{individu}}{\text{m}^2}$$

$$\frac{2 \text{ individu}}{0,1386 \text{ m}^2} = 14,43 \approx 15 \frac{\text{individu}}{\text{m}^2}$$

$$\frac{3 \text{ individu}}{0,1386 \text{ m}^2} = 21,64 \approx 22 \text{ individu/m}^2$$

eceng gondok selama 7 hari dengan air akuades. Pembuatan sampel, perlakuan, pengecekan suhu dan pH dilakukan di Kelurahan Timoho Kecamatan Tembalang, Semarang. Analisis kadar kadmium pada air dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Semarang.

Rancangan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Pemeriksaan Kadar Kadmium

Pemeriksaan dilakukan dengan metode AAS (*Atomis Absorbtion Spectrophotometry*) dengan merk PerkinElmer dengan tipe PinA Acle 900F. Untuk mengetahui efektivitas dari perlakuan dalam merubah kadar kadmium (Cd) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Ef = \frac{(Co - Ci)}{Co} \times 100\%$$

Keterangan :

Ef : Efektivitas penurunan parameter (%)

Co : Konsentrasi parameter saat masuk ke proses

Ci : Konsentrasi parameter saat keluar dari proses

Uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan uji deskriptif, uji normalitas, uji *friedmann*, dan uji lanjutan dengan menggunakan uji mann whitney dan uji *wilcoxon rank test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan Kadar Kadmium Sebelum dan Setelah Perlakuan Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok

1. Kadar Kadmium Sebelum dan

Pen gula nga n Ke-	Kadar Cd (mg/l)						
	Pret est	3 hari			6 hari		
		8 indiv idu/ m ²	15 indivi du/m ²	22 indivi du/m ²	8 indi vidu /m ²	15 individ u/m ²	22 indivi du/m ²
1	0,05 4	0,03 5	0,024	0,015	0,01 9	0,011	- 0,026
2	0,05 4	0,03 7	0,025	0,019	0,02 3	0,007	- 0,022
3	0,05 4	0,03 8	0,021	0,013	0,02 1	0,009	- 0,015
4	0,05 4	0,03 6	0,026	0,018	0,01 8	0,01	- 0,019
Rat a- rata	0,05 4	0,03 65	0,024	0,016 25	0,02 025	0,009 25	- 0,020 5
Mini mu m	0,05 4	0,03 5	0,021	0,013	0,01 8	0,007	- 0,015
Mak sim um	0,05 4	0,03 8	0,026	0,019	0,02 3	0,01	- 0,026

Setelah Perlakuan

Pada tabel 1 menunjukkan hasil kadar logam berat kadmium pada air larutan pupuk sebelum maupun setelah adanya perlakuan dengan fitoremediasi oleh tanaman eceng gondok. Penurunan kadar kadmium pada air irigasi melalui proses fitoremediasi dengan tanaman eceng gondok terjadi karena adanya proses penyerapan unsur kadmium oleh tanaman, terutama oleh akar pada saat tanaman melakukan proses fotosintesis. Untuk mencegah keracunan dari kontaminan, tanaman akan menimbun logam tersebut dalam organ tertentu, seperti akar. Selain itu, penyerapan yang terjadi pada tanaman eceng gondok dapat terjadi karena adanya proses Bergeraknya ion logam dari konsentrasi yang lebih tinggi ke

konsentrasi rendah dalam membran sel tanaman.⁶

Tanaman eceng gondok dapat menyerap logam berat lainnya karena eceng gondok memiliki akar yang merupakan tipe akar serabut yang lebat. Pada akar eceng gondok, terjadi suatu proses dimana mikroorganisme yang terdapat pada permukaan akar melakukan dekomposisi pada bahan-bahan organik dan partikel yang menempel pada akar. Sebelum terjadi proses dekomposisi, akar menyaring bahan-bahan organik maupun partikel dengan akar seperti bulu yang berbentuk seperti labirin-labirin lembut dan ringan dalam jumlah banyak sehingga memudahkan mikroorganisme untuk melakukan dekomposisi bahan-bahan tersebut.⁷

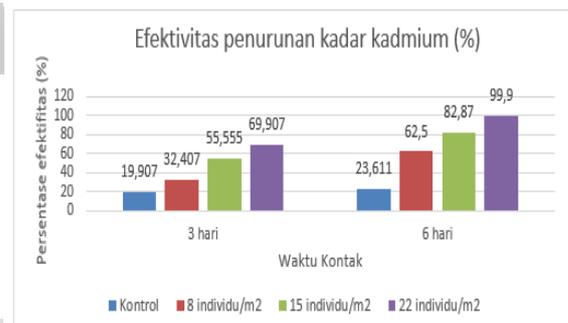
Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran pH dan suhu larutan sebelum maupun sesudah perlakuan. Pada pengujian pH, alat uji menunjukkan pH larutan diangka 7 untuk sebelum maupun setelah perlakuan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa larutan pupuk memiliki kadar pH yang normal jika dibandingkan dengan Peraturan Daerah Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 yaitu sebesar 6 - 9.⁸

Pada pengujian suhu, thermometer menunjukkan angka 28°C baik pada sebelum maupun setelah perlakuan. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 mengenai baku mutu kualitas air, kadar suhu yang diperoleh jika dibandingkan masih dalam keadaan normal yaitu dengan baku mutu sebesar 28 °C.⁹

2. Efektivitas Penurunan Kadar Kadmium Sebelum dan Setelah Perlakuan

Efektivitas penurunan kadar kadmium pada larutan pestisida dihitung dengan menggunakan data hasil penurunan kadar kadmium sebelum dan setelah dilakukan perlakuan dengan menggunakan fitoremediasi eceng gondok dengan variasi waktu kontak, yaitu 3 hari dan 6 hari dan kerapatan tanaman, yaitu 8 individu/m², 15 individu/m² dan 22 individu/m².

Gambar 1 Grafik Efektivitas Penurunan Kadar Kadmium



Bak perlakuan yang paling efektif adalah bak perlakuan 6 hari dengan 22 individu/m². Semakin tinggi kerapatan tanaman dan semakin lama waktu kontak maka semakin besar angka penurunan kadar kadmium. Hal ini disebabkan Kerapatan tanaman dapat mempengaruhi proses fitoremediasi karena akan mempengaruhi tanaman dalam memperoleh nutrisi. Kerapatan tanaman akan mempengaruhi pertumbuhan dan proses penguapan karena akan berpengaruh pada proses penguapan dan zat organik yang diserap. Kerapatan tanaman juga berpengaruh terhadap konsentrasi logam berat, karena jumlah akar yang lebih banyak akan berpengaruh terhadap proses rhizofiltrasi tanaman.

Selain itu, terlihat adanya pengaruh waktu kontak terhadap akumulasi logam kadmium dalam tanaman eceng gondok, yaitu pada hari ke 0 sampai hari ke-6 penyerapan logam kadmium semakin meningkat. Semakin lama kontak tanaman maka akan semakin meningkat penyerapan kontaminan dalam air sampel sampai batas titik jenuh tanaman melakukan proses penyerapan karena tanaman akan memiliki lebih banyak kesempatan untuk menyerap logam atau unsur yang terkandung dalam air irigasi.

Untuk mengetahui perbedaan kadar kadmium sebelum dan setelah interaksi antara variasi kerapatan tanaman dengan variasi waktu kontak terhadap kadar kadmium pada larutan pupuk, dilakukan uji *Friedmann* menggunakan aplikasi SPSS. Pada hasil uji, didapatkan hasil *p-value* = 0,000 ($p \leq 0,05$). Dapat disimpulkan bahwa ada beda antara perubahan kadar kadmium pada larutan pupuk sebelum dan setelah perlakuan dengan variasi kerapatan tanaman dengan variasi waktu kontak. Sedangkan pada uji lanjutan dengan *Wilcoxon Sign Ranks*, diperoleh ada perbedaan bermakna antara perubahan kadar kadmium pada larutan pupuk sebelum dan setelah perlakuan dengan variasi kerapatan tanaman dengan variasi waktu kontak. Secara keseluruhan, seluruh perlakuan dalam penelitian ini mengakibatkan penurunan kadar kadmium (Cd) pada larutan pupuk.

3. Implementasi Fitoremediasi di Lapangan

Pada penelitian ini, diketahui bahwa pada kerapatan tanaman eceng gondok 22 individu/m² dengan waktu kontak 6 hari mampu mengurangi kadar kadmium sebanyak 99,9% pada kadar kadmium 0,054 mg/l.

Dengan menggunakan rumus ekstrapolasi didapati bahwa dibutuhkan tanaman sebanyak 44 individu untuk mereduksi cemaran kadmium dengan waktu kontak 1 menit sehingga aman untuk dibuat ke badan air. Grafik ekstrapolasi dapat dilihat pada lampiran.

Aplikasi penggunaan fitoremediasi dapat dilakukan dengan membuat bak penampungan limbah sederhana. Bak ini kemudian ditanami dengan tanaman eceng gondok yang nantinya limbah irigasi akan dialirkan terlebih dahulu ke bak ini sebelum dibuang ke badan air. Perhitungan rencana bak perlakuan adalah sebagai berikut:

Debit air = 2,7 m³/menit
 Kadar Cd inlet = 0,028 mg/l
 Cd removal = 99,9%
 Waktu tinggal = 1 menit
 Dimensi bak = p x l x t
 Dengan asumsi = p = 3l
 Tinggi = 1 meter
 2,7 m³/menit x 1 menit = (3l x l) m x 0,5 m
 5,4 m³ = 3 l² m²
 1,34 meter = lebar
 Panjang = 3x lebar = 4,02 meter
 Ruang bebas = 0,3 m³
 Dimensi bak rancangan = 4,02 meter : 1,34 meter : 0,5 meter

Rangkaian pengolahan ini dapat juga ditambahkan dengan aerator agar dapat menghindari proses pengendapan maupun ditambahkan bak ekualisasi untuk mengendalikan fluktuasi aliran limbah irigasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kadar kadmium pada larutan pupuk setelah perlakuan yaitu pada kelompok kontrol dengan waktu kontak 3 hari sebesar 0,043 mg/l dan pada

waktu kontak 6 hari sebesar 0,0405 mg/l. perlakuan 8 individu/m² dengan waktu kontak 3 hari sebesar 0,0365 mg/l dan pada waktu kontak 6 hari adalah 0,02 mg/l. Pada perlakuan 15 individu/m² dengan waktu kontak 3 hari sebesar 0,024 mg/l dan pada waktu kontak 6 hari adalah 0,0092 mg/l, pada perlakuan 22 individu/m² dengan waktu kontak 3 hari menyisakan 0,0162 mg/l kadmium dan pada waktu kontak 6 hari sebesar <0,001 mg/l.

2. Penurunan kadar logam berat kadmium paling besar berdasarkan variasi kerapatan tanaman (8 individu/m², 15 individu/m² dan 22 individu/m²) dengan waktu kontak (3 dan 6 hari) terjadi pada kelompok perlakuan dengan kerapatan tanaman 22 individu/m² yaitu sebesar 99,9% (<0,001 mg/l).
3. Terdapat perbedaan bermakna antara kadar logam berat kadmium pada larutan pupuk di setiap variasi kelompok perlakuan dibandingkan dengan kadar logam berat kadmium sebelum perlakuan.

SARAN

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk penggunaan fitoremediasi tanaman eceng gondok dilapangan (khususnya lahan pertanian brebes) dalam menurunkan kadar kadmium pada sungai tanpa *retention time*.
- Perlu melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui titik jenuh fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok dengan cara yaitu

dengan merubah variasi luas permukaan yang digunakan maupun lama kontak.

DAFTAR PUSTAKA

1. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. 2001. 1-32 p.
2. Sutrisno, Kuntastyuti H. Pengelolaan Cemar Kadmium pada Lahan Pertanian di Indonesia. Bul Palawija. 2015;13(1):83-91.
3. Rahardjo N, Said NI, Dkk. Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri. Samarinda: P3TL-BPPT dan BAPEDALDA Samarinda; 2002. 700 p.
4. Hidayati N. Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator. Hayati J Biosci [Internet]. 2005;12(1):35-40. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1978-3019\(16\)30321-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1978-3019(16)30321-7)
5. Ratnani RD, Hartati I, Kurniasari L. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Untuk Menurunkan Kandungan COD (Chemical Oxygen Demand), pH, Bau, dan Warna pada Limbah Cair Tahu. Momentum. 2010;7(1):41-7.
6. Zumani D, Suryaman M, Sheli Mustikasari Dewi. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) Solms) untuk Fitoremediasi Kadmium (Cd) pada Air Tercemar. J Siliwangi. 2015;1(1):22-31.
7. Hartanti PI, Haji ATS, Wirosoedarmo R. Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*

-) terhadap Penurunan Logam Chromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit The Influence Of Plant Density Water Hyacinth (Eichornia Crassipes) Againsts Metal Loss Chromium In Tannery Waste Liquid. J Sumberd Alam dan Lingkungan. 2013;31-7.
8. Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah. 2012. 1-13 p.
 9. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah. 2014. 1-85 p.

