

FITODEGRADASI DENGAN TANAMAN PACING (*Speciosus Cheilocostus*) UNTUK MENURUNKAN KANDUNGAN Pb, Cd Dan Hg LIMBAH CAIR LABORATORIUM

Ni Nyoman Trisnawati¹, Ida Bagus Putra Manuaba^{1,2}, Iryanti Eka Suprihatin^{1,2}

¹ Program Magister Kimia Terapan, Program Pascasarjana, Universitas Udayana, Denpasar-Bali,
Indonesia

² Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Jimbaran-Badung, Bali,
Indonesia

Trisna68@gmail.com

ABSTRAK: UPT. Laboratorium Analitik Universitas Udayana menghasilkan limbah yang mengandung bahan-bahan kimia berbahaya. Sistem pengolahan air limbah yaitu fitodegradasi, menggunakan tanaman Pacing (*Cheilocostus speciosus*) telah dicoba untuk mengolah limbah cair laboratorium. Konstruksi unit pengolahan terdiri dari sebuah bak terbuat dari beton dengan media tanah berukuran 7 m x 1,2 m x 0,34 m yang ditumbuhi Pacing. Penelitian dilakukan selama dua minggu meliputi penelitian eksperimental, observasi *pre* dan *post* perlakuan. Efektivitas sistem fitoremediasi dalam menurunkan kandungan Hg adalah 100% pada hari ketiga, Cd sebesar 77,17 % dan Pb sebesar 9,50 % pada hari keempat. Kandungan Pb, Cd dan Hg berkurang secara signifikan setelah fitoremediasi.

Kata kunci : Fitodegradasi, efektivitas, Pacing (*Cheilocostus speciosus*)

ABSTRACT: UPT Analytical Laboratory of Udayana University produced liquid waste which contained dangerous chemicals such as : lead (Pb), Cadmium (Cd), and Mercury (Hg). Processing system of liquid waste using phytodegradation of pacing plant (*Cheilocostus speciosus*) has been studied to reduce the concentrations of heavy metals of laboratory liquid waste. The construction of the processing unit consisted of concrete tank filled with soil media grown over with pacing plant. The size of the tank was; 7 meters in length, 1.2 meters in width and 0.35 meters in depth. The duration of the experiment was 2 weeks, by observation of pre and post treatment to record the effectiveness of the pacing plants in reducing the concentrations of Pb, Cd and Hg in liquid waste. The results showed the effectiveness of the system in reducing the concentration of Pb, Cd and Hg were 9,50 %; 77,17 % and 100 % respectively. The concentration of Pb, Cd and Hg decreased significantly after treatment.

Keywords: Phytodegradation. Effectiveness. Pacing plant (*Cheilocostus speciosus*)

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini, proses pengolahan limbah terutama limbah cair sering mengaplikasikan sifat-sifat alami proses naturalisasi limbah (*self purification*). Salah satu cara yang sering digunakan adalah fitoremediasi. Cara ini dicoba untuk

diaplikasikan dalam penanganan limbah cair Unit Pelayanan Teknis (UPT) Laboratorium Analitik Universitas Udayana. Kegiatan utama yang dilakukan di laboratorium adalah praktikum, praktek kerja lapangan, penelitian bagi siswa SMA, mahasiswa dan

dosen baik dari lingkungan Universitas dari luar Universitas Udayana

Limbah cair UPT. Laboratorium Analitik Universitas Udayana mengandung berbagai macam zat kimia termasuk logam berat Pb sebesar 2,58 mg/L, Cd sebesar 1,16 mg/L, dan Hg sebesar 0,21 mg/L. Konsentrasi logam berat tersebut melebihi ambang batas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, Lampiran XLVII Golongan I, kandungan logam Pb adalah 0,1 mg/L; Cd adalah 0,05 mg/L dan Hg adalah 0,002 mg/L. Sementara ini UPT. Laboratorium Analitik belum memiliki sistem pengolahan limbah. Limbah cair tersebut hanya ditampung dalam kolam penampungan limbah terbuka dan sebagian dibuang ke tanah. Oleh karena itu penulis memandang sangat penting melakukan pengolahan agar konsentrasinya tidak melebihi ambang batas baku mutu kualitas air limbah. Limbah cair tersebut akan aman dibuang langsung ke lingkungan, atau bisa dimanfaatkan untuk kegiatan peternakan dan mengairi pertanian. Selain itu pengolahan limbah laboratorium merupakan syarat laboratorium untuk menuju laboratorium terakreditasi ISO/IEC 17025 yang sedang dilaksanakan oleh UPT. Laboratorium Analitik Universitas Udayana.

Salah satu sistem pengolahan limbah cair yang dapat mengurangi logam berat, relatif murah dan ramah lingkungan serta tidak memanfaatkan bahan kimia, yang dapat diaplikasikan pada limbah cair UPT. Laboratorium Analitik Universitas Udayana adalah sistem fitodegradasi. Sistem ini bekerja berdasarkan kemampuan tanaman menyerap kontaminan dari tanah melalui akar kemudian mengangkutnya ke daun melalui batang [2]. Fitodegradasi telah dimanfaatkan untuk mengolah berbagai macam limbah yang mengandung bahan bakar minyak [3], rumput laut [4], dan limbah rumah sakit [5].

Salah satu tanaman yang dapat dipergunakan untuk fitoremediasi adalah

Udayana maupun tanaman dari suku *Costaceae* yaitu tanaman Pacing (*Cheilocostus speciosus*). Tanaman Pacing memiliki perakaran serabut sangat banyak, kuat dan menyebar di dalam tanah sehingga hal ini dapat membantu untuk menciptakan *rizosfer* akar untuk pertumbuhan mikroba perombak maupun sebagai penyerap.

2. PERCOBAAN

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan: limbah cair laboratorium, tanah, tanaman Pacing, Hi-pure water, H₂SO₄ pekat, HNO₃ pekat, standar multi elemen 1000 mg/L, HgCl₂ dan gas argon.

Alat: Seperangkat alat gelas, seperangkat alat ICPE- 9000 *Shimadzu*, sebuah bak terbuat dari beton berukuran panjang 7 m lebar 1,20 m dan kedalaman 0,34 m.

2.2 Metode

Rancangan penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, observasi *pre* dan *post* perlakuan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas tanaman pacing (*Cheilocostus speciosus*) dalam menurunkan konsentrasilogam Pb, Cd dan Hg pada limbah cair UPT. Laboratorium Analitik Universitas Udayana melalui mekanisme fitoremediasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg tanah sebelum perlakuan

Analisis kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg tanah dilakukan untuk mengetahui kondisi awal, sebelum perlakuan. Rerata konsentrasi logam berat Pb, Cd dan Hg pada tanah awal berturut-turut adalah : 39,907; 11,652 ; dan 4,357 mg/Kg. Hal ini menunjukkan bahwa tanah sudah mengakumulasi logam ke dalam tanah terakumulasi di dalam tanah dan dapat menyebabkan kerusakan tanah.

3.2 Konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg sebelum fitoremediasi

Tabel 3.1 menunjukkan konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg mengalami peningkatan dari hari pertama sampai hari keenam, pada sampel tanah yang dialiri limbah cair dalam sistem pengolahan. Terjadi pengendapan logam berat pada

media tanah karena limbah cair yang masuk

3.3 Konsentrasi logam Pb, Cd, dan Hg setelah fitoremediasi

Hasil analisis sampel limbah cair dan tanah setelah proses fitoremediasi menggunakan tanaman Pacing (*Cheilocostus speciosus*) selama lima hari kerja disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Konsentrasi Logam Pb, Cd dan Hg pada Tanah Setelah Dialiri Limbah Cair Sebelum Fitoremediasi

Hari ke ---	Pb		Cd		Hg	
	Limbah Cair (mg/L)	Tanah (mg/Kg)	Limbah Cair (mg/L)	Tanah (mg/Kg)	Limbah Cair (mg/L)	Tanah (mg/Kg)
0	-	39,907	-	11,652	-	4,357
1	2,72	43,015	1,48	13,138	0,33	4,708
2	3,26	45,803	1,66	14,899	0,32	5,467
3	3,08	49,181	0,26	15,166	0,39	6,236
4	3,83	53,831	2,87	18,258	0,43	7,023
5	1,78	56,302	3,90	22,213	0,31	7,357

Tabel 3.2 Konsentrasi Logam Pb, Cd, Hg pada Sampel Tanah dan Limbah Cair Setelah Fitoremediasi

Hari ke ---	Pb		Cd		Hg	
	Limbah Cair (mg/L)	Tanah (mg/Kg)	Limbah Cair (mg/L)	Tanah (mg/Kg)	Limbah Cair (mg/L)	Tanah (mg/Kg)
0		56,302		22,213		7,357
1	3,56	59,325	0,35	18,442	0,33	6,474
2	1,97	54,927	1,21	10,082	0,28	4,585
3	0,81	51,294	0,29	4,389	0,20	-
4	0,78	46,419	3,33	1,002	0,17	-
5	0,65	45,689	3,61	0,477	0,11	-

Keterangan (-) : di bawah limit deteksi alat (< 0,001)

Data hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg pada sampel tanah setelah proses fitoremediasi. Penurunan konsentrasi logam pada sampel tanah, dikarenakan logam tersebut diserap oleh tanaman melalui akar, kemudian disimpan dalam akar, umbi, batang dan daun tanaman. Penurunan juga

dapat disebabkan oleh menguapnya logam yang kurang berbahaya melalui proses transpirasi oleh daun. Tabel 3.2, menunjukkan penurunan konsentrasi logam tertinggi pada hari keempat untuk logam Pb dan Hg, dan hari ketiga untuk logam Hg. Logam berat dalam media tanah dengan cepat diserap oleh tanaman. Mekanisme

penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tanaman dapat dibagi menjadi tiga proses yang berkesinambungan [6]. yaitu :

1. Penyerapan oleh akar. Agar tanaman dapat menyerap logam, maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (*rizosfer*). Senyawa-senyawa yang larut dalam air biasanya diambil oleh akar bersama air, sedangkan senyawa-senyawa hidrofobik diserap oleh permukaan akar.
2. Translokasi logam dari akar ke bagian tanaman lain. Setelah logam menembus endodermis akar, logam atau senyawa asing lain mengikuti aliran translokasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (*xylem dan floem*) ke bagian tanaman lainnya.
3. Lokalisasi logam pada sel dan jaringan. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar logam tidak menghambat metabolisme tanaman.

Keberadaan bahan organik dan anorganik dalam tanah mendukung pertumbuhan mikroba di sekitar akar yang kemudian bekerja sama dengan akar menyerap logam ke dalam tanaman. Akar menghasilkan eksudat yang berguna bagi mikroba, dan mikroba mampu memecah

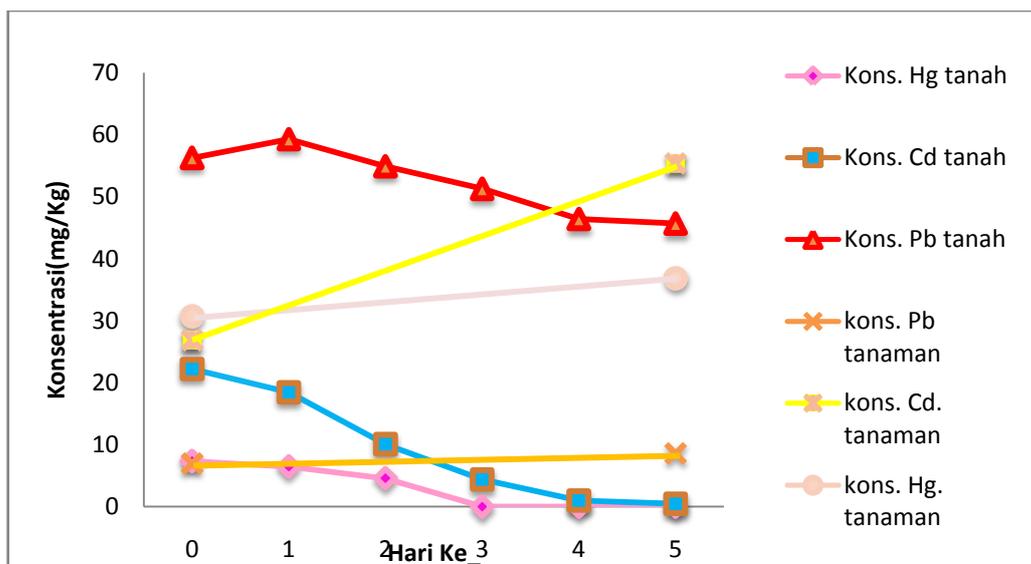
molekul kompleks menjadi lebih sederhana kemudian diserap oleh akar [7].

3.4 Penyerapan logam Pb, Cd, dan Hg oleh tanaman

Analisis logam berat Pb, Cd, dan Hg pada tanaman dilakukan sebelum dan setelah fitoremediasi, dengan tujuan untuk mengetahui nilai perubahan dan efektivitas sistem fitoremediasi dalam menurunkan kandungan logam berat. Tabel 3.3 menunjukkan. Konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg tanaman Pacing mengalami peningkatan setelah proses fitoremediasi. Hal ini menandakan adanya penyerapan logam oleh tanaman selama proses fitoremediasi berjalan. Seiring dengan peningkatan konsentrasi logam pada tanaman, terjadi pula penurunan konsentrasi logam pada tanah dalam sistem fitoremediasi (Gambar 3.1). Pada proses fitoremediasi terjadi penyerapan logam Cd sebesar 28,652 mg/kg, Hg sebesar 6,116 mg/kg dan Pb sebesar 1,433 mg/Kg. Rendahnya logam Pb terserap oleh tanaman disebabkan mobilitas timbal (Pb) yang rendah didalam tanah sehingga fitoekstraksi timbal (Pb) sangat terbatas.

Tabel 3.3 Konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg pada tanaman

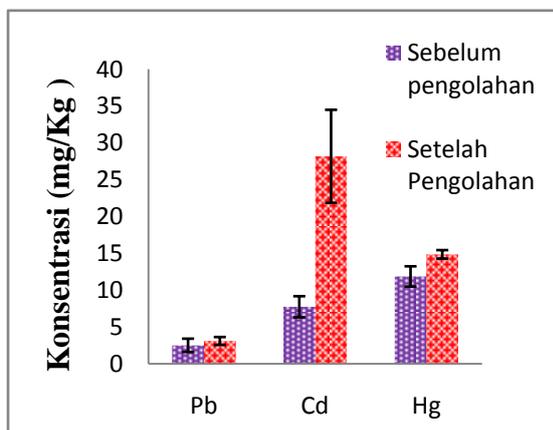
No.	Logam	Sebelum (mg/Kg)	Setelah fitoremediasi (mg/Kg)
1	Pb	6,968	8,598
2	Cd	26,873	55,385
3	Hg	30,732	36,871



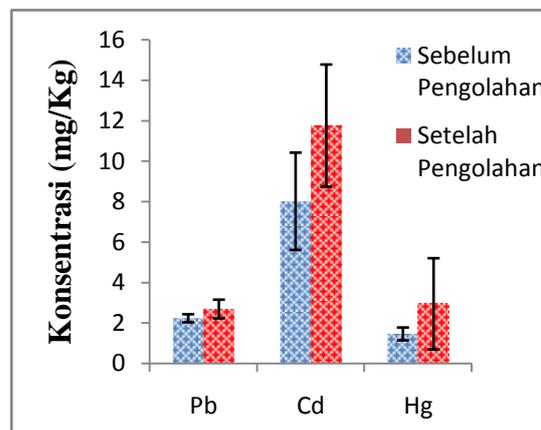
Gambar 3.1 Penurunan konsentrasi Pb, Cd Hg tanah dan peningkatan konsentrasi Pb, Cd, Hg tanaman

Gambar 3.1 menunjukkan penurunan logam Hg yang paling optimal terjadi pada hari ketiga, sedangkan penurunan logam Pb dan Cd terjadi pada hari keempat. Penurunan kandungan logam pada tanah, disebabkan karena adanya penyerapan oleh akar tanaman, terakumulasi dalam tanaman, dan menga-

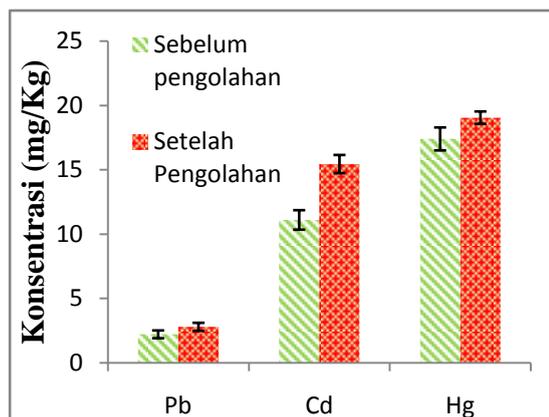
lami penguapan dalam proses transpirasi oleh tanaman. Gambar 3.2, 3.3 dan 3.4 menunjukkan penyerapan logam oleh tanaman dilihat dari rerata konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg pada daun, akar, dan umbi tanaman sebelum dan sesudah Fitoremediasi.



Gambar 3.2 Rerata konsentrasi Pb, Cd dan Hg pada daun tanaman Pacing



Gambar 3.3 Rerata konsentrasi Pb, Cd, dan Hg pada akar tanaman Pacing



Gambar 3.4 Rerata konsentrasi Pb, Cd, dan Hg pada umbi tanaman Pacing

3.4 Efektivitas

Efektivitas sistem fitoremediasi dihitung dengan rumus % efektivitas sebagai berikut [8].

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(A - B)}{A} \times 100\%$$

dimana : A = kadar parameter awal
B = kadar parameter akhir

Efektivitas tertinggi dari sistem fitoremediasi dalam menurunkan konsentrasi logam berat Pb, Cd dan Hg adalah : 9,50 %; 77,17 % dan 100 %..

4. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan penelitian diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pengolahan limbah laboratorium dengan sistem fitoremediasi menggunakan tanaman Pacing (*Cheilocostus speciosus*) mampu menurunkan konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg pada tanah.
2. Prosentase efektivitas tertinggi dari sistem fitoremediasi dalam menurunkan konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg adalah sebagai berikut: 9,50 %; 77,17 % dan 100%.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih

kepada ; Dr. Drs. Manuntun Manurung, M.S; dan Dr. Dra. Ni Made, Suaniti Msi., Dra. Ni Made Puspawati, M. Phil., Ph. D. atas, masukan, dan ide yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup. 2010. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 TAHUN 2009 Tentang Laboratorium Lingkungan Hidup*. Jakarta Timur.
- [2] Suryati, T. dan Priyanto, B.2003. Eliminasi logam Berat Kadmium Dalam Air Limbah Menggunakan Tanaman Air. *Jurnal Teknik Lingkungan P3TL-BPPT*.4(3)
- [3] Suyasa, I W.B., Suprihatin, I.E., dan Sugianthi, I.G.Kd. R., 2012, "Pengolahan Air Limbah Pembangkit Listrik PT. Indonesia Power dengan Metoda Flotasi dan Biofiltrasi Saringan Pasir Tanaman", *Jurnal Kimia* Vol.6(1)
- [4] Sandika, I M.G.Sudyadnyana., Suyasa, I W.B. dan Suprihatin, I.E., 2012. Pengolahan Limbah Pencucian Rumput Laut untuk Menurunkan BOD dengan Sistem Biofiltrasi Ekosistem (SBE). *Jurnal Kimia*. Vol.6(2):
- [5] Suprihatin, I.E., Suyasa, I W.B., dan Laksmiwati, A.A.I.A.M., 2015. Penurunan Kandungan Ammonia Limbah Cair Rumah Sakit Dengan Trikling Filter dan Lahan Basah. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. 2015. Denpasar. 20-30 Oktober 2015
- [6] Priyatno, B. dan Prayitno, J. 2012. Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat (online) Available at : [http:// l1l. bppt. tripod.com/sublab/flora1.htm](http://l1l.bppt.tripod.com/sublab/flora1.htm). Diakses tanggal 9 Juni 2015.
- [7] Dzantor, E. K.,(2007). Phytoremediation: the state of rhizosphere engineering for accelerated rhizo-

degradation of xenobiotic contaminants., Journal of Chemical Technology and Biotechnology.

- [8] Arikunto, S.2006. *Prosedur Penelitian suatu Pendekatan Praktis*. Edisi Revisi VI Rineka Cipta. Jakarta