

## Effect of pH on Biosorption Ion Cd(II) in Solutions using Lengkuas Merah (*Alpinia Galanga*)

Ahmad Faris Fauzi, and Lisa Utami\*

Jurusan Pendidikan Kimia, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru

Jl. HR. Soebrantas No. 155 KM. 18, Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

\*E-mail : l154\_lazoelva@yahoo.com

### ABSTRACT

The biosorption characteristic of Cd(II) ions from aqueous solution using Lengkuas Merah (*Alpinia Galanga*) were investigated as a function of pH. The maximum biosorption capacity of a Lengkuas Merah (*Alpinia Galanga*) for Cd(II) was found to be 18,37 mg/L and 91,85% at optimum pH was 10. At pH 2 to 10 the biosorption of Cd ions tends to increase. The result showed that the lengkuas merah can be evaluated as an alternative biosorbent to treatment waste water containing Cd(II). A Lengkuas Merah is low cost and has considerable high biosorption capacity.

**Keywords:** Biosorption; lengkuas Merah; Cd (II)

### I. Pendahuluan

Munculnya logam berat yang mencemari ekosistem air yang berasal dari pembuangan aliran limbah berbagai industri sangat berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan. Logam berat tidak dapat terurai dan bersifat racun bagi organisme air, logam ini juga dapat terakumulasi dalam rantai makanan. Oleh karena itu, penghilangan logam berat dalam air dan limbah cair sangat penting dilakukan. Kadmium adalah polutan yang berasal dari industri penyepuhan, metalurgi, penambangan, keramik dan operasi industri lainnya. Keracunan kadmium dapat menyebabkan berbagai macam sindrom dan efek seperti hipertensi, gagal ginjal, kerusakan paru-paru, radang hati dan cacat pada janin.<sup>1</sup>

Metoda yang paling umum digunakan untuk memisahkan logam-logam berat dari limbah cair adalah pengendapan secara kimia yaitu dengan menambahkan bahan kimia yang dapat mengendapkan logam berat sebagai hidroksidanya, pertukaran ion, adsorpsi, teknologi membran,

osmosis terbalik, proses elektrokimia dan ekstraksi pelarut. Metoda pengendapan dapat memisahkan logam berat dalam jumlah yang relatif besar, tetapi dinilai belum efektif dan tidak ekonomis karena membutuhkan biaya yang tinggi. Teknik alternatif yang banyak dikembangkan untuk memisahkan ion-ion logam berat dari limbah cair adalah dengan memanfaatkan biomaterial tumbuhan seperti kulit kacang polong, kulit jeruk, bubuk tempurung kelapa dan dedak padi yang telah diteliti kemampuannya sebagai adsorben ion-ion logam berat dan radionuklida terlarut dari limbah cair.<sup>2</sup>

Metode adsorpsi menggunakan biomassa disebut juga biosorpsi, yaitu menggunakan adsorben dari biomassa sebagai penyerap ion logam yang terkandung dalam limbah sehingga kandungan ion logam dalam air limbah menjadi turun. Proses biosorpsi didasarkan pada interaksi ion logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben, melalui interaksi pembentukan kompleks dan biasanya

terjadi pada permukaan padatan yang kaya gugus fungsional seperti  $-OH$ ,  $-SH$ ,  $-NH_2$ ,  $-COOH$ .<sup>3</sup> Keuntungan menerapkan metode biosorpsi untuk penanganan limbah logam berat adalah pengolahan yang sederhana dan efisiensi tinggi.<sup>4</sup>

Sejak dahulu, tanaman Indonesia telah menjadi bahan penelitian dan kajian mendalam oleh pakar dunia. Salah satu bentuk kekayaan produk hayati Indonesia yang terkenal adalah rempah-rempah. Lengkuas yang merupakan anggota famili *Zingiberaceae* adalah salah satu jenis rempah-rempah yang ada di Indonesia. Adapun untuk pemanfaatan lengkuas, sampai saat ini hanya terdapat pada bagian umbi, bunga dan daun saja. Pada umumnya bagian-bagian lengkuas tersebut digunakan sebagai salah satu bahan obat-obatan dan masakan. Di Indonesia ketika masa pemanenan lengkuas dilakukan, bagian dari batang lengkuas sering kali dibuang begitu saja tanpa dimanfaatkan terlebih dahulu.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dijelaskan bahwa daun dan batang lengkuas putih dapat dijadikan sebagai biosorben terhadap logam berat timbal (Pb) dan logam berat zinc (Zn).<sup>5</sup> Sedangkan pemanfaatan untuk batang lengkuas merah yang memiliki hubungan keluarga dengan lengkuas putih sebagai biosorben sampai saat ini belum dilakukan. Potensi batang lengkuas putih yang telah dijadikan biosorben seharusnya dapat juga digunakan dengan menggunakan batang lengkuas merah. Sehingga, selain membantu mengurangi hasil pembuangan limbah pertanian yang dihasilkan, juga dapat menaikkan nilai ekonomis dari pemanfaatan limbah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik biosorpsi khususnya pengaruh pH terhadap biosorpsi ion Cd(II) dalam larutan menggunakan batang lengkuas merah (*Alpinia Galanga*).

## II. Metodologi Penelitian

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter, FTIR, beaker glass volume 2 liter, botol sampel, grinder, saringan 150 mesh, gelas ukur, labu ukur, corong, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), neraca analitik, desikator, Stopwatch, botol plastik, oven, pipet volume, kertas saring, gunting, plastik penutup botol sampel, kertas label dan labu ukur. Sedangkan bahan-bahan yang

digunakan dalam penelitian ini adalah batang lengkuas merah,  $Cd(NO_3)_2$ , Larutan NaOH 0,05 M, Larutan  $HNO_3$  0,05 M dan 1 M, aquades, larutan standar kadmium murni 20 mg/L.

### 2.2 Prosedur Kerja

Batang lengkuas merah yang digunakan sebagai biosorben didapatkan di daerah sungai mandau, Kabupaten Siak Riau. Batang lengkuas merah yang didapatkan kemudian dicuci dan dibilas dengan aquades bebas ion, setelah bersih kemudian dipotong-potong menjadi bagian yang lebih kecil dikeringkan dibawah sinar matahari. Batang lengkuas merah yang telah kering direndam dengan larutan asam nitrat 0,1 M selama satu jam kemudian dicuci dan dibilas dengan aquades sampai air hasil pencucian kembali netral, kemudian keringkan kembali dengan cara yang sama, kemudian sampel dihaluskan sampai berukuran 150  $\mu m$  kemudian disimpan dalam desikator dan siap digunakan sebagai biosorben. Analisis gugus fungsional dalam batang lengkuas merah dilakukan dengan FTIR sedangkan kemampuan biosorpsi batang lengkuas merah dilihat dengan menggunakan AAS.

#### 2.2.1 Pengaruh pH Terhadap Penyerapan Ion Logam Cd

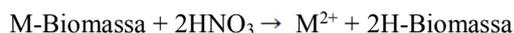
Sebanyak 0,1 g batang lengkuas merah yang telah dihaluskan ditambahkan ke dalam 25 ml larutan ion logam  $Cd^{2+}$  dengan konsentrasi 20 mg/L dengan variasi pH 2, 4, 6, 8 dan 10 dalam tabung erlenmeyer 100 ml. pH diatur dengan menggunakan  $HNO_3$  0,05 M atau NaOH 0,05 M. Kemudian dilakukan pengadukan selama 60 menit dengan kecepatan 100 rpm. Larutan di dekantasi kemudian disaring dengan kertas saring dan filtrat di kirim ke labor untuk diuji dengan AAS. Setiap percobaan dilakukan pengulangan sebanyak dua kali.

## III. Hasil dan Diskusi

### 3.1 Pembuatan Biosorben dari Batang Lengkuas Merah

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah batang lengkuas merah menjadi biosorben dengan langkah awal memotong limbah batang lengkuas menjadi bagian yang lebih kecil. Tahap selanjutnya dilakukan pengeringan terhadap batang

lengkuas merah dan dilanjutkan dengan merendam batang lengkuas merah tersebut kedalam asam nitrat. Tujuan dilakukannya perendaman adalah untuk mengurangi pengotor-pengotor atau kandungan logam yang masih terikat pada dinding sel batang lengkuas merah melalui pertukaran ion. Setelah direndam dengan asam nitrat, batang lengkuas merah dicuci kembali menggunakan aquades hingga pH air cucian mendekati netral. Reaksi pelepasan ion logam adalah sebagai berikut<sup>6</sup>:



Setelah batang lengkuas merah direndam dengan asam nitrat dan dicuci dengan aquades, kemudian batang lengkuas merah di keringkan kembali dibawah sinar matahari hingga kadar air yang ada pada batang lengkuas merah berkurang.



Gambar 1. Batang lengkuas merah

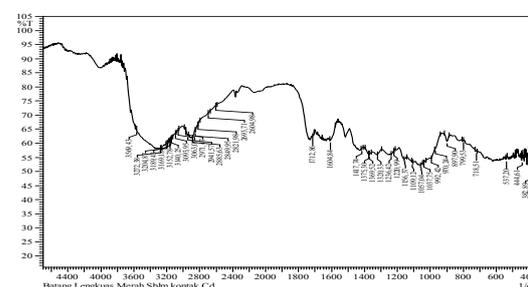


Gambar 2. Biosorben Lengkuas Merah

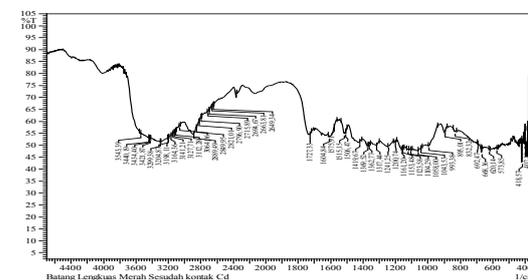
Sebelum dikontakan dengan limbah logam kadmium, biosorben terlebih dahulu dihaluskan dengan menggunakan alat penghalus (*grinder*) sehingga didapatkan ukuran biosorben yang lebih kecil yaitu 150 *mesh*. Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi antara biosorben dengan limbah logam kadmium yang diserap adalah ukuran partikel. Semakin kecil ukuran partikel biosorben maka akan semakin luas bidang kontak sehingga terserapnya limbah kadmium akan semakin banyak terjadi. Hasil yang kurang lebih sama diperoleh bahwa efektifitas karbon aktif ukuran 140 *mesh* lebih tinggi dibandingkan dengan karbon aktif ukuran 50 dan 100 *mesh*. Hal ini dikarenakan karbon aktif ukuran 140 *mesh* memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan ukuran 50 *mesh* dan 100 *mesh*.<sup>7</sup>

### 3.2 Hasil Analisis FTIR

Analisis spektrofotometer FTIR bertujuan untuk identifikasi gugus fungsi dan melihat pergeseran daerah serapan IR sebelum dan sesudah pengontakan dengan limbah logam kadmium. Sampel diidentifikasi pada interval bilangan gelombang 400-4400  $\text{cm}^{-1}$ . Selanjutnya perlakuan ini akan memberikan informasi mengenai mekanisme ikatan dan gugus fungsi yang mungkin terlibat berinteraksi dengan ion logam. Analisis FTIR ini dilakukan dengan melihat adanya perubahan dari spektrum IR sebelum dan sesudah biosorpsi ion logam Cd (II) oleh batang lengkuas merah.



Gambar 3 Spektrum FTIR dari Batang Lengkuas Merah Sebelum dikontakan dengan Logam



Gambar 4 Spektrum FTIR dari Batang Lengkuas Merah Sesudah dikontakan dengan Logam

Berdasarkan spektrum FTIR biosorben sebelum dikontakan dengan logam Cd (II) (Gambar 3) tampak serapan disekitar bilangan gelombang 3569, 43  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan serapan dari gugus alkohol. Adanya serapan disekitar bilangan gelombang 3140,25  $\text{cm}^{-1}$  merupakan serapan vibrasi ulur dari gugus N-H amida. Pita serapan disekitar bilangan gelombang 2885,63  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya serapan dari gugus C-H aldehyd dan serapan disekitar bilangan gelombang 2604,98  $\text{cm}^{-1}$ , serapan ini menunjukkan adanya serapan dari gugus fungsi OH- dari asam

karboksilat. Adanya pita serapan disekitar bilangan gelombang 1712,86  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya serapan dari gugus C=O karbonil. Adanya serapan di sekitar bilangan gelombang 1575, 91  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya serapan gugus fungsi C=C aromatik. Sedangkan pita serapan disekitar bilangan gelombang 1515,15  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya serapan dari gugus fungsi  $\text{NO}_2$  nitro.

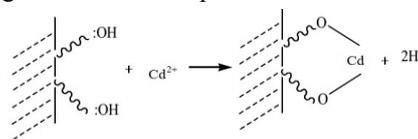
Berdasarkan spektrum FTIR dari biosorben batang lengkuas merah setelah berinteraksi dengan Cd (II) (Gambar 4), terlihat adanya pergeseran-pergeseran bilangan gelombang yang dapat disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spektrum FTIR Sebelum dan Sesudah Biosorpsi dengan Ion Logam

No	Sebelum Menyerap	Sesudah Menyerap	Keterangan
1	3569,43 $\text{cm}^{-1}$	3543,39 $\text{cm}^{-1}$	OH dari alkohol
2	2604,98 $\text{cm}^{-1}$	2649,34 $\text{cm}^{-1}$	OH dari asam karboksilat
3	3140,25 $\text{cm}^{-1}$	3141,21 $\text{cm}^{-1}$	N-H
4	1057,04 $\text{cm}^{-1}$	1058,00 $\text{cm}^{-1}$	C-O Ester
5	2885,63 $\text{cm}^{-1}$	2889,49 $\text{cm}^{-1}$	C-H aldehyd
6	1037,75 $\text{cm}^{-1}$	1043,53 $\text{cm}^{-1}$	C-O eter
7	1604,84 $\text{cm}^{-1}$	1604,84 $\text{cm}^{-1}$	C=C alkena
8		1575, 91 $\text{cm}^{-1}$	C=C aromatik
9	1712,86 $\text{cm}^{-1}$	1727,33 $\text{cm}^{-1}$	C=O
10		1515,15 $\text{cm}^{-1}$	R- $\text{NO}_2$ nitro

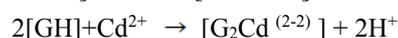
Gugus fungsi yang mengalami pergeseran bilangan gelombang tersebut diasumsikan sebagai gugus-gugus fungsi yang kemungkinan berperan dalam proses adsorpsi. Hasil spektra adsorben setelah adsorpsi menunjukkan adanya serapan pada 3569,43 $\text{cm}^{-1}$ . Ini memperlihatkan bahwa adanya pergeseran daerah IR sebelum dan sesudah

adsorpsi. Hal ini diasumsikan telah terjadi pengikatan Cd (II) oleh -OH selama proses adsorpsi. Berdasarkan data tersebut dapat diasumsikan bahwa proses adsorpsi Cd (II) mengikuti mekanisme pertukaran ion.



**Gambar 5** Mekanisme Pertukaran Ion

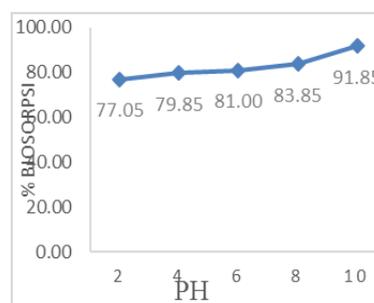
Hasil ini memperlihatkan bahwa ikatan yang terjadi antara gugus aktif pada molekul organik dengan ion logam Cd (II) merupakan perilaku interaksi asam-basa lewis yang menghasilkan ikatan kompleks pada permukaan adsorben.



Interaksi antara gugus -OH dengan ion logam juga dapat terjadi dengan mekanisme pembentukan kompleks koordinasi karena atom oksigen (O) pada gugus -OH mempunyai elektron bebas. Sedangkan ion logam mempunyai orbital d yang kosong. Pasangan elektron bebas tersebut akan mengisi orbital yang dipunyai ion logam dan akhirnya terbentuk senyawa atau ion kompleks.<sup>8</sup>

### 3.3 Hasil Adsorpsi Ion Logam Cd (II) oleh Biosorben Pada Variasi pH

Proses adsorpsi dilakukan pada variasi pH bertujuan untuk mengetahui pH optimum biosorben dalam menyerap ion logam Cd (II). Kemampuan biosorben dalam menurunkan kadar logam dapat dilihat pada kurva pengaruh pH terhadap % biosorpsi yang terlihat pada gambar 6.



**Gambar 6** Kurva Pengaruh pH terhadap % Biosorpsi Cd (II) Menggunakan Batang Lengkuas Merah

Tingkat keasaman atau pH berpengaruh besar terhadap adsorpsi. Keadaan pH larutan mempengaruhi muatan pada permukaan adsorben, demikian halnya perubahan pH dapat mempengaruhi proses adsorpsi gugus fungsi pada permukaan adsorben. Variabel pH larutan merupakan hal penting dalam adsorpsi ion logam karena ion hidrogen merupakan ion yang berkompetisi kuat dengan ion logam. Untuk mengetahui pengaruh pH pada proses adsorpsi, perlakuan dilakukan pada nilai pH yang berbeda-beda. Kondisi pH optimum ditentukan berdasarkan jumlah adsorpsi tertinggi biosorben batang lengkuas merah terhadap ion logam kadmium.

**Tabel 2** Data Adsorpsi Variasi pH

pH	Ce (mg/l)	C teradsorpsi (mg/L)	Qe (mg/ L)	% Biosorpsi
2	20	15,41	4,59	77,05%
4	20	15,97	4,03	79,85%
6	20	16,2	3,80	81%
8	20	16,77	3,23	83,85%
10	20	18,37	1,63	91,85%

Tabel 2 menunjukkan pengaruh pH terhadap jumlah ion Cd (II) yang diadsorpsi. pH optimum adsorpsi ion Cd (II) oleh biosorben batang lengkuas merah adalah 10 dengan jumlah ion yang diadsorpsi adalah 18,37 mg/L dan persentase 91,85%. Pada tabel 2 memperlihatkan bahwa pada pH 2 sampai 10, adsorpsi ion Cd (II) cenderung meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa biosorben batang lengkuas merah mengadsorpsi ion logam pada pH lebih basa. Muatan negatif pada permukaan biosorben paling besar terjadi pada pH 10, sehingga ion positif logam lebih banyak terikat. Sedangkan pada pH 2, ion logam yang terikat lebih kecil karena permukaan adsorben cenderung terprotonasi atau lebih positif sehingga penolakan biosorben terhadap ion logam berat terjadi lebih cepat.

Rendahnya serapan ion Cd (II) pada pH yang lebih asam diakibatkan karena asam amino terprotonasi, dimana atom H<sup>+</sup> dari gugus karboksil akan berikatan dengan gugus amino membentuk NH<sub>3</sub><sup>+</sup>, sedangkan pada selulosa dengan bertambahnya ion H<sup>+</sup> maka, ion H<sup>+</sup> tersebut akan

berikatan dengan gugus hidroskil pada selulosa membentuk OH<sub>2</sub><sup>+</sup>. Pada pH rendah dalam larutan, konsentrasi ion H<sup>+</sup> lebih banyak sehingga akan terjadi kompetisi ion-ion logam Cd (II) untuk berikatan dengan atom N dari gugus amino dan atom O dari gugus hidroksil selulosa yang merupakan tempat utama ikatan logam dengan biomassa. Terbentuknya gugus NH<sub>3</sub><sup>+</sup> dan gugus OH<sub>2</sub> menyebabkan terjadinya gaya tolak antar sisi aktif dari asam amino dan selulosa yang bermuatan positif dengan ion Cd (II) yang juga bermuatan positif.<sup>9</sup>

Sedangkan peningkatan serapan Cd (II) pada pH yang lebih tinggi atau pada pH optimum disebabkan karena sisi aktif dari penyusun protein dan selulosa dalam biomassa muatannya cenderung berubah menjadi negatif, sehingga ion logam dapat berikatan dengan gugus-gugus aktif yang ada di dalam biomassa. Untuk berikatan, ion logam akan menggantikan kedudukan atom H pada gugus hidroksil selulosa dan gugus karboksil serta gugus amina pada protein membentuk ikatan koordinasi sehingga ion Cd (II) yang bermuatan positif dapat terjadi, sehingga terjadi penyerapan secara maksimal.

Hasil yang kurang lebih sama diperoleh dari hasil penelitian penyerapan optimum ion Zn (II) dengan menggunakan batang dan daun lengkuas putih dengan variasi pH 2 sampai dengan 7 dimana penyerapan optimum ion logam terjadi pada pH 7.

#### IV. Kesimpulan

pH optimum adsorpsi ion Cd (II) oleh biosorben batang lengkuas merah adalah 10 dengan jumlah ion yang diadsorpsi adalah 18,37 mg/L dan persentase 91,85%. Hal ini menunjukkan bahwa biosorben batang lengkuas merah mengadsorpsi ion logam pada pH lebih basa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lengkuas merah dapat digunakan untuk mengolah limbah yang mengandung ion logam Cd(II).

#### Referensi

1. Sari, Amet, Tuzen, Mustafa. 2009. *Kinetic and Equilibrium Studies of Biosorption of Pb(II) and Cd(II) From Aqueous Solution by Macrofungus (Amanita Rubescens ) Biomass*. Journal of Hazardous Materials 164.

2. Mawardi, Munaf, Edison, dkk. 2014. *Pemisahan Ion Kromium (III) dan Kromium (IV) Dalam Larutan dengan Menggunakan Biomassa Alga Hijau Spirogyra Subsalsa Sebagai Biosorben*. Reaktor Vol. 15.
3. Purwaningsih, Diah. 2009. *Adsorpsi Multi Logam Ag (I), Pb (II), Cr (III), dan Ni (II) Pada Hibrida Etilendiamino-Silika Dari Abu Sekam Padi*, Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.hlm. 264.
4. Mulyawan, Reza. 2015. *Biosorpsi Timbal Oleh Biomassa Daun Ketapang*. Bogor : Universitas Indonesia, Molekul, Vol.10.No, hlm. 46.
5. Chairgulprasert, Vanida. 2013. *Phytoremediation of Synthetic Wastewater by Adsorption of Lead and Zinc onto *Alpinia galanga Willd.** Pattani : Prince of Songkla University.
6. Komari, Noer. 2012. *Adsorpsi Pb<sup>2+</sup> dan Zn<sup>2+</sup> pada Biomassa *Imperata Cylindrica**. Banjarbaru : Universitas Lambung Mangkurat. Valensi Vol. 2, No. 5, hlm. 558.
7. Elmariza, Juli. 2015. *Optimasi Ukuran Partikel, Massa dan Waktu Kontak Karbon Aktif berdasarkan Efektifitas Adsorpsi  $\beta$ -Karoten Pada CPO*. Pontianak :Universitas Tanjungpura. JKK. Vol. 4, No. 2, hlm. 24.
8. Amr, Amuni. 2004. *Keseimbangan Adsorpsi Optional Campuran Biner Cd(II) dan Cr(III) dengan Zeolite Alam Terimpregnasi Z-Merkapto Benzotiazol*. Jurnal Natur Indonesia, Vol. 6, No. 2 , hlm. 112.
9. Abriagni, Dana. 2011. *Optimasi Adsorpsi Krom (VI) Dengan Ampas Daun Teh (*Camellia Sinensis L*) Menggunakan Metode Spektrofotometri*. Semarang : Skripsi Program Studi Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Semarang. hlm.16.
10. Suhu, Iffatunniswah. 2012. *Adsorpsi Ion Kadmium (II) Dari Larutannya Menggunakan Biomassa Akar dan Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica Forks*)*, Palu : University of Tadulako, J. Akad. Kim. Vol. 1, No. 4, hlm. 156.