Analit: Analytical and Environmental Chemistry
Volume 6, No. 01, April 2021

PENYERAPAN ION LOGAM Cu(II) MENGGUNAKAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) SECARA FITOREMEDIASI

Intan Lestari[1], Shinta Putri Ayu[1], Ngatijo[1*]
[1]Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi
Jln. Raya Jambi-Ma. Bulian KM 15 Mendalo Indah, Jambi

ngatijo@unja.ac.id

Artikel Info
Diterima tanggal 21.01.2021

Disetujui publikasi tanggal 30.04.2021

Kata kunci :
Phytoremediation, Cu(II) Ion, Adsorption, Eceng Gondok

ABSTRAK

Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman dan proses tanaman untuk menghilangkan, menurunkan atau membuat bahan berbahaya tidak berbahaya bahan yang ada di tanah atau air tanah. Fitoremediasi dapat digunakan untuk stabilisasi polutan, ekstraksi, degradasi atau penguapan. Penelitian ini bertujuan untuk penyerapan ion logam Cu(II) menggunakan Eceng Gondok secara fitoremediasi. Parameter penyerapan yang dipelajari adalah variasi pH, konsentrasi ion logam Cu(II), waktu kontak tanaman di dalam media. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kondisi pH larutan memberikan penyerapan optimum pada pH 4 dengan efisiensi adsorpsi 98,6%. Sedangkan variasi konsentrasi larutan memberikan penyerapan optimum pada konsentrasi 500 ppm dengan efisiensi adsorpsi 99,392%. Lama waktu kontak memberikan penyerapan optimum pada hari ke-5 dengan efisiensi adsorpsi 99,62%. Berdasarkan data karakterisasi FTIR menunjukan bahwa Eceng Gondok memiliki gugus fungsi hidroksil, karbonil, karboksil, dan amina yang berfungsi sebagai gugus aktif untuk proses adsorpsi ion logam Cu(II) oleh Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*).

ABSTRACT

Phytoremediation is the use of plant and plant processes to remove, reduce or render harmless, harmless materials that are in soil or groundwater. Phytoremediation can be used for pollutant stabilization, extraction, degradation or evaporation. This study aims to adsorption of Cu(II) metal ions using water hyacinth by phytoremediation. The adsorption parameters studied were pH, Cu(II) ion concentration, plant contact time in the media. The results showed that variations in the pH of the solution provided optimum adsorption at pH 4 with an adsorption efficiency of 98.6%. While the variation in solution concentration provides optimum adsorption at a concentration of 500 ppm with an adsorption efficiency of 99.392%. The duration of contact provides optimum absorption on the 5th day with an adsorption efficiency of 99.62%. Based on FTIR characterization data, it shows that water hyacinth has hydroxyl, carbonyl, carboxyl, and amine functional groups which function as active groups for the adsorption process of Cu (II) metal ions by water hyacinth (*Eichornia crassipes*).

http://dx.doi.org/10.23960/aec.v6.i1.2021.p46-55

PENDAHULUAN

Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman dan proses tanaman untuk menghilangkan, menurunkan atau membuat bahan berbahaya tidak berbahaya bahan yang ada di tanah atau air tanah (Putra *et al*, 2016). Teknologi ini bersifat non-intrusif, relatif murah dan aman untuk teknik pembersihan air secara konvensional. Eceng Gondok (*Eichornia crassipe*.) dipilih sebagai tanaman uji dalam penelitian ini karena dapat meningkatkan aktivitas mikroba, menyerap nutrisi dan menghilangkan padatan tersuspensi. Kemampuan tanaman ini untuk mengolah unsur hara dari limbah menjadi penting *phytomass* ditambahkan untuk memperburuk ketidakseimbangan suplai nutrisi yang timbul selama percobaan dan menjadikannya salah satu tanaman yang paling cocok untuk digunakan dalam fitoremediasi air limbah (Sarkar *et al*, 2015 dan Sarkar *et al*, 2016). Namun, aplikasinya adalah terbatas pada kontaminasi permukaan saja, karena kedalaman pembersihan sangat ditentukan oleh panjang tanaman akar. Teknologi ini bersifat pasif terkait pengangkutan kontaminan, pergerakan kontaminan di dalam air diinduksi secara eksklusif oleh hisap akar tanaman yang lambat dan dengan demikian, efisiensi penghilangan kontaminan bergantung pada perpanjangan akar tanaman di permukaan air (Ahmed *et al*, 2016 dan Blazquez *et al*, 2005). Dalam proses fitoremediasi polutan dikumpulkan pada suatu jaringan dan didekomposisikan menjadi bentuk yang tidak berbahaya atau ditimbun pada jaringan tanaman. Banyak tumbuhan yang dapat menyerap logam berat dan disebut sebagai tumbuhan hiperakumulator seperti Eceng Gondok, kiambang, Anturium Merah/ Kuning, Alamanda Kuning/Ungu, Akar Wangi, Bambu Air, Cana Presiden Merah/Kuning/Putih, Dahlia, Dracenia Merah/Hijau, Heleconia Kuning/ Merah, Jaka, Keladi Loreng/Hitam, Lotus Kuning/ Merah, Padi-padian, Papirus, Pisang Mas, Spider Lili, dan lainnya yang banyak ditemukan di daerah persawahan dan genangan air (Irhamni, *et al.*, 2017).

Tanaman Eceng Gondok merupakan tanaman yang sangat potensial untuk digunakan sebagai adsorben logam berat, baik pada wilayah perairan ataupun pada limbah-limbah sisa industri. Eceng Gondok dapat menurunkan kadar logam Fe, Pb, dan Cu pada limbah elektroplating, kandungan unsur logam optimal dari variasi waktu perendaman dari hasil SEM-EDS menunjukkan kadar logam Fe sebesar 2,453% pada waktu perendaman 60 menit

http://dx.doi.org/10.23960/aec.v6.i1.2021.p46-55

dibandingkan dengan logam Cu, dan Pb. Eceng Gondok dapat digunakan sebagai adsorben ion kalsium dengan bantuan regenerasi HCl yang akan meningkatkan laju adsorpsi ion kalsium. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi penyerapan tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap ion logam Cu(II) secara fitoremediasi. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengaruh pH media, pengaruh konsentrasi logam, dan lama waktu kontak.

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium ukuran 20 cm x 20 cm x 20 cm, pH indikator, neraca analitik, gelas beker 25 ml, gelas ukur 25 ml, pipet tetes, labu ukur 250 ml, kertas saring, gelas beker 50 ml, pisau, mortar dan alu, labu ukur 50 ml, Spektroskopi Serapan Atom (SSA), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Eceng Gondok (*Eichornia crassipes)* (Mart.) Solms), pupuk TSP, air, $CuSO_4.5H_2O$, HNO_3 pekat, akuades, HCl 1M, NaOH 1M.

Prosedur Percobaan

Persiapan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*).

Persiapan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari kolam di daerah Muaro Jambi. Tanaman ini diambil seluruh organ tubuhnya meliputi akar, batang dan daun.

Aklimatisasi Tanaman Eceng Gondok

Aklimatisasi tanaman Eceng Gondok didahului dengan mencuci akar Eceng Gondok sehingga bersih dari lumpur dan kandungan senyawa kimia lainnya. Selanjutnya menumbuhkan tanaman dalam air (golongan B/ air baku air minum) di dalam akuarium (20 cm x 20 cm x 20 cm) selama 7 hari dan ditambahkan nutrisi yaitu pupuk TSP (2 gram/ 200 g Eceng Gondok). Selanjutnya ditumbuhkan lagi selama 7 hari.

Penentuan Konsentrasi Ion Cu(II) Optimum

Sebanyak 1 liter air dimasukan ke dalam masing-masing akuarium. Kondisi pH optimum diatur pada masing-masing larutan. Ditambahkan larutan Cu(II) dengan variasi konsentrasi 12,5; 25; 37,5; dan 50 ppm. Kemudian dimasukkan tanaman Eceng Gondok ke dalam masing-masing media dan diamkan selama 7 hari. Konsentrasi ion logam Cu(II) dalam masing-masing media diukur dengan SSA. Parameter pH mediasi larutan dipelajari pada pH 3-7, waktu kontak dipelajari dengan memvariasikan waktu kontak selama 5,10,15 dan 20 hari.

Karakterisasi Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebelum dan Setelah Fitoremediasi.

Sampel tanaman Eceng Gondok sebelum dan setelah fitoremediasi dicuci terlebih dahulu sampai bersih dan di potong kecil-kecil. Selanjutnya sampel dikeringkan di bawah sinar matahari hingga benar-benar kering, kemudian digerus hingga halus. Sampel kemudian dianalisa menggunakan spektroskopi FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses aklimatisasi dilakukan untuk meyesuaikan tanaman Eceng Gondok dengan lingkungan hidupnya yang baru. Aklimatisasi dilakukan didalam akuarium berukuran 20 x 20 x 20 cm yang berisi 1 L air bersih yang mengandung 2 gram pupuk TSP/200 gram Eceng Gondok pada masing-masing akuarium. Penambahan pupuk TSP dilakukan untuk memberikan nutrisi pada tanaman Eceng Gondok. Proses aklimatisasi dilakukan selama 7 hari yang selanjutnya akan digunakan untuk penentuan kondisi pH, konsentrasi, dan waktu kontak optimum. Hasil aklimatisasi tanaman Eceng Gondok dapat dilihat pada Gambar 1.

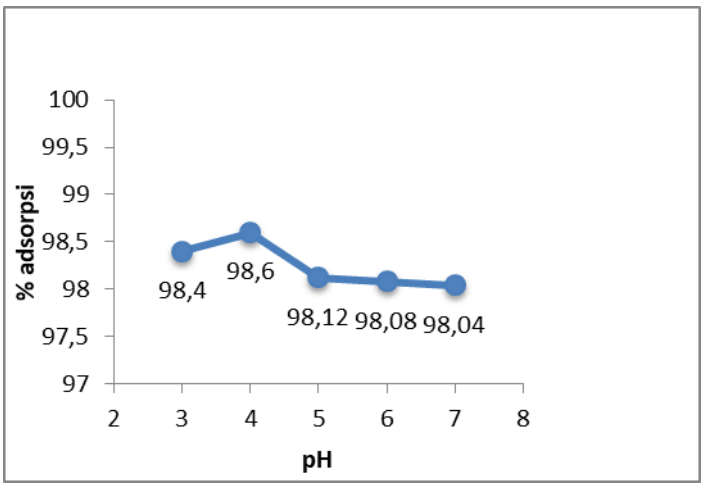
Setelah dilakukan proses aklimatisasi, warna daun Eceng Gondok mengalami perubahan menjadi hijau tua dan tanaman Eceng Gondok terlihat lebih segar. Penambahan pupuk TSP memberikan efek pada pertumbuhan daun. Selain itu, pertumbuhan Eceng Gondok selama proses aklimatisasi tidak memberikan dampak yang terlalu besar pada penambahan panjang batang/tanaman Eceng Gondok. Pertumbuhan Eceng Gondok selama aklimatisasi terlihat dari penambahan panjang akar tanaman tersebut dan terlihat bahwa akar tanaman Eceng Gondok

semakin lebat/banyak setelah dilakukan proses aklimatisasi. Tanaman Eceng Gondok yang telah diaklimatisasi selanjutnya digunakan untuk penentuan kondisi optimum fitoremediasi ion logam Cu(II).

Gambar 1. Aklimatisasi Eceng Gondok dalam aquarium.

Penentuan Kondisi pH Optimum

Penentuan kondisi pH optimum dilakukan dengan menambahkan berbagai variasi pH yaitu pada pH 3-7 dengan konsentrasi ion Cu (II) 2,5 mg/L dan berat basah Eceng Gondok 200 g selama 7 hari. Hasil pengaruh pH terhadap penyerapan ion Cu dapat dilihat pada Gambar 2.



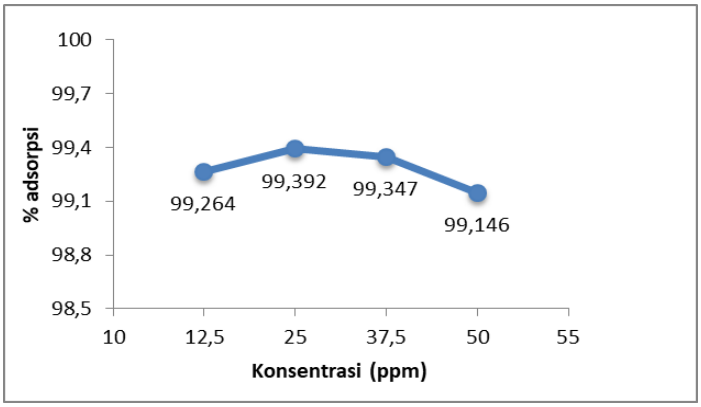
Gambar 2. Pengaruh pH Larutan Terhadap Efisiensi Adsorpsi ion Cu(II).

http://dx.doi.org/10.23960/aec.v6.i1.2021.p46-55

Penyerapan terjadi pada pH 4 dengan efesiensi penyerapan sebesar 98,6%. Shofiyani dan gusrizal (2006) melaporkan bahwa adsorpsi Cu(II) menggunakan biomassa Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) memberikan penyerapan optimum pada pH 5-6, terikatnya spesies Cu(II) diperkirakan terjadi melalui interaksi elektrostatik dan pembentukan kompleks antara Cu^{2+} dengan situs aktif Eceng Gondok. Perbedaan hasil penyerapan pada pH 3,4,5,6, dan 7 terjadi karena pada pH 4 (konsentrasi ion H^+ semakin kecil) kompetisi antara ion H^+ dan logam makin berkurang sehingga jumlah logam teradsorpsi makin besar dibanding dengan pH 3 (Tangio, 2013). Sedangkan pada pH yang lebih tinggi yaitu pH 5, 6 dan 7 terjadi penurunan yang diduga terjadi karena adanya pembentukan $Cu(OH)_2$ (Lelifajri, 2010) dan kondisi pH yang semakin tinggi menyebabkan larutan bersifat basa sehingga kelarutan Cu semakin kecil dan mulai terjadi pengendapan. Hal ini memungkinkan Cu yang terserap semakin sedikit (Tangio, 2013).

Penentuan Konsentrasi Optimum

Berdasarkan data hasil pengujian konsentrasi ion logam Cu, terlihat bahwa konsentrasi ion logam Cu yang tertinggal dalam setiap sampel air pada masing-masing akuarium memiliki nilai yang lebih kecil, diperkirakan bahwa tanaman Eceng Gondok telah menyerap sebagian ion logam Cu di dalam media air tersebut. Dalam penelitian ini digunakan variasi konsentrasi ion logam Cu sebesar 12,5 ppm, 25 ppm, 37,5 ppm, dan 50 ppm. Data hasil pengujian menunjukkan bahwa tanaman Eceng Gondok telah berperan nyata dalam menyerap ion logam berat Cu seperti disajikan pada grafik berikut.



Gambar 3. Grafik hubungan konsentrasi ion logam Cu(II) terhadap efisiensi adsorpsi Eceng Gondok.

http://dx.doi.org/10.23960/aec.v6.i1.2021.p46-55

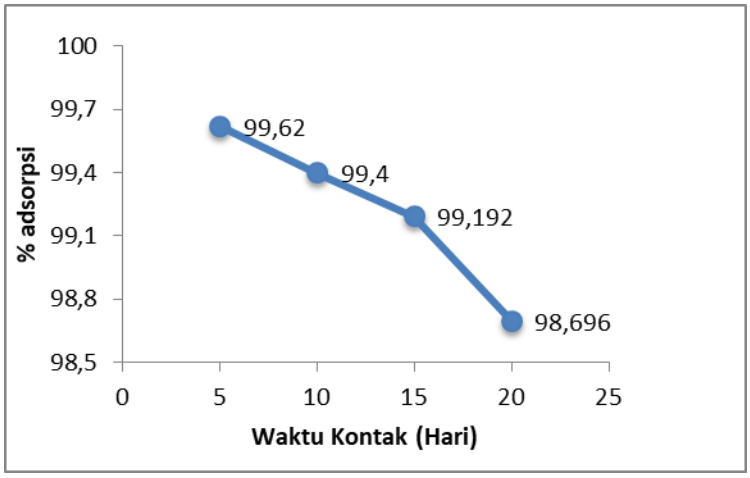
Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa penyerapan ion logam Cu(II) dalam 200 Eceng Gondok selama 7 hari mampu menurunkan konsentrasi ion logam Cu(II) di dalam media air. Hampir seluruh ion logam Cu(II) dalam media air diserap oleh tanaman Eceng Gondok, dengan efisiensi adsorpsi diperoleh pada konsentrasi 12,5 ppm mampu menyerap sebesar 99,264%, pada 25 ppm sebesar 99,392%, pada 37,5 ppm sebesar 99,347%, dan pada 50 ppm sebesar 99,146%. Hal ini mengindikasikan bahwa telah terjadi pemindahan ion logam Cu(II) dari media air ke tanaman Eceng Gondok. Penurunan nilai efisiensi adsorpsi pada konsentrasi 37,5-50 ppm.

Menurut Irhamni, *et al* (2017) penyerapan dan akumulai logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang sinambung, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut. Agar tumbuhan dapat menyerap logam, maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (rizosfer) dengan beberapa cara bergantung pada spesies tumbuhannya. Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam harus diangkut melalui jaringan pengangkut, yaitu xilem dan floem, ke bagian tumbuhan lain. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan, logam diikat oleh molekul khelat. Berbagai molekul khelat yang berfungsi mengikat logam dihasilkan oleh tumbuhan. Untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar.

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Waktu kontak memiliki peranan yang sangat kuat dalam proses fitoremediasi. Lamanya waktu kontak antara tanaman dan ion logam yang diserap akan menentukan seberapa besar kemampuan tanaman tersebut untuk menyerap logam berat. Setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap ion logam berat, proses penyerapan ini akan mencapai batas optimum pada waktu tertentu dan akan turun kembali.

Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan variasi 5, 10, 15, dan 20 hari. Efisiensi adsorpsi tertinggi didapatkan pada hari ke-5 yaitu sebesar 99,62% seperti tertera pada Gambar 4.

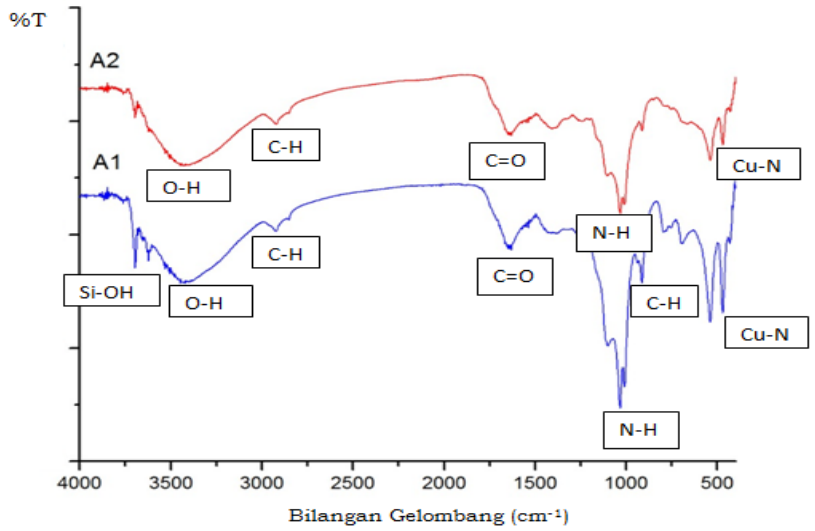


Gambar 4. Pengaruh waktu kontak terhadap efisiensi adsorpsi oleh Eceng Gondok.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa efisiensi adsorpsi semakin menurun seiring dengan bertambahnya lama waktu kontak antara tanaman Eceng Gondok dengan ion logam Cu(II) di dalam media. Pada waktu kontak 10 hari efisiensi adsoprsi menurun pada 99,4%, pada waktu kontak 15 hari menurun pada 99,192%, dan menurun drastis pada waktu kontak 20 hari yaitu pada 98,696% atau mengalami penurunan sebesar 0,496% dari efisiensi adsoprsi pada hari ke 15. Penurunan efisiensi adsorpsi pada tanaman Eceng Gondok disebabkan karena adanya proses desorpsi, yaitu proses pelepasan kembali ion logam berat yang telah diserap karena menurunnya kemampuan tanaman tersebut untuk menyerap ion logam berat. Lelifajri (2010) menyatakan bahwa desorpsi merupakan salah satu fenomena dalam adsoprsi fisika yang menyatakan bahwa proses adsorpsi bersifat reversibel.

Djo, *et al*. (2017) juga menyatakan bahwa semakin lama waktu kontak antara tanaman Eceng Gondok dengan ion logam Cu(II) dapat menurunkan konsentrasi ion logam Cu(II) hingga 0,111 mg/L pada hari ke-14, dalam penelitiannya mengenai fitoremediasi menggunakan tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk menurunkan COD dan kandungan Cu(II) dan Cr(VI) limbah cair laboratorium analitik Universitas Udayana. Djo, *et al* (2017) menyatakan bahwa rendahnya kadar ion Cu pada hari ke-14 disebabkan karena sebagian ion logam Cu telah diserp oleh tanaman Eceng Gondok.

Karakterisasi Tanaman Eceng Gondok Sebelum dan Setelah Fitoremediasi dengan FTIR



Gambar 5. Spektra FTIR Akar Eceng Gondok Sebelum (A1) dan Setelah (A2) Fitoremediasi.

Hasil spektra IR bagian akar Eceng Gondok sebelum dan setelah fitoremediasi dapat dilihat pada Gambar 5. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa kedua spektra ini memiliki perbedaan yaitu adanya gugus silika pada akar Eceng Gondok sebelum proses fitoremediasi (spektra A1) pada bilangan gelombang 3622,44 cm^{-1} dan 3695,73 cm^{-1} yang merupakan vibrasi ulur O-H dari gugus silanol (Si-OH). Adanya serapan gugus silanol (Si-OH) pada spektra A1 diduga berasal dari serapan akar Eceng Gondok terhadap sedimen lumpur pada saat penumbuhan tanaman. Selanjutnya kedua spektra ini memberikan serapan gugus fungsi yang sama pada bagian akar sebelum dan setelah fitoremediasi. Tumbuhan dapat menyerap zat dari lingkungannya dengan menunjukan selektifitas tertentu. Zat yang diserap oleh jaringan tanaman dapat melalui daun (stomata) atau akar. Pada akar, zat masuk ke dalam sel dengan cara difusi baik difusi aktif maupun difusi pasif (Nur F, 2013).

KESIMPULAN

Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) mampu menyerap ion logam berat Cu(II) dari media air secara fitoremediasi. Penyerapan optimum diperoleh pada kondisi konsentrasi 25 ppm dengan pH 4 dan waktu kontak 5 hari dengan efisiensi adsorpsi sebesar

99,62%. Fitoremediasi ion logam Cu(II) pada Eceng Gondok dapat dilakukan karena Eceng Gondok mengandung gugus fungsi seperti hidroksil, karbonil, karboksil, dan amina yang berfungsi sebagai gugus aktif untuk proses adsorpsi ion logam Cu(II).

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, K.S., Rahman, A.K.M.L., Sarkar, M., Islam, J.B., Jahan, I.A., Moniruzzaman, M., Saha, B., Bhoumik, N.C., 2016, Assessment on the level of contam ination of Turag river at Tongi area in Dhaka, Bangladesh, *J. Sci. Ind. Res*., 51 (3), 193–202.

Blazquez, A., Martin,M.A., Lara, M.C., R. Marti, R., Campos, Y., Cabello, A., Garesse, R., Bautista, Andreu, A.L., Arenas, J., 2005, Removal of cadmium ions with olive stones: the effect of some parameters, *Process Biochem*., 40 (8), 2649–2654.

Djo, Y.H.W., Suastuti, D.A., Iryanti E., Suprihatin, Sulihingtyas. W.D., 2017, *Cakra Kimia. Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana*, Program Studi kimia FMIPA Universitas Udayana, Bali.

Irhamni., Setiyati Pandia., Edison Purba., dan Wirsal Hasan., 2017, *Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air Dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi*, Universitas Serambi Mekah, Banda Aceh.

Lelifajri., 2010, Adsorpsi Ion Logam Cu(II) Menggunakan Lignin Dari Limbah Serbuk Kayu Gergaji, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan.*

Nur, F., 2013, Fitoremediasi logam berat cadmium, *Biogenensis.*, Vol 1, No 1, 74-83.

Putra, R.S., Novarita, D., and Cahyana, F., 2016, Water Hyacinth (Eichornia crassipes (Mart.) Solms] with Electro-Assisted Phytoremediation (EAPR), *AIP Conference Proceedings.*, 1744, 020052.

Sarkar, M., Rahman, A.K.M.L., Islam, J.B., Ahmed, K.S., Uddin, M.N., Bhoumik, N.C., 2015, Study of hydrochemistry and pollution status of Buriganga river, Bangladesh, Bangladesh, *J. Sci. Ind. Res*., 50 (2), 123–134.

Sarkar, M., Islam, J.B., Akter, S., 2016, Pollution and ecological risk assessment for the environmentally impacted Turag river, Bangladesh, *J, Mater. Environ. Sci.*, 7 (7), 2295–2304

Tangio, Julhim S., 2013, Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Biomassa Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*), *Jurnal Entropi.*