

Perbandingan Kemampuan *Sargassum* sp. dan Alginat sebagai Adsorben Logam Cu dengan Variasi pH

Fitria Agustina Suhada¹⁾ dan Taty Alfiah¹⁾

¹⁾Teknik Lingkungan, FTSP, ITATS

e-mail: fitriaagustina57@gmail.com ; taty09@itats.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the adsorption capacity of Sargassum sp. and alginate in binding Cu. Sargassum sp. activated using 1 M HCl, followed by drying at 60 °C for 24 hours using an oven. In addition, alginate extraction was also carried out to produce alginic acid found in seaweed cell walls which is a component of polysaccharides which can be responsible for accumulating Cu metal. After conducting a comparative test of the ability of Sargassum sp. and alginate in binding Cu metal, it can be seen that Sargassum sp. has an adsorption capacity greater than Ca-alginate to Cu, which is 3.75 mg / L (93.52%). Cu adsorption by Sargassum sp. optimum at pH 9, which is equal to 0.20 mg / L (94.015%).

Keywords : Adsorption, copper, *Sargassum* sp., alginate, pH.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi *Sargassum* sp. dan alginat dalam mengikat logam Cu. *Sargassum* sp. diaktivasi menggunakan HCl 1 M yang dilanjutkan dengan pengeringan pada suhu 60 °C selama 24 jam menggunakan oven. Selain itu, ekstraksi alginat juga dilakukan untuk menghasilkan asam alginat yang terdapat dalam dinding sel rumput laut yang merupakan komponen polisakarida yang dapat bertanggung jawab dalam mengakumulasi logam Cu. Setelah melakukan uji perbandingan kemampuan *Sargassum* sp. dan alginat dalam mengikat logam Cu, dapat diketahui bahwa *Sargassum* sp. memiliki kapasitas adsorpsi yang lebih besar daripada Ca-alginat terhadap logam Cu, yaitu sebesar 3,75 mg/L (93,52%). Adsorpsi logam Cu oleh *Sargassum* sp. optimum pada pH 9, yaitu sebesar 0,20 mg/L (94,015%).

Kata kunci : Adsorpsi, tembaga, *Sargassum* sp., alginat, pH.

PENDAHULUAN – font 10

Pencemaran air dapat disebabkan oleh beberapa jenis logam seperti Cd, Pb, Zn, Hg, Cu, dan Fe [1] yang bersifat beracun bagi makhluk hidup bila melebihi batas tertentu. Logam berat dalam perairan salah satunya adalah logam tembaga (Cu). Salah satu cara untuk mengolah limbah yang mengandung logam Cu adalah dengan proses adsorpsi. Adsorpsi dipilih karena merupakan metode yang relatif sederhana dan dapat menggunakan adsorben dari bahan alam.

Alga laut memiliki kemampuan adsorpsi yang bagus [2], ketersediaannya di alam yang melimpah dan harganya yang ekonomis. *Sargassum* sp. merupakan salah satu alga laut yang banyak ditemukan di Indonesia. Manfaat lain dari *Sargassum* yang telah diperlihatkan memiliki kemampuan sebagai penyerap logam berat seperti tembaga [3], kromium, zink, dan cadmium [4]

Pada penelitian ini akan dilakukan adsorpsi logam tembaga (Cu) oleh biomassa rumput laut *Sargassum* sp. serta alginat hasil ekstraksi rumput laut *Sargassum* sp. Alginat adalah polimer linier tak bercabang yang terdiri dari asam manuronat dan asam guluronat yang memiliki kemampuan dalam mengakumulasi logam berat.

Langkah awal pada penelitian ini adalah aktivasi rumput laut *Sargassum* sp. dan ekstraksi alginat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorben *Sargassum* sp. dan alginat dalam mengikat logam Cu. Setelah diketahui kapasitas adsorpsi terbesar dari kedua jenis adsorben tersebut, maka selanjutnya akan digunakan untuk proses adsorpsi dengan menambahkan variasi pH.

TINJAUAN PUSTAKA

Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses akumulasi zat yang ada dalam larutan pada permukaan bahan penyerap. Adsorpsi juga merupakan proses transfer massa, dimana komponen dalam larutan akan berpindah ke fase padat. Adsorpsi terjadi dengan melibatkan interaksi antara adsorbat dengan adsorben. Adsorbat adalah zat yang terdapat pada fase cair. Sedangkan adsorben adalah fase padat, cair, atau gas yang dapat mengakumulasi adsorbat [5].

Ada 2 tipe adsorpsi, yaitu : Adsorpsi fisika dan Adsorpsi kimia. Adsorpsi yang terjadi dalam hal ini adalah non-spesifik dan non-selektif penyebab gaya tarik menarik karena adanya ikatan koordinasi hidrogen dan gaya Van der Waals. Apabila adsorbat dan permukaan adsorben terikat dengan gaya Van der Waals saja maka dinamakan adsorpsi fisis atau adsorpsi Van der Waals. Jika adsorbat dan permukaan adsorben bereaksi secara kimiawi maka disebut *chemisorption*. Nilai panas adsorpsi setara dengan reaksi kimia karena adanya ikatan kimia yang terbentuk maupun yang terputus selama proses adsorpsi.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi [6]

Ditinjau dari karakteristik adsorben adalah luas permukaan adsorben. Luas permukaan adalah total keseluruhan permukaan suatu benda. Material dengan luas permukaan yang besar akan menyerap lebih banyak molekul pada fase fluida. Semakin luas permukaan adsorben, maka adsorpsi yang terjadi akan semakin besar karena kemungkinan zat yang menempel pada permukaan adsorben bertambah.

Sedangkan dari segi karakteristik adsorbat, yang berperan adalah ukuran molekul adsorbat dan polaritas molekulnya. Ukuran molekul adsorbat, merupakan hal penting agar proses adsorpsi dapat terjadi, dikarenakan molekul-molekul yang dapat diadsorpsi adalah molekul-molekul yang diameternya lebih kecil atau sama dengan diameter pori adsorben. Sedangkan polaritas molekuler, apabila berdiameter molekul sama, maka molekul-molekul polar lebih kuat diadsorpsi daripada molekul-molekul yang tidak polar. Molekul-molekul yang lebih polar dapat menggantikan molekul-molekul yang kurang polar yang terlebih dahulu teradsorpsi.

Temperatur dan pH. Temperatur adsorbat. Berkurangnya temperatur akan menambah jumlah adsorbat yang teradsorpsi dan demikian pula untuk peristiwa sebaliknya. pH adalah salah satu variabel proses terpenting yang secara langsung dapat mempengaruhi penyerapan adsorbat oleh adsorben karena dapat mempengaruhi tingkat ionisasi adsorbat serta karakteristik permukaan adsorben.

Waktu Kontak. Pada fase cair, semakin lama adsorbat terikat pada adsorben, maka kualitas air yang dihasilkan akan semakin baik. Untuk larutan yang memiliki viskositas tinggi membutuhkan waktu kontak yang lebih lama. Semakin lama waktu kontak memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung dengan baik.

Dosis adsorben. Secara umum, kapasitas adsorpsi akan meningkat dengan adanya peningkatan konsentrasi adsorben. Hal ini disebabkan karena peningkatan dalam konsentrasi adsorben menyebabkan keaktifan dalam adsorpsi. Namun, secara keseluruhan zat terlarut yang teradsorpsi per unit berat adsorben dapat menurun mengikuti peningkatan konsentrasi adsorben karena gangguan yang disebabkan oleh keaktifan adsorben.

Sistem Adsorpsi Batch

Metode adsorpsi yang dilakukan secara *batch* dilakukan dengan memasukkan sejumlah larutan yang mengandung zat yang akan diadsorpsi pada konsentrasi dan volume tertentu ke dalam reaktor *batch*. Lalu dimasukkan adsorben dengan berat yang bervariasi. Selanjutnya, larutan dan adsorben diaduk selama jangka waktu tertentu (waktu tercapainya kesetimbangan) dan setelah itu menganalisa larutan yang telah teradsorpsi [7].

METODE

Persiapan Penelitian, terdiri dari 2 tahap. (a) Pembuatan limbah artifisial Cu. Limbah artifisial Cu dibuat dengan cara melarutkan 50 mg CuSO_4 kedalam 500 mL aquades. Setelah itu, dilakukan pengenceran sebanyak lima kali dengan cara mengambil 200 mL larutan CuSO_4 yang diencerkan dengan 800 mL aquades. Kemudian, larutan tersebut dimasukkan kedalam labu ukur 1000 mL. Setelah itu, menguji kadar tembaga dengan metode AAS. (b). Preparasi *Sargassum* sp. Rumput laut cokelat dicuci dengan air keran agar bebas dari pengotor seperti garam dan gulma. Kemudian rumput laut cokelat yang telah bersih dikeringkan dibawah sinar matahari atau pada suhu 40-60 °C. Setelah kering, rumput laut cokelat dipotong dengan ukuran 2-3 cm.

Aktivasi *Sargassum* sp dan Ekstraksi Alginat. (a). Aktivasi *Sargassum* sp. Aktivasi dilakukan untuk menambah kapasitas adsorpsi pada *Sargassum* sp. dengan mengaktifkan gugus fungsi yang bertanggung jawab dalam pengikatan logam Cu. Sebanyak 2,5 gram sampel *Sargassum* sp. kering dicampur dengan 400 mL larutan HCl 0,1 M selama 3 jam pada suhu ruang. Kemudian sampel dicuci dengan aquades dan dikeringkan dengan oven selama 24 jam pada suhu 60 °C. (b). Ekstraksi Alginat. Tujuan proses ekstraksi adalah untuk menghasilkan kalsium alginat yang dapat mengikat logam Cu. Proses ekstraksi meliputi perendaman HCl 1% selama 1 jam. Setelah proses demineralisasi, rumput laut cokelat diekstraksi dengan Na_2CO_3 2% dengan perbandingan 1:30 pada suhu 60-70 °C selama 2 jam. Campuran disaring dan dilakukan pemucatan terhadap filtrat dengan cara menambahkan NaOCl sebanyak 4% dari volume filtrat selama 30 menit. Kalsium alginat akan terbentuk dengan menambahkan CaCl_2 10% hingga pH 2,8-3,2. Setelah itu, melakukan penambahan NaOH 10% hingga pH bernilai 7-8. Kalsium alginat dikonversi menjadi Na-alginat. Campuran kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C selama $\pm$ 12 jam. Tepung alginat diperoleh dengan penggilingan dan pengayakan dengan ukuran 20 mesh.

Analisa Gugus Fungsi menggunakan FTIR. Analisa gugus fungsi dilakukan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Karakteristik gugus fungsi ini dilakukan pada rumput laut *Sargassum* sp. dan ca-alginat saat sebelum dan sesudah kontak dengan logam Cu. Karakterisasi ini dilakukan untuk dapat mengetahui informasi tentang perkiraan gugus fungsi yang bertanggung jawab dalam penyerapan logam tembaga (Cu). Hasil yang didapat pada pengujian ini adalah nilai spektrum FTIR pada masing-masing adsorben.

Adsorpsi batch pendahuluan. Adsorpsi *batch* yang dilakukan diawal ditujukan untuk mengetahui perbandingan hasil kemampuan adsorpsi logam tembaga (Cu) pada rumput laut *Sargassum* sp dan ca-alginat dengan menggunakan limbah artifisial. Proses adsorpsi ini tidak menggunakan variasi, sehingga massa adsorben adalah 2,5 gram dengan pH 5. Adsorpsi *batch* ini dilakukan secara fisik menggunakan *Magnetic Stirrer* yang dilakukan selama 60 menit dengan kecepatan 120 rpm.

Adsorpsi batch Cu menggunakan *Sargassum* sp. dengan variasi pH. Proses adsorpsi ini menggunakan variasi pH sebesar 1, 3, 5, 7, 9, dan 11. Ditujukan untuk mengetahui penyerapan dan efisiensi optimum terhadap pH. Konsentrasi logam Cu diukur menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Gugus Fungsi *Sargassum* sp. dan Alginat

Pada penelitian ini digunakan alga coklat (*Sargassum* sp.) yang berasal dari Pantai Ria, Dompu, NTB. Karakterisasi gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Karakterisasi ini dilakukan pada ca-alginat dan rumput Laut *Sargassum* sp. Karakterisasi ini diperlukan agar dapat mengetahui informasi tentang perkiraan gugus apa yang bertanggung jawab dalam pengikatan dengan logam Cu. Karakterisasi terhadap *Sargassum* sp. dilakukan setelah adsorben dikontakkan dengan limbah artifisial yang

mengandung Cu. Spektrum FTIR setelah mengikat ion logam Cu disajikan pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Uji FTIR

Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp.			Ca-alginat		
Frekuensi (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	Tipe Senyawa	Frekuensi (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	Tipe Senyawa
3293,89	O - H	Hidroksil	3328,95	O - H	Hidroksil
1717,15	C = O	Karboksilat	1595,21	C = C	Alkena
1628,84	C = C	Alkena			

Sumber : Hasil Penelitian, 2019.

Adsorpsi logam tembaga dengan menggunakan adsorben dari rumput laut *Sargassum* sp. dan ca-alginat pada dosis yang sama, dapat diketahui bahwa ca-alginat dapat mereduksi logam tembaga sebesar 2,52 mg/L (62,84%), sedangkan rumput laut *Sargassum* sp. dapat mereduksi logam tembaga sebesar 3,75 mg/L (93,52%).

Oleh karena itu, maka percobaan penelitian selanjutnya digunakan adsorben dari rumput laut *Sargassum* sp. untuk mereduksi logam tembaga pada limbah artifisial dan limbah cair pelapisan logam. Selain jumlah adsorben yang dihasilkan lebih banyak, efisiensi penyerapan logam tembaga dengan menggunakan adsorben dari rumput laut *Sargassum* sp. lebih tinggi daripada ca-alginat.

Perbandingan Adsorpsi Cu menggunakan *Sargassum* sp. dan Alginat

Adsorpsi pada tahap ini, menggunakan adsorben sebanyak 2,5 gram dan 250 mL larutan Cu, dengan pengadukan selama 60 menit pada kecepatan 120 rpm. Perbandingan adsorpsi dari adsorben rumput laut *Sargassum* sp. dan Ca-alginat disajikan pada tabel 2 berikut ini :

Tabel 2. Perbandingan Adsorpsi Tembaga menggunakan *Sargassum* sp. dan Ca-alginat

No	Adsorben	m (g)	Konsentrasi Cu (mg/L)		Cu Teradsorp		Baku Mutu (mg/L) *
			Co	Ce	mg/L	%	
1	Tanpa (Kontrol)	0	4.01	4.01	0	0	0,6
2	Ca-alginat	2.5	4.01	1.49	2.52	62.843	0,6
3	Rumput Laut <i>Sargassum</i> sp.	2.5	4.01	0.26	3.75	93.516	0,6

Sumber : Hasil Penelitian, 2019.

* Peraturan Air Limbah Pergub Jatim 72/2013 Lampiran II No. 7 Industri Pelapisan Logam (Elektroplating)

Adsorpsi logam tembaga pada dosis yang sama, menunjukkan bahwa rumput laut *Sargassum* sp. dapat mereduksi logam tembaga sebesar 3,75 mg/L (93,52%), sedangkan ca-alginat dapat mereduksi logam tembaga sebesar 2,52 mg/L (62,84%). Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi penyerapan logam tembaga dengan menggunakan adsorben dari rumput laut *Sargassum* sp. lebih tinggi daripada ca-alginat.

Adsorpsi Batch Cu menggunakan *Sargassum* sp. dengan Variasi pH

Uji adsorpsi ion logam tembaga variasi pH dilakukan dengan mengontakkan 2,5 g *Sargassum* sp. dengan 250 mL larutan ion logam Cu 4,01 mg/L dengan variasi pH 1, 3, 5, 7, 9, dan 11 selama 60 menit dengan kecepatan 120 rpm. Setelah dikontakkan, kemudian campuran

disaring dan filtrat diukur dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil adsorpsi ion logam Cu dengan variasi pH disajikan pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Total Penyerapan Rumput Laut *Sargassum* sp. dalam Menurunkan Logam Tembaga pada Limbah Artifisial dengan Variasi pH

No	pH	Metode	Hasil Pemeriksaan Kadar Tembaga (mg/L)	Cu Teradsorp (mg/L)	
				mg/L	%
1		AAS	4,01	0	0
2	1	AAS	0,44	3,57	89,027
3	3	AAS	0,26	3,75	93,516
4	5	AAS	0,26	3,75	93,516
5	7	AAS	0,25	3,76	93,766
6	9	AAS	0,24	3,77	94,015
7	11	AAS	0,27	3,74	93,267

Sumber : Hasil Penelitian, 2019.

Efisiensi penyerapan tertinggi terjadi pada pH 9 yaitu sebesar 94,015% dan selanjutnya menurun seiring dengan meningkatnya pH. Telah diketahui bahwa pH dapat mempengaruhi adsorpsi ion logam. Gugus sulfat dan karboksilat yang berasal dari asam mannuronat dan guluronat adalah situs pengikatan utama pada rumput laut *Sargassum* sp. dalam penyerapan logam Cu. Kelompok gugus tersebut dapat terionisasi ketika pH bervariasi.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian adalah terdapat perbedaan gugus fungsi antara *Sargassum* sp. dan ca-alginat. Gugus fungsi *Sargassum* sp. adalah hidroksil, karboksilat, dan alkena, sedangkan gugus fungsi ca-alginat adalah hidroksil dan alkena. Alkena merupakan ligan potensial pada adsorpsi logam Cu. Kapasitas adsorpsi adsorben *Sargassum* sp. lebih besar daripada ca-alginat terhadap logam Cu, yaitu sebesar 3,75 mg/L (93,52%). Adsorpsi logam Cu oleh *Sargassum* sp. optimum pada pH 9, yaitu sebesar 0,20 mg/L (94,015%).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Scragg, A. 1999. *Enviromental Biotechnology*. Pearson Education Limited. 1-21.
- [2] Schiewer S, Volesky B. 2000. *Biosorption process for heavy metal removal*. In: Lovley, D.R. (Ed.), *Environmental M*.
- [3] Antunes WM, Luna AS, Henriques CA, Costa ACA. 2003. *An evaluation of copper biosorption by a brown seaweed under optimized conditions*. J. Biotechnology 6(3):174-184.
- [4] Cossich, ES, et al. *Biosorption of Chromium(III) by Sargassum sp. Biomass*. Universidad Catolica de Valparaiso. Chile. Vol. 5 No. 2, Issue of August 15, 2002.
- [5] Metcalf, and Eddy. 2003. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. 4th Edition. McGraw-Hill. New York.
- [6] Patterson HBW. 2009 Chapter 1. *Basic components and procedures*. Di dalam: Gary RL (ed). *Bleaching and Purifying Fats and Oils* 2nd edition. USA: AOCS Press.
- [7] Emmanuel IU, Martins OO, Naruedee AO. 2019. *Modeling in Adsorption : Fundamentals and Applications*. Nigeria : Adekunle Ajasin University.

Halaman ini sengaja dikosongkan