

EFEKTIVITAS LIMBAH MEDIA TUMBUH JAMUR (BAGLOG) DENGAN ENKAPSULASI ALGINATE GEL DALAM MENGADSORPSI ION LOGAM KADMIUM

Abrar Mirandha 12513121

Department of Environmental Engineering, Faculty of Civil Engineering and Planning,
Islamic University of Indonesia, Sleman, Indonesia 55584
abramirandha@gmail.com

Abstract

One of alternative in the treatment of waste containing heavy metals is use of biological materials as biosorbent. Biological materials which used in this study was Baglog waste. Baglog was a mushroom farming medium that could potentially be as biosorbent because it contained cellulose. Tests conducted to determine the ability of Baglog biosorbent to adsorb Cadmium metal ion either without activation, activated with Citric Acid 1 M, and Baglog with Alginate Gel encapsulation. The test results showed that Isotherm that fit is Langmuir Isotherm with the maximum adsorption capacity of Baglog without activation is 17,65 mg/g, activated Baglog is 18,80 mg/g, Baglog with Alginate Gel encapsulation is 15,64 mg/g with optimum mass 200 mg, optimum pH 7, and optimum contact time 120 minutes. The results showed that Baglog with Alginate Gel encapsulation is not as good as Baglog without activation and activated with Citric Acid 1 M to adsorb Cadmium metal ion, but Alginate Gel encapsulation facilitate the separation of Baglog biosorbent from solution so it's more efficient to adsorb Cadmium metal ion in the surface of the water.

Keywords: Adsorption, Alginate Gel, Baglog, Biosorbent, Cadmium

Abstrak

Salah satu alternatif dalam pengolahan limbah yang mengandung logam berat adalah penggunaan bahan-bahan biologi sebagai biosorben. Bahan-bahan biologi yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah Baglog, dimana Baglog adalah media tanam jamur yang berpotensi menjadi biosorben karena mengandung selulosa. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan biosorben Baglog dalam mengadsorpsi ion logam Kadmium baik yang tanpa aktivasi, teraktivasi Asam Sitrat 1 M, dan Baglog dengan enkapsulasi Alginate Gel. Hasil pengujian menunjukkan Isotherm yang cocok adalah Isotherm Langmuir dengan kemampuan maksimum untuk Baglog tanpa aktivasi adalah 17,65 mg/g, Baglog teraktivasi adalah 18,80 mg/g, Baglog dengan enkapsulasi Alginate Gel adalah 15,64 mg/g dengan massa optimum 200 mg, pH optimum 7, dan waktu kontak optimum 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Baglog dengan enkapsulasi Alginate Gel tidak sebaik Baglog tanpa aktivasi dan teraktivasi Asam Sitrat 1 M dalam menyerap ion logam Kadmium, namun dengan enkapsulasi Alginate Gel dapat memudahkan pemisahan biosorben Baglog dari larutan sehingga lebih efisien dalam menyerap ion logam Kadmium pada permukaan air.

Kata kunci: Adsorpsi, Alginate Gel, Baglog, Biosorben, Kadmium

LATAR BELAKANG

Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah merubah lingkungan dari bentuk asal menjadi keadaan yang lebih buruk. Pergeseran dari lingkungan yang baik menjadi buruk ini dapat terjadi disebabkan masuknya bahan-bahan pencemar atau polusi pada lingkungan. Polutan pada umumnya mempunyai sifat racun atau toksik yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang menjadi pemicu terjadinya pencemaran pada lingkungan (Palar, 1994).

Aktivitas perindustrian di Indonesia dewasa ini semakin pesat, hal ini dapat dilihat dengan meningkatnya industri-industri yang memproduksi barang kebutuhan manusia seperti industri kertas, tekstil, penyamakan kulit dan sebagainya. Kegiatan perindustrian ini juga menghasilkan limbah yang sangat banyak, contohnya limbah yang mengandung logam berat. Limbah yang mengandung logam berat ini mengakibatkan permasalahan serius bagi kesehatan dan lingkungan jika kandungan logam berat yang terdapat didalamnya melebihi ambang batas (Danarto, 2007).

Salah satu logam berat yang berbahaya yaitu Kadmium (Cd). Kadmium merupakan logam yang ditemukan alami dalam kerak bumi. Kadmium ditemukan sebagai mineral yang terikat dengan unsur lain seperti oksigen, klorin atau sulfur. Efek akut yang diakibatkan oleh paparan Kadmium akan mengakibatkan iritasi lokal. Kadmium yang masuk ke dalam tubuh akan mengakibatkan efek mual, muntah-muntah dan nyeri perut. Sedangkan Kadmium yang terhirup melalui saluran pernapasan akan mengakibatkan efek endema paru-paru dan pneumonitis kimia (Frank, 1995).

Salah satu alternatif dalam pengolahan limbah yang mengandung logam berat adalah penggunaan bahan-bahan biologi sebagai adsorben. Proses ini disebut *biosorption*.

Biosorption menunjukkan kemampuan biomassa untuk mengikat logam berat dari dalam larutan melalui langkah-langkah metabolisme atau kimia fisika.

Alternatif selain menggunakan arang aktif dan termasuk bahan biologis yang dapat digunakan sebagai bahan baku biosorben adalah limbah dari media tumbuh jamur (*Baglog*). Pada dasarnya *biomassa* yang mengandung selulosa sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai biosorben dan juga kandungan kapur sebagai tambahan pada komposisi *Baglog*. Limbah *Baglog* sebenarnya bisa dimanfaatkan kembali untuk ternak cacing ataupun dibuat pupuk, namun pada umumnya petani jamur membuang begitu saja tanpa dimanfaatkan kembali.

Penelitian ini dilakukan untuk meneruskan penelitian sebelumnya yaitu penelitian *Baglog* dengan aktivasi HCl, disebabkan berdasarkan penelitian sebelumnya aktivasi HCl masih kurang efisien dan efektif dalam meningkatkan kemampuan biosorben untuk menyerap ion logam Kadmium. Oleh karena itu, penelitian kali ini akan menggunakan aktivasi Asam Sitrat ($C_6H_8O_7$) yang diharapkan dengan aktivasi ini akan memunculkan gugus-gugus fungsi baru pada *Baglog* agar dapat menambah kemampuannya dalam menyerap ion logam Kadmium. Selain itu, pada penelitian ini biosorben *Baglog* akan dienkapsulasi dengan *Alginate Gel* yang diharapkan dengan enkapsulasi ini akan memudahkan pemisahan biosorben *Baglog* dari larutan sehingga lebih efisien dalam menyerap ion logam Kadmium pada permukaan air.

TUJUAN PENELITIAN

Pada penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui efektivitas *Baglog* sebagai biosorben baik yang tanpa aktivasi, teraktivasi Asam Sitrat, dan dienkapsulasi *Alginate Gel* dalam

mengadsorpsi ion logam Kadmium (Cd).

2. Mengetahui Isotherm adsorpsi ion logam Kadmium (Cd) menggunakan *Baglog* baik yang tanpa aktivasi, teraktivasi Asam Sitrat, dan dienkapsulasi *Alginate Gel*.

MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas limbah *Baglog* baik yang tanpa aktivasi, teraktivasi Asam Sitrat, dan dienkapsulasi *Alginate Gel* dalam mengadsorpsi ion logam Kadmium dan mampu menjadi bahan alternatif dalam mengatasi permasalahan ion logam Kadmium pada permukaan air.

METODE PENELITIAN

Persiapan Biosorben *Baglog*

Sampah *Baglog* yang dikumpulkan di campur menjadi satu dan kemudian dilakukan pencucian *Baglog* untuk menghilangkan pengotor seperti adanya tanah, bekas jamur, maupun kotoran lainnya yang menempel di *Baglog*. Selanjutnya dilakukan pengeringan *Baglog* dengan cara dijemur dan dioven sampai benar-benar kering. Terakhir, *Baglog* yang benar-benar kering siap untuk dihaluskan dengan ayakan 100 mesh, lalu hasil ayakan disimpan di wadah yang tertutup rapat.

Aktivasi Biosorben *Baglog* dengan Asam Sitrat 1 M

Baglog yang sudah dihaluskan lalu ditimbang sesuai dengan kebutuhan *baglog* yang ingin diaktivasi dengan larutan Asam Sitrat 1 M. Pengaktivasian dilakukan dengan cara melakukan perendaman *baglog* di larutan Asam Sitrat 1 M selama 24 jam. Setelah 24 jam *baglog* dicuci dengan aquadest sampai pH mencapai netral (pH 6). Setelah itu *baglog* dikeringkan dengan cara di oven pada suhu 90°C selama 30 menit dan *baglog* yang sudah

teraktivasi Asam Sitrat 1 M disimpan pada tempat yang aman dan siap digunakan.

Uji Massa Optimum

Uji massa optimum dilakukan dengan menyiapkan massa biosorben sebanyak 50, 100, 200, 300, dan 400 mg pada *baglog* tanpa aktivasi maupun teraktivasi yang kemudian dimasukkan kedalam gelas erlenmeyer yang mempunyai larutan logam Kadmium berkonsentrasi 10 ppm dengan pH 6, kemudian diaduk selama 120 menit dengan kecepatan 150 rpm. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan biosorben dengan larutan untuk diuji konsentrasi tersisanya dengan AAS. Terakhir pembacaan data untuk menentukan massa optimum.

Uji pH Optimum

Uji pH optimum dilakukan dengan variasi pH masing-masing adalah 4, 5, 6, 7, dan 8. Selain itu menggunakan massa optimum biosorben *baglog* tanpa aktivasi maupun teraktivasi yang sudah didapat dipakai dalam uji coba ini dengan waktu pengadukan 120 menit dengan kecepatan 150 rpm dan konsentrasi larutan logam Kadmium 10 ppm. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan biosorben dengan larutan untuk diuji konsentrasi tersisanya dengan AAS. Terakhir pembacaan data untuk menentukan pH optimum.

Uji Waktu Kontak Optimum

Uji waktu kontak optimum dilakukan dengan variasi waktu masing-masing adalah 15, 30, 60, 90, dan 120 menit dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Selain itu menggunakan massa dan pH optimum biosorben *baglog* tanpa aktivasi maupun teraktivasi yang sudah didapat dipakai dalam uji coba dengan konsentrasi larutan logam Kadmium 10 ppm. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan biosorben dengan larutan untuk diuji konsentrasi tersisanya dengan AAS. Terakhir pembacaan

data untuk menentukan waktu kontak optimum.

Uji Variasi Konsentrasi Ion Logam Kadmium (Cd)

Penentuan efisiensi kemampuan bisorben *Baglog* dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan logam Cd masing-masing adalah 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, dan 250 ppm. Selain itu menggunakan massa pH, dan waktu optimum biosorben *Baglog* tanpa aktivasi maupun teraktivasi yang sudah didapat dari percobaan sebelumnya dipakai dalam uji ini dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan biosorben dengan larutan untuk diuji konsentrasi tersisanya dengan AAS. Terakhir pembacaan data untuk menentukan kemampuan penyerapan optimum biosorben terhadap ion logam Kadmium.

Pembuatan Biosorben *Baglog* Dengan Enkapsulasi *Alginate Gel*

Pembuatan biosorben *baglog* yang dienkapsulasi dilakukan dengan membandingkan data Isotherm biosorben *baglog* tanpa aktivasi maupun aktivasi pada uji adsorpsi variasi konsentrasi logam Kadmium, dimana data dengan nilai kemampuan penyerapan yang tinggi digunakan dalam proses enkapsulasi. Enkapsulasi yang digunakan adalah proses enkapsulasi dengan *Alginate Gel*, nantinya larutan *Alginate Gel* 3% akan dicampur biosorben *baglog* dengan massa optimum dan ditetaskan ke dalam larutan CaCl_2 10% menggunakan pipet ukur hingga membentuk bulir-bulir kecil. Setelah itu, biosorben *baglog* dengan enkapsulasi *Alginate Gel* siap digunakan dan disimpan pada tempat yang aman.

Uji Variasi Konsentrasi Ion Logam Kadmium (Cd) Dengan Enkapsulasi *Alginate Gel*

Penentuan efisiensi kemampuan *Alginate Gel* maupun bisorben *Baglog*

dengan enkapsulasi *Alginate Gel* dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan logam Kadmium masing-masing adalah 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, dan 250 ppm. Selain itu massa pH, dan waktu optimum biosorben *Baglog* yang sudah didapat dari percobaan sebelumnya dipakai dalam uji ini dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Selanjutnya dilakukan penyaringan untuk memisahkan biosorben dengan larutan untuk diuji konsentrasi tersisanya dengan AAS. Terakhir pembacaan data untuk menentukan kemampuan penyerapan optimum biosorben terhadap ion logam Kadmium.

Penentuan Model Isotherm

Penentuan model Isotherm dilakukan dengan mengacu pada data uji efisiensi kemampuan biosorben. Pada data tersebut nantinya akan dimasukkan kedalam perhitungan pemodelan Isotherm Langmuir dan Freundlich dan dipilih fenomena mana yang lebih cocok dengan adsorpsi ion logam Kadmium oleh biosorben *Baglog* baik yang tanpa aktivasi, teraktivasi, maupun biosorben dengan enkapsulasi *Alginate Gel* dimana nilai R^2 paling mendekati 1 dari kedua perhitungan pemodelan tersebut.

Analisis Data

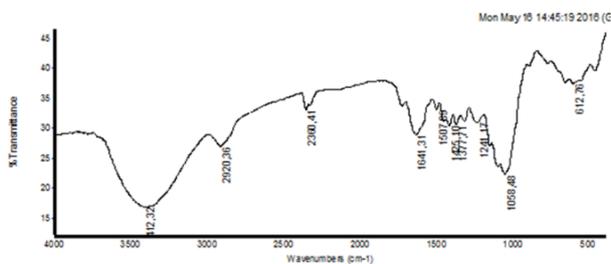
Analisis data dilakukan setelah data dari semua uji coba didapatkan sehingga diketahui trend penyerapan ion logam Kadmium oleh biosorben *Baglog* baik yang tanpa aktivasi, teraktivasi, maupun biosorben dengan enkapsulasi *Alginate Gel*. Dari data uji coba tersebut yang menghasilkan data trend penyerapan ion logam Kadmium oleh biosorben *Baglog* baik yang tanpa aktivasi, teraktivasi, maupun biosorben dengan enkapsulasi *Alginate Gel*, dilakukan pemodelan Isotherm Langmuir dan Freundlich yang nantinya didapatkan koefisien korelasi (R) dari regresi linear yang menunjukkan kecenderungan penyerapan ion logam

Kadmium. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap kemampuan maksimum penyerapan ion logam Kadmium oleh biosorben *Baglog* baik yang tanpa aktivasi, teraktivasi, maupun biosorben dengan enkapsulasi *Alginate Gel*.

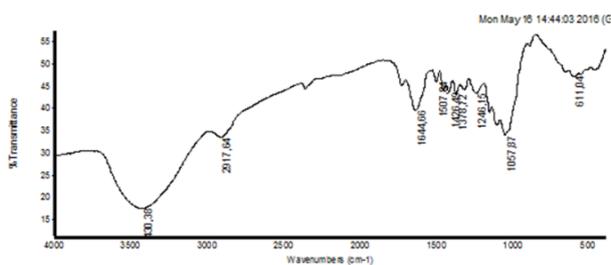
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Biosorben *Baglog* dengan *Fourier Transform Infrared (FTIR)* dan *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Pada analisis karakterisasi biosorben *Baglog* dilakukan dengan teknik *Fourier Transform Infrared (FTIR)* dan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Hasil dari analisis *FTIR* pada biosorben *baglog* yang tanpa aktivasi maupun teraktivasi dapat dilihat pada Gambar 1.a dan 1.b berikut



Gambar 1.a. Analisis *FTIR* Biosorben *Baglog* Tanpa Aktivasi

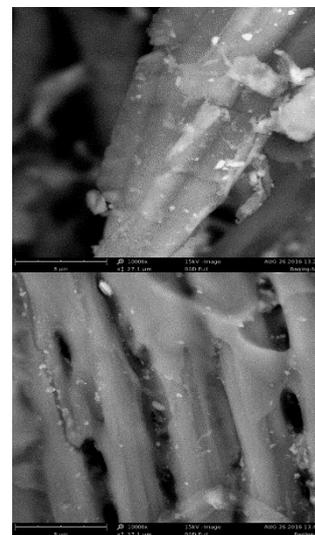


Gambar 1.b. Analisis *FTIR* Biosorben *Baglog* Teraktivasi

Hasil analisis *FTIR* biosorben *baglog* tanpa aktivasi maupun yang teraktivasi berdasarkan dalam Lambert, dkk (1987) menunjukkan pada frekuensi 3412,32/cm untuk *baglog* tanpa aktivasi dan 3430,38/cm untuk *baglog* teraktivasi terdapat gugus fungsi O-H dan NH₂. Gugus fungsi O-H pada analisis *FTIR* menunjukkan adanya selulosa pada

baglog dimana gugus fungsi O-H merupakan gugus hidroksil yang memiliki muatan negatif sehingga mampu mengikat logam Kadmium yang bermuatan positif.

Tujuan analisis *Scanning Electron Microscopy (SEM)* adalah untuk mengetahui morfologi biosorben *Baglog* tanpa aktivasi dan teraktivasi sehingga menunjukkan apakah adanya perubahan yang terjadi dari biosorben *Baglog* tersebut setelah di aktivasi dengan Asam Sitrat 1 M seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.

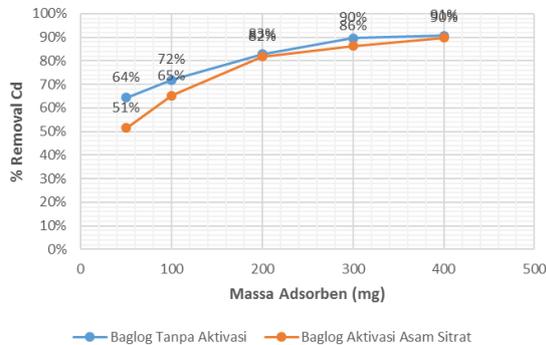


Gambar 2. Hasil Analisis *SEM* Biosorben *Baglog* Tanpa Aktivasi (Atas) dan Teraktivasi Asam Sitrat 1 M (bawah)

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan adanya perbedaan morfologi biosorben *Baglog* tanpa aktivasi dengan teraktivasi dimana bisa dilihat bahwa pada biosorben *Baglog* teraktivasi munculnya pori-pori kecil akibat dari proses aktivasi dengan Asam Sitrat 1 M yang tidak ditemukan pada *Baglog* tanpa aktivasi.

Uji Massa Optimum

Pada uji coba ini dilakukan untuk mengetahui massa optimum biosorben *Baglog* dalam penyerapan ion logam Kadmium.



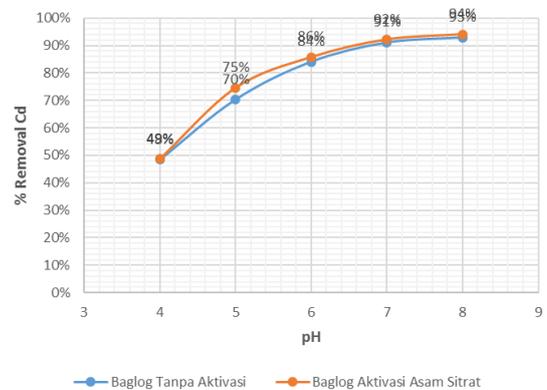
Gambar 3. Grafik Variasi Massa Biosorben *Baglog* (pH larutan 6, waktu kontak 120 menit, konsentrasi Kadmium 10 ppm)

Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa penyerapan ion logam Kadmium akan lebih baik dengan massa yang lebih banyak dikarenakan pada dasarnya semakin banyak jumlah adsorben yang digunakan maka semakin tinggi luas permukaan untuk penyerapan ion logam Kadmium tersebut. Namun dari hasil uji coba tersebut biosorben yang teraktivasi tidak lebih baik dari biosorben tanpa aktivasi. Pada uji coba ini, pH biosorben aktivasi cenderung turun ketika dilakukan pengadukan selama 2 jam. Hal ini disebabkan tidak dilakukan pengecekan dan pengaturan pH larutan setiap 30 menit untuk menjaga pH agar tetap stabil.

Namun dalam hal ini untuk pengujian selanjutnya diambil massa biosorben *Baglog* sebanyak 200 mg saja disebabkan dengan massa tersebut sudah bisa melakukan penyerapan hingga 80% ion logam Kadmium yang terlarut di dalam air dan akan lebih ekonomis dari segi jumlah penggunaan biosorben *Baglog*.

Uji pH Optimum

Pada uji coba ini dilakukan untuk mengetahui pH optimum biosorben *Baglog* dalam penyerapan ion logam Kadmium.



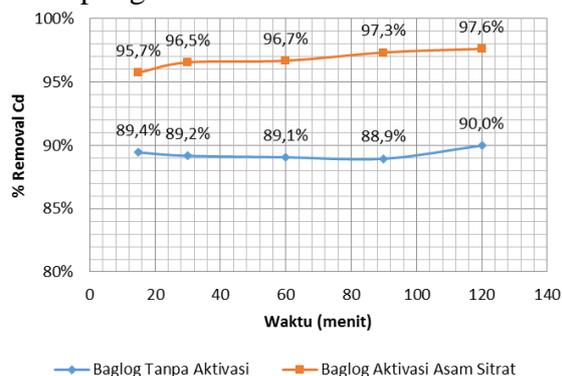
Gambar 4. Grafik Pengaruh pH Terhadap Proses Adsorpsi (massa *baglog* 200 mg, waktu kontak 120 menit, dan konsentrasi Kadmium 10 ppm)

Hasil dari uji coba ini menunjukkan trend dimana semakin meningkat pH larutan maka semakin tinggi penyerapan ion logam Kadmium dan biosorben *Baglog* yang teraktivasi lebih tinggi penyerapannya daripada biosorben tanpa aktivasi. Hal ini ditunjukkan dari persentasi grafik di atas. Pada pH rendah, ion H^+ berkompetisi dengan kation logam Kadmium (Cd^{2+}) untuk berikatan dengan gugus aktif adsorben, sehingga ada beberapa bagian yang melepaskan H^+ dan Kadmium (Cd^{2+}) (Ahmad, dkk, 2009). Kation logam berat akan dilepaskan apabila berada dalam kondisi asam yang ekstrim. Namun pada pH tinggi yang menunjukkan basa, proses adsorpsi logam juga rawan terhidrolisis dan mengendap disebabkan kondisi pH dalam kondisi basa dari pH optimum Kadmium yang terserap akan cenderung berkurang. Jika melihat harga konstanta hasil kali kelarutan (K_{sp}) $Cd(OH)_2$ yang sebesar $5,9 \times 10^{-15}$, maka logam Kadmium akan mengendap sebagai $Cd(OH)_2$ pada pH 8,411. Fakta di lapangan menunjukkan pada pH 9 Kadmium akan membentuk endapan putih (Sriyanti, dkk,

2005). Sedangkan pada kisaran pH 7, adsorpsi Kadmium mulai meningkat. Hal ini dapat disebabkan karena di dalam larutan banyak mengandung ion-ion OH⁻, sehingga ion logam Kadmium(II) akan cenderung berikatan dengan ion OH⁻ (Suhud, dkk, 2012). Berdasarkan alasan tersebut bisa dilihat dari hasil uji coba variasi pH ini dimana pada *Baglog* tanpa aktivasi dan teraktivasi terjadi penyerapan hingga 90% pada pH 7. Maka bisa disimpulkan pH optimum pada percobaan ini adalah pada pH 7.

Uji Waktu Kontak Optimum

Pada uji coba ini dilakukan untuk mengetahui waktu optimum reaksi adsorpsi terhadap logam Kadmium.



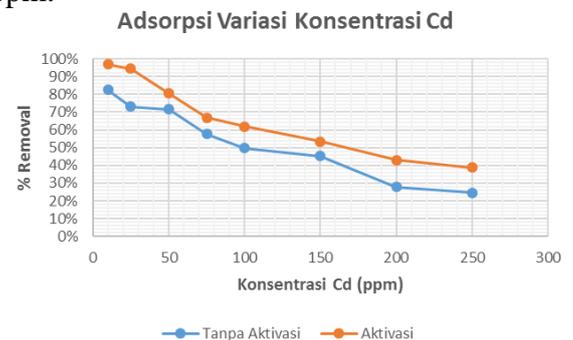
Gambar 4. Grafik Uji Coba Variasi Waktu Adsorpsi Biosorben *Baglog* (massa *baglog* 200 mg, pH larutan 6, dan konsentrasi Kadmium 10 ppm)

Berdasarkan data di atas menunjukkan terjadinya reaksi adsorpsi ion logam Kadmium yang mengalami naik turun baik untuk *Baglog* tanpa aktivasi maupun teraktivasi. Naik turunnya penyerapan pada uji coba ini disebabkan biosorben *Baglog* sudah mengalami kondisi jenuh atau dengan kata lain permukaan biosorben *Baglog* sudah penuh oleh ion logam Kadmium, sehingga proses penyerapan ion logam Kadmium oleh biosorben *Baglog* tidak dapat meningkat lagi. Keadaan ini biasanya ditunjukkan oleh grafik penyerapan ion logam Kadmium yang stagnan pada kisaran nilai optimum yaitu mulai menit

ke 15 ataupun mulai menit ke 30. Dari uji coba ini menunjukkan bahwa *Baglog* yang teraktivasi masih menunjukkan trend penyerapan ion logam yang lebih baik dibandingkan dengan *Baglog* tanpa aktivasi.

Adsorpsi Variasi Konsentrasi Logam Kadmium (Cd)

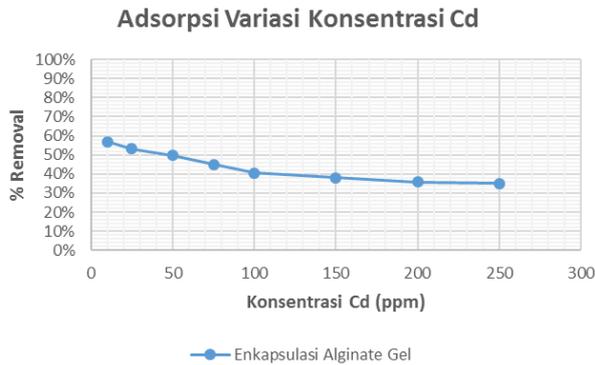
Pada uji coba ini dilakukan percobaan dengan variasi konsentrasi logam Kadmium yaitu 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, dan 250 ppm.



Gambar 5. Grafik Uji Adsorpsi Variasi Konsentrasi Logam Kadmium (massa *baglog* 200 mg, pH larutan 7, waktu kontak 120 menit)

Berdasarkan data di atas menunjukkan terjadinya reaksi adsorpsi ion logam Kadmium yang mengalami penurunan untuk *Baglog* tanpa aktivasi maupun teraktivasi. Terjadinya penurunan penyerapan pada uji coba ini disebabkan biosorben *Baglog* sudah mengalami kondisi dimana biosorben *Baglog* sudah mencapai batas kemampuannya dalam menyerap ion logam Kadmium, sehingga proses penyerapan ion logam Kadmium oleh biosorben *Baglog* tidak dapat meningkat secara signifikan.

Pada uji coba selanjutnya dilakukan dengan variasi konsentrasi logam Kadmium yaitu 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, dan 250 ppm dengan biosorben yang telah dienkapsulasi *Alginate Gel*.

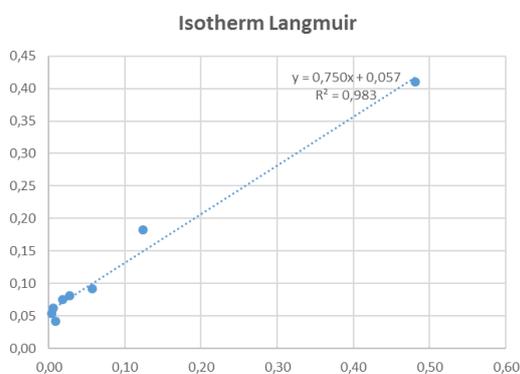


Gambar 6. Grafik Uji Adsorpsi Variasi Konsentrasi Logam Kadmium Biosorben *Baglog* dengan Enkapsulasi *Alginate Gel* (massa 290 mg, pH larutan 7, waktu kontak 120 menit)

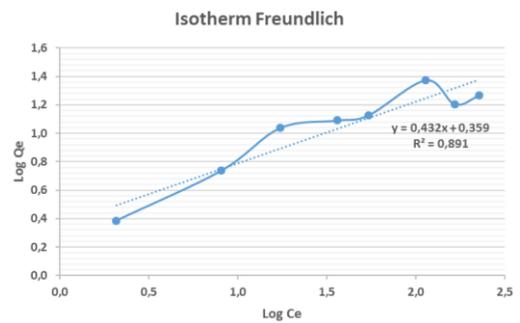
Berdasarkan data di atas menunjukkan terjadinya reaksi adsorpsi ion logam Kadmium yang mengalami penurunan untuk *Baglog* dengan enkapsulasi *Alginate Gel*. Terjadinya penurunan penyerapan pada uji coba ini disebabkan biosorben *Baglog* dengan enkapsulasi *Alginate Gel* sudah mengalami kondisi dimana biosorben *Baglog* sudah mencapai batas kemampuannya dalam menyerap ion logam Kadmium, sehingga proses penyerapan ion logam Kadmium oleh biosorben *Baglog* tidak dapat meningkat secara signifikan.

Isotherm Adsorpsi

Pada perhitungan pemodelan Isotherm Langmuir dan Freundlich terhadap *Baglog* tanpa aktivasi, data dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8 berikut.

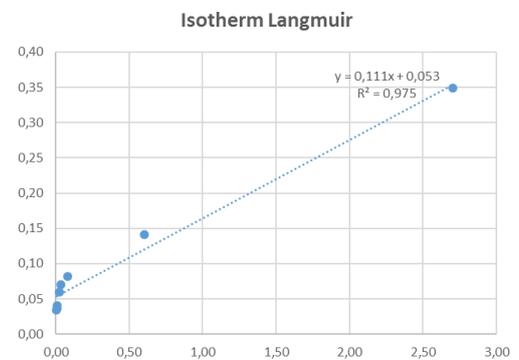


Gambar 7. Grafik Persamaan Isotherm Langmuir *Baglog* Tanpa Aktivasi

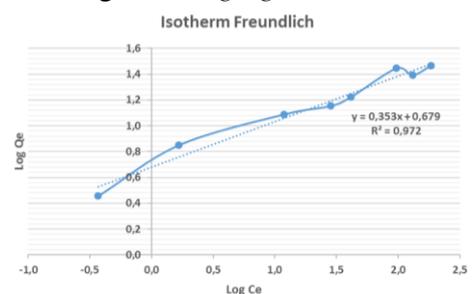


Gambar 8. Grafik Persamaan Isotherm Freundlich *Baglog* Tanpa Aktivasi

Pada perhitungan pemodelan Isotherm Langmuir dan Freundlich terhadap *Baglog* teraktivasi, data dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10 berikut.

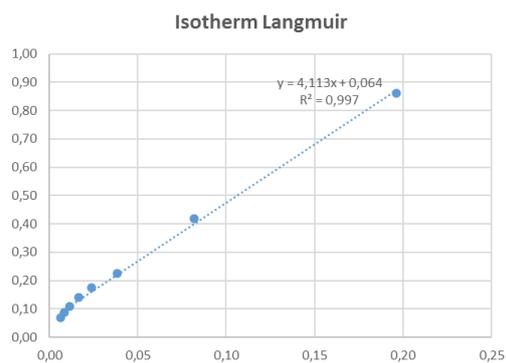


Gambar 9. Grafik Persamaan Isotherm Langmuir *Baglog* Teraktivasi

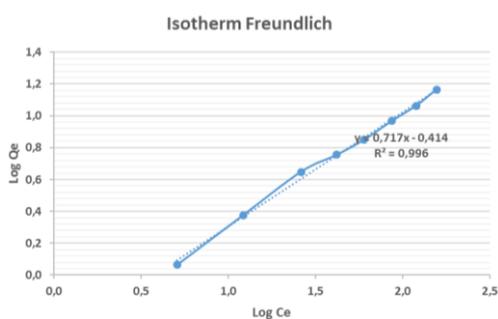


Gambar 10. Grafik Persamaan Isotherm Freundlich *Baglog* Teraktivasi

Pada perhitungan pemodelan Isotherm Langmuir terhadap *Baglog* dengan enkapsulasi *Alginate Gel*, data dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12 berikut.



Gambar 11. Grafik Persamaan Isotherm Langmuir *Baglog* dengan Enkapsulasi *Alginate Gel*



Gambar 12. Grafik Persamaan Isotherm Freundlich *Baglog* dengan Enkapsulasi *Alginate Gel*

Dari grafik di atas terdapat persamaan linear Isotherm Langmuir dan Freundlich dari *Baglog* tanpa aktivasi, teraktivasi maupun *Baglog* dengan enkapsulasi *Alginate Gel*. Dari hal itu maka dapat disimpulkan bahwa pemodelan dengan Isotherm Langmuir lebih cocok dengan adsorpsi yang terjadi pada ion logam Kadmium oleh *Baglog* teraktivasi dimana nilai R^2 yang lebih mendekati 1. Sehingga dari hal tersebut dapat dicari kapasitas maksimum adsorpsi biosorben *Baglog* tanpa aktivasi, teraktivasi maupun *Baglog* dengan enkapsulasi *Alginate Gel* terhadap ion logam Kadmium dengan hasil dari pemodelan Isotherm Langmuir.

Hasil yang didapat pada persamaan kedua pemodelan menunjukkan nilai maksimum kapasitas adsorpsi biosorben *Baglog* (q_m) dan nilai maksimum kapasitas adsorpsi biosorben *Baglog* (K_f). Adapun data

dari hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Mekanisme Isotherm Adsorpsi Biosorben *Baglog*

Biosorben	Langmuir		Freundlich	
	Q_m (mg/g)	R^2	K_f (mg/g)	R^2
Tanpa Aktivasi	17,65	0,984	1,43	0,891
Aktivasi Asam Sitrat	18,80	0,976	1,97	0,973
Enkapsulasi <i>Alginate Gel</i>	15,64	0,997	0,72	0,996

Berdasarkan data di atas dapat disimpulkan bahwa kapasitas adsorpsi dari pemodelan Isotherm Langmuir untuk biosorben *Baglog* dengan berat 200 mg, pH 8, waktu kontak 120 menit dengan kecepatan pengadukan 150 rpm menunjukkan *Baglog* tanpa aktivasi adalah 17,65 mg/g, *Baglog* teraktivasi adalah 18,80 mg/g, dan *Baglog* dengan enkapsulasi *Alginate Gel* adalah 15,64 mg/g. Pada penelitian ini menurut pemodelan yang dilakukan bahwa adsorpsi yang terjadi oleh biosorben *Baglog* baik yang tanpa aktivasi, teraktivasi, maupun biosorben dengan enkapsulasi *Alginate Gel* menunjukkan kecenderungan mengikuti model adsorpsi Isotherm Langmuir dimana nilai R^2 lebih mendekati 1 dibandingkan dengan nilai R^2 dari Isotherm Freundlich. Model adsorpsi Isotherm Langmuir menekankan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terjadi akibat adanya lapisan tunggal (*monolayer*) adsorbat di permukaan adsorben dengan asumsi molekul diadsorpsi oleh *site* (tempat terjadinya reaksi di permukaan adsorben) yang tetap, setiap *site* dapat memegang satu molekul adsorbat, semua *site* mempunyai energy yang sama, dan tidak ada interaksi antar molekul yang teradsorpsi dengan *site* sekitarnya (Ruthven, 1984).

Kesimpulan dari kemampuan *Baglog* dalam penyerapan ion logam Kadmium pada air disebabkan peran gugus fungsi O-H dan C-O yang ada pada *Baglog*. Adanya gugus O-H menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben, sehingga selulosa lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar dari pada zat

yang kurang polar. Mekanisme serapan yang terjadi antara gugus O-H yang terikat pada permukaan dengan ion logam yang bermuatan positif merupakan mekanisme pertukaran ion. Adanya interaksi gugus O-H dengan ion logam disebabkan mekanisme pembentukan kompleks koordinasi oleh atom oksigen pada gugus O-H dimana memiliki pasangan elektron bebas dan ion-ion Cd akan berinteraksi kuat dengan anion yang bersifat basa kuat seperti O-H (Mohamad, 2011). Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi *Baglog* tanpa aktivasi maupun teraktivasi lebih tinggi dibandingkan *Baglog* dengan enkapsulasi *Alginate Gel*, disebabkan *polymer* yang ada pada *Alginate Gel* menutupi sebagian gugus fungsi yang ada pada biosorben *Baglog* sehingga O-H yang ada pada biosorben *Baglog* tidak mampu mengikat ion logam Kadmium secara optimum, namun dengan enkapsulasi *Alginate Gel* dapat memudahkan pemisahan biosorben *Baglog* dari larutan sehingga lebih efisien dalam menyerap ion logam Kadmium pada permukaan air.

KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan terhadap *Baglog* baik yang tanpa aktivasi, teraktivasi, maupun biosorben dengan enkapsulasi *Alginate Gel* dalam menyerap ion logam Kadmium menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Uji variasi massa menunjukkan bahwa massa optimum dalam penyerapan ion logam Kadmium adalah 200 mg, disebabkan semakin banyak massa *Baglog* maka semakin bertambahnya luas permukaan dalam penyerapan.
2. Uji variasi pH menunjukkan bahwa pH optimum dalam penyerapan ion logam Kadmium adalah pada pH 7.

3. Uji variasi waktu kontak menunjukkan bahwa waktu kontak optimum dalam penyerapan ion logam Kadmium adalah 120 menit.
4. Model Isotherm Langmuir adalah model yang paling cocok untuk proses adsorpsi ion logam Kadmium oleh *Baglog* dengan kapasitas adsorpsi untuk *Baglog* tanpa aktivasi adalah 17,65 mg/g, *Baglog* teraktivasi adalah 18,80 mg/g, dan *Baglog* dengan enkapsulasi *Alginate Gel* adalah 15,64 mg/g.
5. Kapasitas adsorpsi *Baglog* tanpa aktivasi maupun teraktivasi lebih tinggi dibandingkan *Baglog* dengan enkapsulasi *Alginate Gel*, disebabkan *polymer* yang ada pada *Alginate Gel* menutupi sebagian gugus fungsi yang ada pada biosorben *Baglog* sehingga O-H yang ada pada biosorben *Baglog* tidak mampu mengikat ion logam Kadmium secara optimum, namun dengan enkapsulasi *Alginate Gel* dapat memudahkan pemisahan biosorben *Baglog* dari larutan sehingga lebih efisien dalam menyerap ion logam Kadmium pada permukaan air.

SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Proses aktivasi biosorben *Baglog* selanjutnya bisa dilakukan dengan aktivasi fisik untuk membuka pori-pori yang ada pada *Baglog*, setelah melakukan proses aktivasi fisik dilanjutkan dengan proses aktivasi kimia. Proses aktivasi kimia disini bertujuan untuk menambah gugus fungsi yang ada pada *Baglog* sehingga kapasitas adsorpsi pada *Baglog* bertambah.

2. Pengujian selanjutnya bisa mencari alternatif lainnya dalam proses enkapsulasi, dimana dicari alternatif bahan dengan *polymer* yang bersifat dapat mengikat sorbat dan tidak menutup kemampuan gugus fungsi dalam mengikat sorbat, sehingga mampu mengoptimalkan kapasitas adsorpsi *Baglog* dengan enkapsulasi.

Padi. Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro, Semarang.

Suhud, I., Tiwow, V.M.A., & Hamzah, B. 2012. **Adsorpsi Ion Kadmium(II) Dari Larutannya Menggunakan Biomassa Akar Dan Batang Kangkung Air.** *J. Akad. Kimia.* **1. 4. 153-158.**

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., Rafatullah, M., Sulaiman, O., Ibrahim, M.H., Chii, Y.Y., & Siddique, B. M. 2009. **Removal Of Cu(II) and Pb(II) Ions From Aqueous Solutions by Adsorption On Sawdust Of Meranti Wood.** *Desal.* **250.** 300-310.
- Danarto, Y.C. 2007. **Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cr(VI) dengan Adsorben Pasir yang dilapisi Besi Oksida, Ekuilibrium,** **6,** 65-70.
- Frank, C.Lu. 1995. **Toksikologi Dasar Asas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko. Edisi II. Penerjemah Edi Nugroho.** **358,** UI-Press. Jakarta.
- Lambert, J.B., Shurvell, H.F., Lightner, d.A., and Cooks, G. 1987. **Introduction to Organic.** Macmillan. Publ. N. Y.
- Mohamad, E. 2011. **Fitoremediasi Logam Berat Kadmium(Cd) Pada Tanah Dengan Menggunakan Bayam Duri (*Amaranthus spinosus L*).** Universitas Negeri Gorontalo.
- Palar, H. 1994. **Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat.** Penerbit PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Ruthven, S. 1984. **Principles of Adsorption and Adsorption Process.** John Wiley. New York.
- Sriyanti, Azmiyawati, C., & Taslimah. 2005. **Adsorpsi Kadmium(II) Pada Bahan Hibrida Tiol-Silika Dari Abu Sekam**