

OPTIMALISASI BIOSORPSI BEKATUL TERHADAP KALSIUM (Ca) DENGAN MENGGUNAKAN METODE *BATCH*

Subarman, Asri Saleh, Aisyah
Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar
Email: asri.dosen.uin@gmail.com

Abstract: The study is titled Optimization of biosorption Biomass Against Calcium (Ca) by using the method of Batch. Background on this research that, the utilization of biomass as an adsorbent bran on the absorption of calcium metal (Ca) and reduce the pollution caused from the bran biomass. This study aims to determine the optimum pH and time as well as processing of biomass with metal biosorption Calcium (Ca). Bran biomass taken directly to rice mills in Kecamatan Pallangga Gowa. The method used in this study is the activation process, the determination of the optimum pH, optimum timing, method in the determination of biosorption Batch, then the results were analyzed by using Atomic absorption spectrophotometer (AAS). The results obtained from this study is that the pH optimum at pH 9, the optimum contact time to 15 minutes, and the biosorption capacity of 14.1804 mg/L.

Keywords: Biomass, adsorption, biosorption, Batch Method and Atomic absorption spectrophotometer (AAS).

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki tingkat produksi padi yang tinggi pada setiap tahun. Pada tahun 2013 produksi padi mencapai 69,27 juta ton yang menghasilkan bekatul 7,1 juta ton (Jono, dkk, 2011).

Bekatul yang dihasilkan kebanyakan digunakan sebagai makanan ternak dan juga digunakan sebagai obat. Bekatul diperoleh dari penggilingan padi diantara lapisan beras dan sekam, ciri khas bekatul ditandai dengan warna krem kecoklatan dengan aroma sama seperti aroma berasnya. Proses penggilingan tersebut diawali dengan penyosohan pertama yang menghasilkan bekatul dengan tekstur kasar karena masih mengandung sekam dan penyosohan kedua menghasilkan bekatul (*rice bran*) yang bertekstur halus dan tidak mengandung sekam. Pemanfaatan bekatul dalam masyarakat yang kurang diperhatikan yang hanya digunakan sebagai makanan ternak, maka untuk menambah nilai ekonomisnya, maka bekatul digunakan oleh para ilmuwan sebagai adsorben untuk mendeteksi logam karena didalam bekatul mengandung gugus Si-O dan OH. (Noer Komari, Ahmad Budi Junaidi, dan Fatmawati, 2006).

Pemanfaatan bekatul sebagai adsorben sangat efektif, karena di dalam bekatul mengandung komponen kimia diantaranya karbohidrat, protein, dan lemak. Gugus karboksilat (R-COOH) memiliki peranan yang besar untuk

mengikat ion logam Ca. Gugus karboksilat merupakan ligan yang bersifat basa keras dan akan mudah berinteraksi dengan ligan yang bersifat asam sehingga ikatan keduanya akan kuat antara ligan (COO^-) dengan atom pusat ion Ca^{2+} . Di samping itu, bekatul yang sudah digunakan sebagai adsorben dan bekatul dapat digunakan kembali (desorpsi) dengan cara mengaliri larutan HCl pada kolom, sehingga dapat digunakan untuk menguji logam yang lain yang terdapat dalam limbah cair (Noer Komari, Ahmad Budi Junaidi, dan Sri Hendriani, 2012).

Penyerapan atau adsorpsi merupakan proses pengolahan limbah radioaktif cair dengan melewati suatu fluida pada suatu padatan sehingga zat-zat yang tidak diinginkan akan ditangkap oleh padatan tersebut. Dibandingkan dengan metode lain, secara teknis proses adsorpsi lebih mudah dilakukan. Pada proses adsorpsi digunakan bekatul, karena mengingat pemanfaatan bekatul yang kurang dan biasanya dibuang begitu saja dan menimbulkan pencemaran lingkungan. Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain suhu dan konsentrasi adsorbat, jumlah adsorben, kelarutan adsorbat, pengadukan dan sifat adsorben dan luas permukaan. Daya adsorpsi bekatul terhadap Ca menggunakan metode *batch*. Variabel yang divariasikan dalam penelitian adalah berat adsorben dan temperatur larutan. Sehingga, semakin meningkat temperatur larutan maka semakin meningkat ion Pb^{2+} yang terserap dan semakin banyak adsorben yang dipakai. Oleh karena itu, ion Pb^{2+} yang terserap pun semakin banyak. Proses adsorpsi pada zeolit adalah adsorpsi fisik, karena pada proses penyerapannya terjadi interaksi pemutusan dan pembentukan ikatan pada suhu yang tinggi (sukardjo). Proses adsorpsi dengan menggunakan metode *batch*, kadar logam yang terserap pada semua variabel diukur dengan AAS (Khairi Rahmi dan Mawaddah).

Menurut Siti Aima (2011) proses adsorpsi sangat efektif terhadap logam Fe dengan menggunakan zeolit 6A terjadi pada suhu kamar. Pada suhu yang lebih tinggi terjadi proses desorpsi yang mengakibatkan ion yang telah terjerap akibat menurunnya daya jerap adsorben (Siti Aima, Ida Zahrina, dan Zultiniar, 2011).

Proses adsorpsi bertujuan untuk memisahkan bahan pada konsentrasi yang kecil dari campurannya terhadap bahan yang memiliki konsentrasi yang tinggi, hal tersebut karena tingginya selektivitas dari adsorpsi. Kecepatan adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa hal yang tidak hanya bergantung pada perbedaan konsentrasi, luas permukaan, adsorben. Disamping itu, juga dipengaruhi oleh suhu, tekanan, ukuran partikel, dan porositas adsorben serta bergantung pada ukuran molekul bahan yang akan diadsorpsi dan viskositas campuran yang akan dipisahkan (Luluk Edahwati dan Suprihatin).

Salah satu cara untuk mengetahui limbah yang tercemar adalah dengan menggunakan metode *batch*. Metode tersebut cukup baik karena bahan yang digunakan mempunyai tingkat keefektifan tinggi untuk menurunkan konsentrasi bahan pencemar yang terkandung dalam limbah cair. Prinsip kerja *batch* dimana pemisahannya dilakukan pada satu tempat sehingga susah untuk memisahkan antara filtrat terhadap residu. Oleh karena

itu, dilakukan sentrifuge untuk memisahkan filtrat dari endapan dan dilanjutkan dengan penyaringan pada kertas Whatman 42. Metode ini berdasarkan penelitian Komari dkk, yang menggunakan suhu rendah untuk pemisahan filtrat dengan residu. Dengan metode ini dihasilkan pemisahan yang berjalan dengan cepat. Residu tersebut kemudian diuji dengan AAS untuk mengetahui konsentrasi logam yang terdapat dalam larutan Ca. (Noer Komari, dkk, 2009).

Tujuan

Tujuan penelitian adalah Untuk mengetahui pH optimum dan waktu optimum pada proses biosorpsi Ca oleh bekatul teraktifkan dan Untuk mengetahui kapasitas biosorpsi terhadap Ca pada bekatul dengan metode *batch*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Kimia Anorganik, Biokimia, dan kimia organik pada bulan Maret-Agustus 2013 di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut, *Bacth*, Spektrofometer Serapan Atom (AAS), Sentrifugator, Oven, Neraca analitik, Ayakan 150 mesh, pH meter, Gelas kimia 100 ml, 500 ml, labu takar 50 ml, 100 ml, Tabung sentrifuge, Botol semprot, Mortar, dan Spatula.

Bahan

Bahan yang digunakan pada percobaan ini sebagai berikut, bahan baku bekatul, HCl (Asam Klorida) 0,1 M, 0,01 M, NaOH (Natrium Hidroksida) 0,1 M, buffer asetat pH 9, silika Gel, logam Kalsium (Ca), aquabides dan tissue.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut: 1) Pengumpulan bekatul dan preparasi bekatul, 2) Aktivasi bekatul dengan NaOH, 3) Penentuan pH optimum untuk pengikatan ion logam, 4) Penentuan waktu optimum pengikatan ion logam, dan 5) Kapasitas biosorpsi Ca oleh bekatul.

Prosedur Kerja

Pengumpulan bekatul dan preparasi Bekatul

Sebanyak 30 gram bekatul diambil langsung dari pabrik penggilingan padi yang berada di Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa. Bekatul terlebih dahulu dipanaskan pada oven pada suhu 121°C selama 15 menit. Bekatul tersebut dihaluskan, kemudian diayak dengan menggunakan

ayakan 150 mesh (Noer Komari dkk, 2012). Bekatul telah siap digunakan untuk penelitian.

Aktivasi bekatul dengan NaOH

Bekatul ditimbang sebanyak 15 gram dan dicuci dengan 20 mL HCl 0,1 M sebanyak dua kali, yang diikuti dengan sentrifuge pada 2800 r.p.m. selama 5 menit, endapan dicuci dengan akuabides sampai netral. Bekatul ditambahkan 150 mL NaOH 0,1 M lalu didiamkan selama 24 jam. Larutan kemudian disentrifuge pada 2800 r.p.m. selama 5 menit dan endapan dicuci dengan akuabides sebanyak dua kali. Kemudian dikeringkan dalam oven selama 8 jam. Setelah kering, bekatul dihaluskan lalu diayak menggunakan ayakan 150 mesh. Bekatul yang telah diaktivasi siap digunakan untuk penelitian selanjutnya. Bekatul aktivasi disimpan pada suhu dingin (5°C).

Penentuan pH optimum untuk pengikatan ion logam

Eksperimen profil pH yang digunakan didasarkan pada prosedur yang telah dilaporkan sebelumnya (Noer Komari dkk, 2012). Sebanyak 250 mg bekatulteraktifkan dimasukkan dalam 50 mL HCl 0,01 M. pH dari larutan diatur menjadi 7,0; 8,0; 9,0; 10; dan 11 dengan penambahan NaOH 0,1 M, kemudian masing-masing dipipet 8 mL dalam tabung reaksi, kemudian dimasukkan ke dalam 5 tabung sentrifuge (duplo). Larutan disentrifuge pada 2800 r.p.m selama 5 menit dan supernatan dipisahkan dari tabung sentrifuge, sedangkan endapan yang dihasilkan dibiarkan dalam tabung senterifuge. Disiapkan larutan Ca 35 mg/L dan pH larutan diatur menjadi 7,0; 8,0; 9,0; 10; dan 11 dengan penambahan NaOH 0,1 M, kemudian diambil 8 mL larutan Ca 35 mg/L untuk ditambahkan kepada masing-masing endapan dengan pH yang sama. Semua larutan dalam tabung sentrifuge di kocok dengan kuat. Kemudian dilakukan sentrifuge pada 2800 r.p.m. selama 5 menit, kemudian supernatant yang dihasilkan dipisahkan dari endapan melalui penyaringan dengan menggunakan kertas saring Whatman. Memipet 5 ml supernatant ke dalam labu takar 50 ml. Supernatan dianalisis dengan menggunakan AAS untuk menentukan konsentrasi Ca.

Penentuan waktu optimum pengikatan ion logam

Bekatul teraktifkan ditimbang 250 mg kemudian ditambahkan larutan buffer asetat pH 9. Setelah larutan dilakukan penyesuaian pada pH 9, masing-masing larutan dipipet 8 ml ke dalam 5 tabung sentrifuge (duplo), tiap tabung untuk setiap interval waktu 10, 15, 20, 25 dan 30 menit. Tiap larutan dilakukan sentrifuge pada 2800 r.p.m selama 5 menit dan supernatant dibuang. Disiapkan 8 mL larutan Ca 35 mg/L yang telah disesuaikan pHnya (pada pH 9) dengan menggunakan buffer asetat pH 9, ditambahkan pada masing-masing endapan. Semua larutan dalam tabung sentrifuge dikocok dengan kuat. Kemudian dilakukan sentrifuge pada 2800 r.p.m. selama 5 menit, supernatant dipisahkan dari endapan melalui penyaringan dengan kertas saring Whatman, kemudian supernatan dianalisis dengan AAS untuk menentukan konsentrasi Ca.

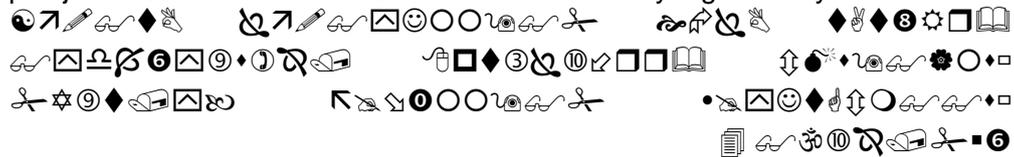
Kapasitas biosorpsi Ca oleh bekatul

Sebanyak 100 mg bekatul yang sudah diaktivasi dilarutkan dalam 20 mL buffer asetat pH 9, dilakukan penyesuaian pada pH 9 dengan penambahan NaOH 0,1 M, kemudian dilakukan sentrifuge pada 2800 r.p.m. selama 5 menit. Supernatan dibuang dan endapan direaksikan dengan 20 mL Ca 35 mg/mL (yang telah dikondisikan pada pH 9) selama 15 menit. Kemudian disentrifuge 2800 r.p.m, selama 5 menit, supernatant dipisahkan dari endapan melalui penyaringan dengan kertas saring whatman, kemudian supernatan dianalisis dengan AAS untuk menentukan konsentrasi Ca.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bekatul yang digunakan pada penelitian ini terlebih dahulu distabilisasi menggunakan oven. Tujuan stabilisasi adalah untuk menginaktivkan enzim lipase, sehingga proses ketengikan akibat enzim tersebut dapat dicegah. Selain itu juga berguna untuk membunuh seluruh mikroba. Bekatul yang digunakan untuk penelitian terlebih dahulu disimpan dalam lemari pendingin pada suhu $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Dengan demikian, kesegaran bekatul dapat dipertahankan sampai lebih dari lima minggu.

Pada penelitian ini digunakan HCl 0,1 M untuk mencuci bekatul. Tujuan pencucian untuk mendesorpsi logam-logam yang terdapat dalam bekatul. Hal ini akan menambah situs aktif yang digunakan untuk mengikat Ca. Keberadaan logam Ca dalam air dapat menyebabkan air bersifat sadah. Maka sangat penting bagi setiap manusia agar menjaga kelestarian lingkungan khususnya dalam perairan sehingga kita bisa mengambil pelajaran dari Firman Allah SWT dalam Al-Qur'an yang berbunyi:



Terjemahnya:

“Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, Maka mengalirlah air di lembah-lembah menurut ukurannya, Maka arus itu membawa buih yang mengambang”.(Surah Al-Ra'd, 17).

Menurut tafsir Al-Mishbah oleh M. Quraish Shihab maksud ayat diatas menyatakan bahwa Allah telah menurunkan air yang bercurah dari langit yaitu air hujan, kemudian air tersebut mengalir dengan arus yang sangat deras di lembah-lembah menurut ukurannya masing-masing, maka arus itu membawa diatasnya buih yang mengembang (M. Quraish Shihab, 2002). Kecenderungan air berada pada tempat yang rendah yang berada di sungai maupun di laut. Apabila air bercampur dengan bahan pembuangan anorganik maka air tersebut akan mengakibatkan kesadahan yang akan mempengaruhi kesehatan khususnya batu saluran kemih. Untuk menghindari hal tersebut,

maka sangat penting untuk menjaga dan melestarikan alam semesta. Hal tersebut berdasarkan firman Allah yang berbunyi:



Terjemahnya:

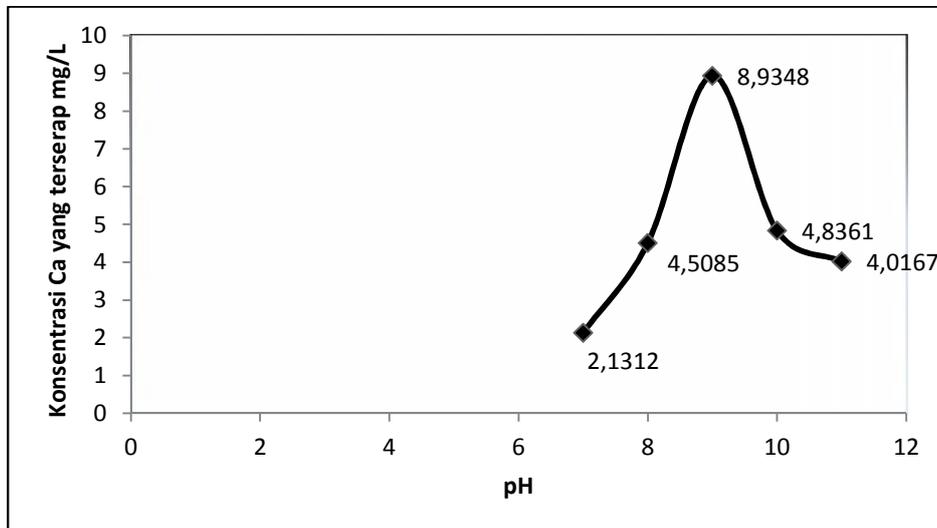
" Dan janganlah kalian membuat kerusakan di atas muka bumi setelah Allah memperbaikinya dan berdo'alah kepada-Nya dengan rasa takut tidak diterima dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik". (al-A'raf:56).

Menurut tafsir Al-Mishbah oleh M. Quraish Shihab maksud ayat diatas yaitu Allah telah menciptakan Alam semesta untuk manusia. Dan manusia diciptakan sebagai khalifah di muka bumi yang mempunyai kewajiban diantaranya untuk menjaga alam semesta dengan baik, bukan sebaliknya mengeksploitasi dan merusaknya. Dengan menyadari firman Allah maka selayaknya kita melestarikan lingkungan terutama dalam bidang industri khususnya pada pabrik padi yang menghasilkan bekatul. Keberadaan bekatul yang tidak dimanfaatkan akan mengakibatkan pencemaran pada lingkungan baik di darat maupun melalui air (M. Quraish Shihab, 2002).

Komposisi bekatul banyak mengandung karbohidrat, protein dan minyak. Molekul-molekul tersebut banyak memiliki gugus fungsi yang mempunyai peranan untuk mengikat Ca seperti gugus karbonil, amino, tiol, hidroksil, fosfat dan hidroksil. Untuk menginaktifkan gugus-gugus fungsi tersebut dilakukan aktivasi menggunakan NaOH 0,1 M.

Penentuan pH optimum untuk pengikatan ion logam

Pada penentuan pH optimum terlebih dahulu bekatul ditambahkan asam. Fungsi penambahan asam untuk lebih memaksimalkan sisi aktif dari bekatul. Kemudian pH dari larutan bekatul dan larutan Ca diatur. Pengaturan pH berfungsi untuk mengetahui pada pH keberapa terjadi kontak yang optimum antara bekatul sebagai penyerap dan logam Ca sebagai zat terserap. Setelah dilakukan dianalisa menggunakan AAS diperoleh pH optimum pada pH 9. Biosorpsi Ca meningkat dengan tajam pada pH 8-9. Setelah pH 9 biosorpsi Ca menurun karena larutan sudah jenuh. Dapat kita lihat pada gambar berikut.

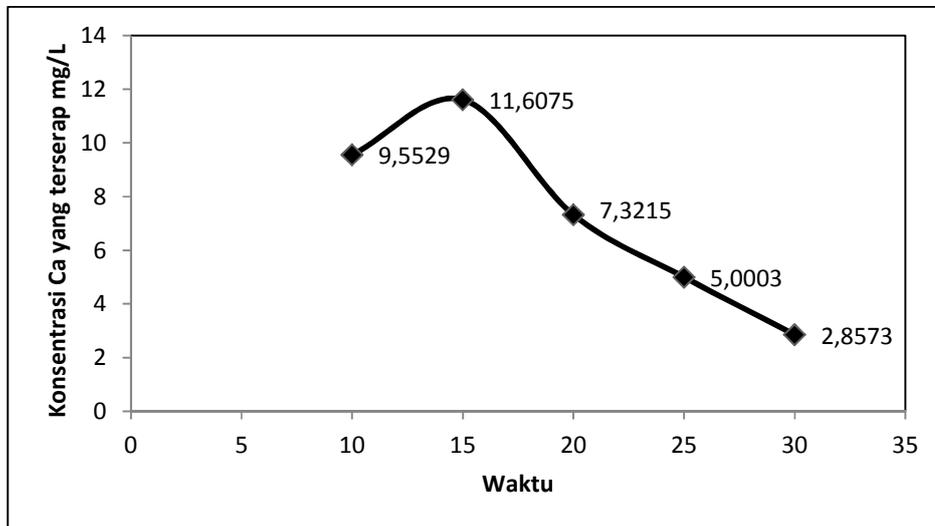


Gambar 1. Penentuan pH optimum untuk pengikatan ion logam

Pada pH rendah, permukaan adsorben bermuatan positif sehingga biosorpsi Ca sangat kecil, sedangkan pada pH yang tinggi permukaan adsorben menjadi bermuatan negatif sehingga akan meningkatkan biosorpsi Ca. Berdasarkan penelitian yang dilaporkan Baig dkk. (1999) gugus karboksil aktif pada kisaran pH 8-9. Gugus karboksil ini memiliki peranan mereduksi proton pada pH rendah, sehingga akan memiliki muatan positif, sedangkan pada pH tinggi (pH 9), gugus karboksil akan mengalami deprotonasi sehingga memiliki muatan negatif. Ligan karboksilat (-COO^-) yang bermuatan negatif inilah yang akan berinteraksi dengan Ca yang bermuatan positif.

Penentuan waktu optimum pengikatan ion logam

Pada penentuan waktu optimum, bekatul dilarutkan dalam buffer pH 9. Penggunaan buffer berfungsi untuk mempertahankan pH dari larutan agar kapasitas bekatul dalam mengikat Ca lebih maksimal. Kemudian mengatur waktu kontak dari larutan bekatul dan larutan Ca. Setelah dianalisa dengan menggunakan AAS, maka diperoleh waktu optimum yang diperlukan oleh bekatul untuk mengadsorpsi ion Ca sebesar lima belas menit karena pada keadaan tersebut tersedia waktu yang cukup untuk terjadinya kesetimbangan antara penyerap yaitu bekatul dan Ca sebagai zat yang terserap. Pengaruh waktu terhadap kemampuan biosorpsi Ca oleh bekatul dapat dilihat pada (Gambar 2). Pada menit sepuluh sampai lima belas nilai konsentrasi Ca mengalami peningkatan, sedangkan setelah lima belas menit jumlah Ca yang terserap relatif menurun karena tidak tersedianya kesetimbangan waktu.



Gambar 2. Penentuan Waktu optimum pengikatan ion logam

Pengikatan ion logam yang cepat oleh bekatul menunjukkan proses biosorpsi Ca berlangsung secara pasif pada lima belas menit pertama yang terjadi hanya pada dinding sel. Setelah waktu lima belas menit proses biosorpsi menurun disebabkan berkurangnya bekatul dalam larutan. Proses penyerapan bekatul terhadap logam Ca dapat dilakukan dengan dua cara yaitu, pertama pertukaran ion monovalent dan divalent dengan Ca, dan yang kedua adalah formasi kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti karbonil dan thiol.

Penentuan Kapasitas Biosorpsi Bekatul

Pada penelitian ini terlebih dahulu melarutkan bekatul ke dalam larutan buffer pH 9. Penggunaan larutan buffer pada pH 9 karena pada pH tersebut kemampuan bekatul untuk menyerap Ca lebih besar. Setelah itu, dilakukan kontak antara endapan dari bekatul dengan larutan Ca selama lima belas menit. Setelah dianalisa menggunakan AAS maka diperoleh nilai kapasitas biosorpsi bekatul tak termobilkan yang memiliki kapasitas biosorpsi sebesar 14,1804 mg/L. Proses ini disebut metode *batch*.

Pada metode *Batch*, bekatul dan ion logam direaksikan dalam satu wadah dimana produk dan reaktan berada dalam satu tempat. Kondisi ini memungkinkan kembalinya ion logam ke dalam larutan karena reaksi biosorpsi bersifat reversibel.

Kapasitas biosorpsi oleh bekatul dapat dijelaskan dengan teori HSAB (*Hard Soft acid based*). Kation yang bersifat asam keras akan berinteraksi kuat dengan ligan yang bersifat basa keras, sedangkan kation yang bersifat asam lunak akan berinteraksi kuat dengan ligan basa lunak. Hasil penelitian menunjukkan gugus karboksilat (R-COOH) memiliki peranan yang lebih besar dalam proses pengikatan Ca. Gugus karboksilat merupakan ligan yang

bersifat basa keras (Lestari dkk., 2013), ligan ini akan berinteraksi kuat dengan ion yang bersifat asam keras. Ca bersifat asam keras dengan demikian ikatan antara ligan (COO^-) dan atom pusat Ca berikatan dengan kuat, sehingga menyebabkan tingginya kapasitas pengikatan Ca oleh bekatul.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Proses biosorpsi logam Ca oleh bekatul teraktifkan optimum pada pH 9 dan waktu kontak selama 15 menit, dan Kapasitas biosorpsi bekatul pada logam Ca dengan menggunakan metode *Batch* adalah 14,1804 mg/L.

Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya agar dilakukan penelitian tentang metode kolom agar diperoleh hasil yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aima, Siti, Ida Zahrina, dan Zultiniar. "Adsorpsi Logam Fe Dengan Zeolit 6A Yang Disintesis Dari Fly Ash Sawit." Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru, 2011.
- Edahwati, Luluk dan Suprihatin. "Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan." Skripsi Sarjana, Fakultas Teknologi Industri Upn "Veteran", Jawa Timur.
- Jono, dkk. "Pengaruh Kecepatan Pengadukan Pada Bleaching Minyak Dedak Padi Melalui Proses Adsorpsi Menggunakan Arang Tulang Aktif." Skripsi Sarjana, Institusi Teknologi Nasional, Bandung, 2011.
- Komari, dkk. "Kajian Biosorpsi Bekatul Terhadap Timbal (II)." Skripsi Sarjana, Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan 2012.
- Komari, dkk. "Penggunaan Bekatul *Potamogeton Sp* Terimobilkan Pada Silika Gel Sebagai Biosorben Cd (II)." Skripsi Sarjana, Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan, 2006.
- Rahmi, Khairidan Mawaddah. "Uji Daya Serap Kristobalit Alam Jaboi Sabang Nangroe Aceh Darussalam terhadap Ion Logam Fe^{3+} ." Skripsi Sarjana, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh, 2009.
- Quraish, M. Shihab. *Tafsir Al-Mishbah*. Jakarta: Lentera hati, 2002.