

KARAKTERISTIK DAN KAPASITAS BIOSORBEN KULIT JERUK SIAM LUMAJANG (*Citrus nobilis Tan.*) TERAKTIVASI H₂SO₄ DALAM MENURUNKAN KADAR Ca DAN Mg DALAM AIR

Anak Agung Gede Agung Satrya Dwipayana^{1*}, I Wayan Sudiarta¹, dan I Wayan Budiarsa Suyasa¹

¹Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali

*E-mail: dwpsatrya@gmail.com

ABSTRAK

Kulit jeruk merupakan salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai biosorben. Biosorben kulit jeruk ini dapat digunakan untuk menurunkan kadar logam Ca dan Mg dalam air. Aktivasi biosorben dari kulit jeruk telah dilakukan dengan mencampur serbuk kulit jeruk dengan H₂SO₄ 3% dengan perbandingan H₂SO₄ terhadap serbuk kulit jeruk sebesar 15 mL : 1 g. Kulit jeruk teraktivasi H₂SO₄ dianalisis luas permukaannya dengan metode metilen biru. Penentuan waktu setimbang biosorben kulit jeruk terhadap logam Ca dan Mg dilakukan dengan variasi waktu 5, 10, 15 dan 20 menit. Variasi waktu yang didapatkan digunakan untuk menentukan isoterm adsorpsi dari biosorben kulit jeruk teraktivasi dengan variasi konsentrasi 50, 75, 100, dan 125 ppm. Kapasitas adsorpsi dari adsorben kulit jeruk teraktivasi dapat diketahui dari perhitungan nilai b pada persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan nilai log K pada persamaan isoterm adsorpsi Freundlich. Hasil dari penentuan luas permukaan biosorben kulit jeruk teraktivasi adalah 32,01 m²/g. Pada penentuan waktu setimbang adsorpsi didapatkan hasil waktu terbaik untuk penyerapan logam Ca yaitu 20 menit dimana penyerapannya sebesar 9,83 mg/g dan waktu terbaik untuk penyerapan logam Mg adalah 5 menit dengan penyerapan sebesar 8,29 mg/g. Pada tahap penentuan isoterm adsorpsi biosorben kulit jeruk teraktivasi didapatkan hasil bahwa penyerapan logam Ca dan Mg lebih dominan mengikuti pola isoterm adsorpsi Freundlich, hal ini dikarenakan nilai R² untuk persamaan Freundlich pada masing-masing logam Ca dan Mg yaitu 0,8622 dan 0,9989 lebih besar dibandingkan nilai R² pada persamaan Langmuir yaitu 0,6541 dan 0,9864. Nilai kapasitas adsorpsi dari biosorben kulit jeruk terhadap masing-masing logam yaitu untuk logam Ca sebesar 0,16 mg/g dan untuk logam Mg sebesar 1,90 mg/g.

Kata kunci: Adsorben, Kulit Jeruk, Biosorben

ABSTRACT

Orange peel is one of waste that can be utilized as biosorbent. Orange peel biosorbents can be used to reduce the amount of metals Ca and Mg contained in water. Activation of the biosorbent has been done by mixing the powdered of orange peel with H₂SO₄ 3%. The proportion of H₂SO₄ with orange peel powder used was 15 mL: 1 g. Activated biosorbent surface area was analyzed with methylene blue method. Equilibrium time of the activated biosorbent to Ca and Mg was done by varying the time from 5, 10, 15 to 20 minutes. The equilibrium time obtained was used to determine the adsorption isotherms of the activated biosorbents by varying the concentrations which was of 50, 75, 100, and 125 ppm. Adsorption capacity of the activated biosorbents can be seen from the calculation of the value of b in Langmuir adsorption isotherm equation and the value of log K on Freundlich adsorption isotherm equation. The surface area of the activated biosorbent obtained was of 32.01 m²/g. The best equilibrium time for the absorption of Ca was 20 minutes in which the absorption capacity was of 9.83 mg/g and the best equilibrium time for the absorption of Mg was 5 minutes with absorption capacity of 8.29 mg/g. Activated biosorbents showed that the uptake of Ca and Mg preferred to follow the pattern of Freundlich adsorption isotherms, in which the value of R² for the Freundlich equation for each metal of Ca and Mg (0.8622 and 0.9989, respectively), was greater than the value of R² in the Langmuir equation (0.6541 and 0.9864, respectively). The adsorption capacity of activated biosorbents against Ca was 0.16 mg/g and against Mg was 1.90 mg/g.

Keywords: Adsorben, orange peel, biosorbent, orange peel.

PENDAHULUAN

Kesadahan merupakan salah satu sifat kimia yang dimiliki air. Kesadahan air disebabkan adanya ion-ion Ca²⁺ dan Mg²⁺. Berdasarkan standar kesadahan menurut Peraturan MENKES RI, 2010, batas maksimum kesadahan air minum yang dianjurkan yaitu 500 mg/L CaCO₃. Bila melewati batas maksimum maka harus diturunkan (Bakti, 1995). Masalah yang timbul karena tingginya tingkat kesadahan air antara lain adalah dalam penggunaan air rumah tangga mengakibatkan konsumsi sabun lebih banyak dikarenakan sabun menjadi kurang efektif akibat sabun yang dimasukkan kedalam air bereaksi dengan karbonat dari Ca²⁺ dan Mg²⁺. Selain itu pada industri, air pengisi boiler memerlukan kualitas air yang baik yaitu dengan kesadahan kurang dari 1,79 mg/L CaCO₃ agar tidak terjadi kerusakan pada boiler dan pipa – pipa salurannya selain itu juga dapat menghambat pemanasan (Aritonang, 2008)

Berdasarkan permasalahan mengenai kesadahan air, maka diperlukan teknologi tepat guna dalam upaya menurunkan tingkat kesadahan air. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah biosorpsi. Berbagai bahan-bahan biologis dapat digunakan sebagai bahan baku biosorben. Bahan biologis memiliki kemampuan sebagai biosorben logam berat karena memiliki gugus aktif dalam bahan tersebut. Gugus-gugus aktif tersebut diantaranya gugus hidroksi dan amino pada kitin, gugus fosfat pada asam nukleat, *sulphydryl* dan karboksil pada protein. Gugus-gugus inilah yang akan menarik dan mengikat logam pada biomassa (Ahalya dkk., 2003).

Beberapa contoh biosorben yang dapat digunakan dalam penanganan limbah kromium adalah kitosan, serbuk gergaji, mikroalga, serta *Saccharomyces cerevisiae*. Bahan lain yang biasa dimanfaatkan sebagai biosorben adalah limbah pertanian diantaranya kulit jerami padi, kulit kentang dan kulit buah-buahan (Kurniasari, dkk, 2012).

Salah satu limbah biomassa hasil kegiatan pertanian yang melimpah di Indonesia adalah limbah kulit jeruk sebagai hasil samping komoditas buah jeruk. Menurut data BPS (Badan

Pusat Statistik) Indonesia tahun 2011 produksi buah jeruk adalah 2.479.852 ton dengan luas pertanaman yang telah berproduksi diperkirakan lebih dari 100.000 hektar. Produksi dan panen jeruk di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun tetapi agribisnis buah jeruk di Indonesia masih didominasi oleh jeruk siam (yang mencapai 80 persen dari total produksi jeruk).

Senyawa yang terdapat dalam kulit jeruk antara lain hemiselulosa, selulosa, pektin dan asam askorbat. Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari α -(1, 4)-poli-glukosa, dengan berat molekul yang besar. Unit ulangan dari polimer selulosa terikat melalui ikatan glikosida yang mengakibatkan struktur selulosa linier (HAWAB, 2004). Bahan aktif lain dari limbah pertanian yang dapat berperan untuk mengikat logam berat adalah pektin. Pektin dari kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*) mampu menyerap logam, karena mengandung gugus aktif karboksilat yang mampu mengikat logam membentuk senyawa kompleks yang tidak larut dalam air (Kupchik, dkk., 2005). Pektin dan asam askorbat pada kulit jeruk adalah komponen utama untuk menurunkan kadar Ca dan Mg dalam air.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni kulit jeruk, Akuades, H₂SO₄ 3 %, Metilen Biru, CaCO₃, MgSO₄.7H₂O dengan kualitas pro analisis merk Merck.

Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yakni seperangkat peralatan gelas, kertas saring, timbangan analitik, pipet volume, bola hisap, *magnetic stirrer* dan *hotplate*, oven, Instrumen Spektrofotometer UV-Vis Double Beam Shimadzu/UV-1800 dan Spektrofotometer Serapan Atom Shimadzu/AA-7000 Series.

Cara Kerja

Preparasi dan Aktivasi Serbuk Kulit Jeruk

Buah jeruk dikupas dan dipisahkan kulit dan dagingnya. Kulit jeruk sebanyak 1 kg dicuci hingga bersih, kemudian di angin-anginkan di

tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung selama 24 jam, selanjutnya kulit jeruk diblender hingga ukuran kecil-kecil. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven agar mudah ditumbuk. Setelah halus diayak menggunakan ayakan ukuran 63 mesh.

Serbuk kulit jeruk dicampur larutan H_2SO_4 3 % dengan perbandingan H_2SO_4 terhadap kulit jeruk sebesar 15 mL : 1 gram dan diaduk selama 1 jam. Kemudian disaring dan residunya dicuci menggunakan akuades hingga pH netral. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $60^\circ C$ sehingga diperoleh biosorben kulit jeruk teraktivasi H_2SO_4 (BAS).

Penentuan Luas Permukaan Adsorben dengan Metilen Biru

Sebanyak 0,1 gram BAS ditambahkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 20,0 mL larutan metilen biru 50 ppm. Larutan kemudian diaduk dengan pengaduk magnet dengan waktu kontak yang bervariasi yaitu 10, 20, 30, 40 dan 50 menit. Campuran disaring dan filtratnya dianalisis menggunakan UV-Vis untuk menentukan konsentrasi metilen biru sisa.

Dengan demikian diperoleh konsentrasi metilen biru pada masing-masing filtrat. Jumlah metilen biru yang diserap ditentukan dengan metode kurva kalibrasi. Banyaknya metilen biru yang terserap oleh tiap gram sampel dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{ads} = \frac{c_1 - c_2}{1000} \times V \times \frac{1}{B}$$

Penentuan Waktu Setimbang Adsorben Kulit Jeruk

Larutan sampel Ca, Mg dan Fe dengan konsentrasi 100 ppm dimasukkan sebanyak 200 mL ke dalam 3 buah gelas beker 250 mL, selanjutnya ditambahkan 0,5 gram BAS pada masing-masing gelas beker, selanjutnya diaduk menggunakan pengaduk magnet dengan variasi waktu kontak 5, 10, 15 dan 20 menit, sampai waktu setimbang. Kemudian larutan pada masing-masing gelas beker diambil sebanyak 15 mL dan disaring menggunakan kertas saring. Hasil penyaringan yang berupa filtrat dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

Waktu setimbang diketahui dengan cara membuat grafik antara banyaknya Ca dan Mg yang

diadsorpsi oleh per gram adsorben dengan variasi waktu kontak.

Penentuan Isoterm Adsorpsi dan Kapasitas Adsorpsi Adsorben Kulit Jeruk

Larutan sampel Ca dan Mg dengan konsentrasi 50 ppm, 75 ppm, 100 ppm, dan 125 ppm dimasukkan sebanyak 200 mL ke dalam 12 buah gelas beker 250 mL, masing-masing ditambahkan BAS sebanyak 0,5 gram, selanjutnya diaduk menggunakan pengaduk magnet selama (waktu setimbang). Kemudian larutan pada masing-masing gelas beker diambil sebanyak 15 mL dan disaring menggunakan kertas saring. Hasil penyaringan yang berupa filtrat dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

Isoterm adsorpsi diketahui dengan cara membuat grafik antara banyaknya Ca dan Mg yang diadsorpsi oleh per gram adsorben dengan variasi konsentrasi. Rumus persamaan isoterm adsorpsi Langmuir yaitu $Q_e = \frac{X_m K C_e}{(1 + K C_e)}$ dengan bentuk linier $\frac{C_e}{Q_e} = \frac{1}{X_m K} + \frac{C_e}{X_m}$ dan untuk isoterm adsorpsi Freundlich yaitu $Q_e = K_f C_e^{1/n}$ dengan bentuk linier $\log Q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e$

Kapasitas adsorpsi dari adsorben kulit jeruk dapat diketahui dengan cara menghitung nilai b pada persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan nilai $\log K_f$ pada persamaan isoterm adsorpsi Freundlich.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Permukaan dengan Metilen Biru

Luas permukaan adsorben adalah salah satu karakter fisik yang sangat penting dalam proses adsorpsi. Pada penelitian ini luas permukaan biosorben ditentukan dengan metode metilen biru. Adsorben yang digunakan adalah biosorben kulit jeruk yang teraktivasi H_2SO_4 .

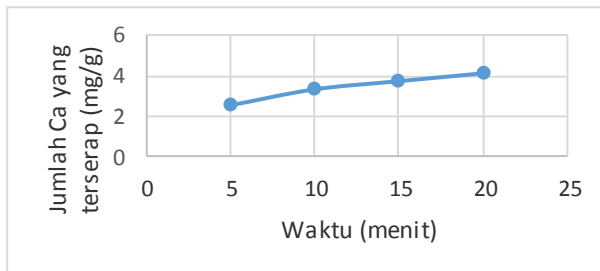
Pada analisis ini panjang gelombang 664,2 nm digunakan sebagai panjang gelombang maksimum dari metilen biru. Luas permukaan adsorben dengan metilen biru dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas permukaan Biosorben kulit jeruk teraktivasi metilen biru

t (menit)	C1 (mg/L)	C2 (mg/L)	Wads (mg/g)	S (m ² /g)
10	50	12,7088	7,4507	27,5834
20	50	10,9292	7,8063	28,8998
30	50	3,8294	9,2248	34,1513
40	50	3,3016	9,3303	34,5419
50	50	0,4708	9,4244	34,8903
Rata-rata =				32,0133

Pengaruh Waktu Kontak Adsorpsi Biosorben Kulit Jeruk

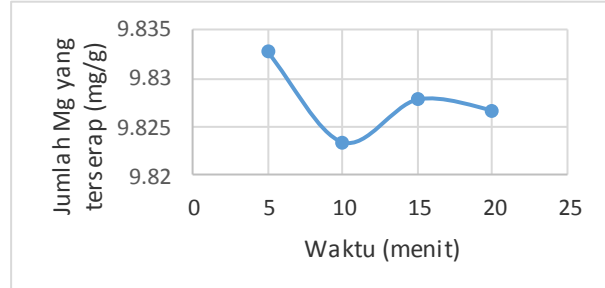
Penentuan pengaruh waktu kontak bertujuan untuk mengetahui waktu minimum yang dibutuhkan oleh adsorben untuk mengadsorpsi logam Ca dan Mg secara maksimum sampai tercapai keadaan jenuh. Keadaan jenuh terjadi apabila adsorben diinteraksikan dengan logam Ca dan Mg sampai tercapai waktu setimbangnya sehingga adsorben tidak mampu lagi menyerap logam tersebut atau kemampuan menyerapnya menurun. Untuk mengetahui waktu setimbang biosorben kulit jeruk teraktivasi H₂SO₄, maka diplotkan grafik dengan waktu kontak sebagai sumbu X dan jumlah Ca dan Mg yang terserap sebagai sumbu Y. Grafik waktu optimum ditampilkan pada Gambar 1 untuk logam Ca dan Gambar 2 untuk logam Mg



Gambar 1. Grafik pengaruh waktu kontak terhadap Ca yang terserap

Gambar 1. menunjukkan dengan kenaikan waktu kontak jumlah logam Ca yang terserap juga meningkat. Hal ini terjadi karena adanya ikatan yang kuat pada proses adsorpsi, ikatan yang terjadi berupa ikatan kimia. Berdasarkan dari keempat variasi waktu yang digunakan untuk menganalisis

kemampuan adsorben kulit jeruk terhadap Ca dipilih waktu 20 menit sebagai waktu yang terbaik karena pada waktu 20 menit adsorben menyerap logam Ca paling tinggi yaitu sebesar 7,3532 mg/g.



Gambar 2. Garfik pengaruh waktu kontak terhadap Mg yang terserap

Berdasarkan Gambar 2. jumlah Mg yang terserap pada waktu kontak 10 menit mengalami penurunan dan kembali mengalami peningkatan pada waktu kontak 15 menit. Pada waktu kontak 20 menit mengalami penurunan. Hal ini terjadi karena proses adsorpsi yang berlangsung yaitu adsorpsi fisik, salah satu ciri-ciri adsorpsi fisik yaitu memiliki ikatan yang lemah dan mudah terlepas dari adsorben, inilah yang menyebabkan grafik tidak konsisten atau naik turun. Berdasarkan dari keempat variasi waktu yang digunakan untuk menganalisis kemampuan adsorben kulit jeruk terhadap Mg dipilih waktu 5 menit sebagai waktu yang terbaik karena pada waktu 5 menit adsorben menyerap logam Mg paling tinggi yaitu sebesar 9,8327 mg/g.

Isoterm Adsorpsi Adsorben Kulit Jeruk Teraktivasi

Pola isoterm adsorpsi yang sesuai untuk penjerapan Ca dan Mg oleh biosorben kulit jeruk teraktivasi dilakukan dengan menerapkan persamaan isoterm adsorpsi pola Langmuir dan Freundlich, yaitu dibuat grafik antara C_e/Q_{ads} vs C_e untuk persamaan Langmuir dan $\log Q_{ads}$ vs $\log C_e$ untuk persamaan Freundlich pada setiap adsorben. Kesesuaian pola isoterm diketahui dengan melihat nilai regresi dari masing-masing persamaan. Data nilai regresi dari masing-masing persamaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai regresi linier (R²) dari masing-masing pola isoterm

Sampel	R ² untuk Langmuir	R ² untuk Freundlich
Logam Ca	0,6541	0,8622
Logam Mg	0,9864	0,9989

Berdasarkan data dari Tabel 2 terlihat bahwa nilai R² untuk persamaan Freundlich pada masing-masing logam Ca dan Mg lebih besar dibandingkan nilai R² pada persamaan Langmuir. Secara teori hal ini berarti bahwa interaksi yang terjadi pada permukaan biosorben kulit jeruk teraktivasi H₂SO₄ dengan logam Ca dan Mg dominan mengikuti pola isoterm adsorpsi Freundlich. Dimana ciri-ciri dari pola isoterm Freundlich antara lain memiliki ikatan kimia yang lemah, setiap biosorben memiliki potensi penyerapan yang berbeda-beda (*multilayer*) dan teori isoterm adsorpsi Freundlich ini berlaku untuk adsorpsi fisika yaitu membentuk lapisan *multilayer* (Kriswanti dan Danarto, 2007).

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Adsorben Kulit Jeruk

Penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui kemampuan biosorben kulit

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kulit jeruk teraktivasi H₂SO₄ dapat dimanfaatkan dalam menurunkan kadar logam Ca dan Mg dalam air. Nilai dari kapasitas adsorpsi bioadsorben kulit jeruk terhadap logam Ca dan Mg yaitu sebesar 0,1636 mg/g dan 1,9005 mg/g

Saran

Dari hasil penelitian dan simpulan, disarankan bahwa pada tahap aktivasi kulit jeruk dilakukan dengan senyawa asam lain maupun basa yang lain. Pada tahap penentuan waktu setimbang adsorben dan penentuan isoterm adsorpsi adsorben ditambahkan paramter lain yaitu pengaruh suhu dan pH terhadap hasil analisis.

jeruk teraktivasi H₂SO₄ dalam menjerap logam Ca dan Mg dengan cara mengitung nilai b pada persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan nilai log K pada persamaan isoterm adsorpsi Freundlich. Berdasarkan perhitungan pola isoterm adsorpsi, semua adsorpsi mengikuti pola isoterm adsorpsi Freundlich. Berikut hasil pengukuran kapasitas adsorpsi (b) dan konstanta kesetimbangan adsorpsi (K) dari adsorben kulit jeruk. Data nilai kapasitas dan keserimbangan adsorpsi adsorben berdasarkan persamaan Langmuir dan Freundlich dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai kapasitas dan kesetimbangan adsorpsi adsorben berdasarkan persamaan Langmuir dan Freundlich

Sampel	Langmuir		Freundlich	
	b (mg/g)	K	n	K (mg/g)
Logam Ca	-	-	0,1787	0,1636
Logam Mg	0,1106	0,6171	0,0147	1,9005

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa biosorben kulit jeruk memiliki kapasitas adsorpsi tertinggi untuk menyerap logam Mg yaitu sebesar 1,9005 dilanjutkan logam Ca sebesar 0,163 mg/g,

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada teman-teman angkatan 2011 atas bantuan yang diberikan untuk berjalannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahalya, N., Ramachandra, T. V., Kanamadi, R. D. 2003. Biosorption of Heavy Metal. *Research Journal of Chemical and Environment* 7 (4), 71-79.
- Aritonang, C.D., 2008, *Kesadahan : Analisa dan Permasalahannya Untuk Air Industri*, Universitas Sumatera Utara, Medan
- Bakti, H., 1995, *Pelatihan Penyehatan Air*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta
- HAWAB, 2004, *Pengantar Biokimia*, Bayumedia, Malang Jawa Timur

Karakteristik dan Kapasitas Biosorben Kulit Jeruk Siam Lumajang (*Citrus nobilis Tan.*) Teraktivasi H₂SO₄ dalam Menurunkan Kadar Ca dan Mg dalam Air
(Anak Agung Gede Agung Satrya Dwipayana, I Wayan Sudiarta, dan I Wayan Budiarsa Suyasa)

- Kriswanti, Enny A dan Danarto, Y.C., 2007, model Kesetimbangan Adsorpsi Cr dengan Rumput Laut, *Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, UNS, Ekuilibrium Vol. 6 No. 2 Juli 2007: 47-52*, Semarang
- Kupchick, L. A., Kartel, N.T., Bogdanov, E.S., Begdanova, O. V., and Kupchick, M. P. 2005. Chemical Modification of Pectin to Improve It's sorption properties. *Russian Journal of Applied chemistry*. 79 (3). 457
- Kurniasari, L., Riwayanti, I., Suwardiyono. 2012. Pektin Sebagai Alternatif Bahan Baku Biosorben Logam Berat. *Momentum* 8 (1) : 1-5