

PEMANFAATAN KULIT KACANG TANAH (*Arachis hypogaea*) UNTUK BIOADSORPSI LOGAM KALSIUM DAN MAGNESIUM

Uji Pratomo*, Rubianto A. Lubis, Diana Hendrati, Titin Sofyatin & Vidia Afina Nuraini

Departemen Kimia, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Jatinangor, Km. 21, Sumedang, Indonesia

*Alamat korespondensi : uji_pratomo@yahoo.com

Abstrak: Masyarakat Indonesia banyak menggunakan air tanah sebagai sumber air untuk keperluan rumah tangga dan industri. Kontaminan air tanah penyebab kesadahan berupa ion-ion divalen Ca^{2+} dan Mg^{2+} menimbulkan masalah bagi penggunaan domestik dan industri, seperti terbentuknya kerak pada peralatan dan konsumsi deterjen yang lebih tinggi. Salah satu metode yang efektif untuk melunakkan air sadah adalah adsorpsi menggunakan biosorben. Biosorben yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) yang mengandung berbagai gugus fungsi sehingga efektif mengadsorpsi ion-ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam matriks air sadah. Adsorpsi dengan metode batch dilakukan melalui berbagai variasi berat adsorben, pH, dan waktu pengadukan. Kondisi optimum diperoleh pada pH 9 dan berat kulit kacang tanah sebanyak 1 g. Nilai kapasitas adsorpsi terhadap ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} masing-masing sebesar 3,62 dan 2,89 mg/g. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kulit kacang tanah sangat berpotensi sebagai biosorben yang ramah lingkungan, mudah, dan murah untuk menyerap logam Ca dan Mg.

Keyword : Kulit kacang tanah, biadsorben, magnesium, kalsium, *A. Hypogaea*

Abstract: Ground water is one of main water source for household and industrial application in Indonesia. However, ground water contaminant such as divalent ions Ca^{2+} and Mg^{2+} can cause water hardness and become serious problem for domestic and industrial application, including crust formation and high detergent consumption. One of effective methods for softening hard water is by adsorption process using bioadsorbent. Bioadsorbent used in the present study was peanut hull (*Arachis hypogaea* L.) which contain functional groups so that it can effectively adsorb Ca^{2+} and Mg^{2+} ions in hard water. Adsorption using batch method was performed with various adsorbent weight, pH and shaking time. The optimum condition was found achieved at pH 9 with 1 g of adsorbent. Adsorbent capacity value for Ca^{2+} and Mg^{2+} was 3.62 and 2.89 mg/g, respectively. Based on the present results it can be concluded that peanut hull is potential to be used as bioadsorbent that environmentally friendly, easy and cheap to adsorb Ca^{2+} and Mg^{2+} ions.

Keywords: peanut peel, bioadsorbent, magnesium, calcium, *A. hypogaea*

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu kebutuhan yang sangat penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Selain sebagai sumber air minum, air banyak digunakan pula di berbagai sektor terutama industri, rumah tangga, dan agrikultur (Jayalakhsmi *et al.*, 2014). Masyarakat Indonesia banyak menggunakan air tanah sebagai sumber air untuk keperluan rumah tangga. Air tanah biasanya terkontaminasi dengan sejumlah zat-zat kimia, seperti nitrat, logam berat, besi terlarut, dan ion-ion yang menyebabkan kesadahan (Rolence *et al.*, 2014). Garam-garam kalsium dan magnesium merupakan penyebab utama kesadahan dalam air (Davis, 2010). Ion-ion divalen ini menyumbang permasalahan tersendiri bagi penggunaan domestik dan industri, diantaranya menyebabkan kerak dalam boiler, mesin cuci, dan pipa (Seo *et al.*, 2010) serta timbulnya noda pada pakaian dan bak cuci (Rolence *et al.*, 2014). Selain itu, ion-ion tersebut juga bereaksi dengan anion pada sabun sehingga menurunkan efektivitas pencucian. Akibatnya, konsumsi deterjen menjadi lebih tinggi (Saeed & Hamzah, 2013).

Air sadah pun ternyata menyebabkan masalah kesehatan yang cukup serius. WHO melaporkan

bahwa kelebihan konsumsi kalsium dapat menyebabkan batu ginjal, sedangkan magnesium berakibat pada diare (WHO, 2010) dan gejala keracunan (Saeed & Hamzah, 2013). Secara umum, sumber air dengan total kesadahan >200 mg/L masih dapat digunakan oleh konsumen, namun dikategorikan sebagai sumber air yang buruk. Nilai kesadahan yang melebihi 500 mg/L tidak dapat digunakan untuk konsumsi domestik (WHO, 2010).

Banyak metode yang telah digunakan untuk melunakkan air sadah dengan menghilangkan ion-ion divalen (Ca^{2+} dan Mg^{2+}), diantaranya: proses elektrokimia (Zeppenfeld, 2011), reaksi berkatalis enzim (Arugulu *et al.*, 2012), nanofiltrasi (Galanakis *et al.*, 2012), elektrodialisis (Kabay *et al.*, 2002), ultrafiltrasi (Abrahamse *et al.*, 2008), pertukaran ion (Muraview *et al.*, 1996), dan membran (Park *et al.*, 2007). Namun, penggunaan metode-metode ini memerlukan biaya yang tinggi untuk instalasi, operasi, dan pemeliharaannya (Rolence *et al.*, 2014). Adsorpsi merupakan metode alternatif yang cukup menjanjikan untuk pengolahan air karena desain yang lebih sederhana, dapat menggunakan limbah yang banyak tersedia di lingkungan, tidak menggunakan

bahan kimia, dan bebas dari pembentukan lumpur atau endapan. Beberapa adsorben telah dilaporkan dapat menghilangkan kesadahan air, diantaranya batu apung (Sepehr *et al.*, 2013), biji Moringa oleifera (Muyibi & Evison, 1994), dan kulit kelapa (Rolence *et al.*, 2014).

Kacang tanah telah banyak dikonsumsi di Indonesia sehingga jumlah kulit kacang tanah yang dibuang ke lingkungan pun semakin banyak. Namun, belum banyak penelitian yang melaporkan potensi limbah kulit kacang tanah ini. Kulit kacang tanah dapat dimanfaatkan sebagai biosorben dengan adanya senyawa-senyawa organik yang tak larut dan gugus polifungsi, seperti NH_2 , $-\text{COO}-$, $-\text{C}=\text{O}$, PO_4^{3-} , dan $-\text{OH}$ (Ilyas *et al.*, 2012). Keberadaan gugus fungsi ini menjadikan kulit kacang tanah efektif untuk menghilangkan berbagai logam berat (Ugwekar & Lakhawat, 2012) dan mengelantang zat warna (Hassanein *et al.*, 2011).

Penelitian ini bertujuan mengetahui besarnya kekuatan adsorpsi kulit *A. hypogaea* L. terhadap ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam matriks air sadah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk membuat biosorben yang dimanfaatkan untuk melunakkan air sadah menggunakan kulit *A. hypogaea* L.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penyiapan sampel kulit kacang tanah (*Arachis hypogaea*)

Sampel kulit kacang tanah (*Arachis hypogaea*) dikeringkan menggunakan oven 60°C selama 3×24 jam. Sampel yang telah kering selanjutnya diubah menjadi bentuk serbuk menggunakan blender.

Pembuatan matriks tiruan air sadah

Matriks tiruan air sadah yang digunakan adalah dengan kesadahan sedang. Sebanyak masing-masing 75 mg CaCl_2 dan MgCl_2 dilarutkan dalam 1 L aquades untuk mendapatkan kadar kesadahan sedang.

Optimasi pengaruh berat terhadap nilai kapasitas adsorpsi terhadap logam Ca dan Mg

Kulit kacang tanah dipersiapkan dalam erlenmeyer terpisah sebanyak 0,5, 1, 1,5, 2, dan 2,5 g. Selanjutnya ditambahkan matriks tiruan air sadah dalam erlenmeyer 25 mL yang berbeda. Untuk memperoleh pengadukan yang homogen, digunakan *shaker* dan kemudian disaring dengan buchner. Kandungan Ca dan Mg dalam filtrat diukur menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS).

Optimasi pengaruh pH terhadap nilai kapasitas adsorpsi logam Ca dan Mg

Sejumlah kulit kacang tanah dengan nilai kapasitas adsorpsi terbaik disiapkan dalam erlenmeyer dan ditambahkan matriks tiruan air sadah dalam erlenmeyer berbeda. Atur pH pada 5, 6, 7, 8, dan 9 dan kemudian diaduk hingga homogen. Setelah itu disaring dengan buchner dan kandungan Ca dan Mg dalam filtrat diukur menggunakan AAS.

Optimasi pengaruh waktu pengadukan terhadap nilai kapasitas adsorpsi logam Ca dan Mg

Sejumlah kulit kacang tanah dengan nilai kapasitas adsorpsi terbaik dan pH terbaik disiapkan dalam erlenmeyer dan ditambahkan larutan ion logam Ca^{2+} dan logam Mg^{2+} dalam erlenmeyer berbeda. Selanjutnya dilakukan variasi pengadukan menggunakan *shaker* selama 30, 60, 180, 240, 260 dan 1140 menit. Setelah itu disaring dengan buchner dan kandungan Ca dan Mg diukur dalam filtrat menggunakan AAS.

Pengukuran nilai kapasitas adsorpsi (Q) pada kondisi optimum

Sejumlah kulit kacang turki dengan adsorpsi terbaik ditambahkan dengan Larutan Ca dan Mg dengan variasi konsentrasi (10, 20, 40, 80 dan 100 ppm). Selanjutnya diatur pH dan waktu pengadukan yang optimum. Lalu, disaring dengan Buchner dan kandungan Ca dan Mg dalam filtrat diukur menggunakan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan kondisi optimum penyerapan

Pada penelitian ini, proses perlakuan awal adalah mencuci kulit *A. hypogaea* sehingga tidak ada tanah yang menempel. Selanjutnya kulit tersebut di oven dan dihancurkan hingga berbentuk bubuk. Proses pemanasan dilakukan untuk mengaktifasi permukaan adsorben, sedangkan proses pembubukan dimaksudkan agar luas permukaan dari adsorben yang kita pakai semakin besar sehingga mampu mengadsorpsi lebih optimal.

Studi adsorpsi pada penelitian ini diawali dengan mempelajari hubungan berat adsorben dengan persentase adsorpsi terhadap kalsium dan magnesium. Hasil adsorpsi ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai kapasitas adsorpsi pada berbagai berat kulit *Arachis hypogaea*

Berat serbuk kulit <i>Arachis hypogaea</i> (g)	Kapasitas adsorpsi (%)	
	Ca	Mg
0,5	52,41	25,74
1	62,2	27,53
1,5	61,79	17,43
2	56,24	11,96
2,5	47,46	10,1

Dari Tabel 1 dapat terlihat bahwa berat adsorben kulit *A. hypogaea* yang paling optimal adalah 1 gram dengan persentase penyerapan untuk kalsium dan magnesium adalah masing-masing 62,2 dan 27,53%. Penentuan hubungan berat adsorben dan persentase penyerapan ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai optimal penyerapan. Dalam tabel terlihat bahwa pada berat adsorben diatas 1 g, terjadi penurunan % penyerapan. Hal ini menandakan bahwa berat 1 g

merupakan batas kejenuhan sehingga diatas batas tersebut jumlah adsorben yang digunakan sudah tidak efisien untuk penyerapan.

Selanjutnya dilakukan penentuan hubungan kapasitas penyerapan terhadap variasi pH. Berat adsorben yang digunakan adalah sesuai dengan persentase penyerapan tertinggi yaitu 1 g. Penentuan kapasitas adsorpsi dihitung dengan rumus:

$$Q = \frac{\text{berat logam awal (mg)} - \text{berat logam akhir (mg)}}{\text{berat serbuk kulit } Arachis\ hypogaea} \times 100\%$$

Adapun hasil hubungan kapasitas penyerapan terhadap variasi pH dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai kapasitas adsorpsi pada variasi pH

pH	Qe (mg/g)	
	Ca	Mg
5	3,25	1,40
6	3,51	2,52
7	3,55	2,67
8	3,51	2,63
9	3,61	2,89

Berdasarkan hasil optimasi hubungan pH dengan nilai kapasitas adsorpsi diketahui nilai optimum pH adalah pada pH 9 dengan nilai penyerapan untuk kalsium dan magnesium masing-masing sebesar 3,61365 dan 2,898 mg/g.

Studi selanjutnya adalah penentuan nilai optimum waktu kontak (pengocokan) terhadap kapasitas adsorpsi yaitu dengan menggunakan berbagai variasi waktu pengocokan terhadap adsorben kulit *A. hypogaea* dengan berat 1 g dan pada kondisi pH 9. Hasil studi ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai adsorpsi pada variasi waktu kontak

Waktu (menit)	Qt (mg/g)	
	Ca	Mg
30	3,62	2,89
90	3,62	2,89
180	3,62	2,89
240	3,62	2,89
360	3,62	2,89
1140	3,63	2,94

Pada Tabel 3 terlihat bahwa waktu kontak tidak berpengaruh besar terhadap kapasitas adsorpsi kalsium dan magnesium, dan kapasitas adsorpsi terbesar adalah 1140 menit.

Berdasarkan hasil penentuan optimasi ini didapatkan kesimpulan bahwa kondisi terbaik penyerapan adalah pH 9, waktu kontak 1140 menit dan berat adsorben 1 g.

KESIMPULAN

Kulit kacang tanah memiliki potensi untuk dapat digunakan sebagai adsorben ion logam Ca^{2+} dan Mg^{2+} dalam pelunakan air sadah. Nilai optimum berat, pH dan waktu kontak adsorpsi kulit kacang tanah adalah 1 g, pH 9 dan 1140 menit.

Kulit kacang tanah dapat mengadsorpsi Ca dan Mg rata-rata sebanyak masing-masing 3,62 dan 2,89 mg/g.

Kulit *A. hypogaea* berpotensi untuk dapat digunakan sebagai pelunak air sadah karena mampu menyerap logam kalsium dan magnesium secara cukup signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Jayalakshmi, B., Ramachandramoorthy, T., Paulraj, A., Veerapandian, G., Kani, S.M., Naganathan, G.G. (2014). A green technique for water softening- an economical method using natural sand material in Irumeni Area, Ramanathapuram, Tamil Nadu, India. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 3: 1524-1535.
- Rolence, C., Machunda, R.L., Njau, K.N. (2014). Potentials of agric wastes activated carbons for water softening. *Research Journal in Engineering and Applied Sciences* 3 (3): 199-207.
- Davis, M.L. (2010). *Water and Wastewater Engineering*. McGraw-Hill Companies Inc. New York.
- Seo, S.J., Jeon, H., Lee, L.K., Kim, G.Y., Park, D., Nojima, H., Lee, J., Hyeon, S. (2010). Investigation on removal of hardness ions by capacitive deionization (CDI) for water softening applications. *Water Research* 44: 2267-2275.
- Saeed, A.M. & Hamzah, M.J. (2013). New approach for removal of total hardness (Ca^{2+} , Mg^{2+}) from water using commercial polyacrylic acid hydrogel beads, study and application. *international journal of advanced biological and biomedical research* 1: 1142-1156.
- WHO. (2011). *Hardness in Drinking-water Background Document for Development of WHO: Guidelines for Drinking-water Quality*. WHO Press.
- Zeppenfeld, K. (2011). Electrochemical removal of calcium and magnesium ions from aqueous solutions. *Desalination* 277: 99-105.
- Arugula, M.A., Brastad, K.S., Minteer, S.D., He, Z. (2012). Enzyme catalyzed electricity-driven water softening system. *Enzyme and Microbial Technology* 51: 396-401.
- Galanakis, C.M., Fountoulis, G., Gekas, V. (2012). Nanofiltration of brackish groundwater by using a polypiperazine membrane. *Desalination* 286: 277-284.
- Kabay, N., Demicioglu, M., Ersöz, E., Kurucaovali, I. (2002). Removal of calcium and magnesium hardness by electrodialysis. *Desalination* 149: 343-349.

- Abrahamse, A.J., Lipreau, C., Heijman, S.G.J. (2008). Removal of divalent cation reduces fouling of ultrafiltration membranes. *Journal of Membrane Science* 323: 153-158.
- Muraviev, D., Noguerol, J., Valiente, M. (1996). Separation and concentration of calcium and magnesium from sea water by carboxylic resins with temperature-influence selectivity. *Reactive & Functional Polymers* 28: 111-126.
- Park, J.S., Song, J.H., Yeon, K.H., Moon, S.H. (2007). Removal of hardness ions from tap water using electromembrane processes. *Desalination* 202: 1-8.
- Rolence, C., Machunda, R.L., Njau, K.N. (2014). Water hardness removal by coconut shell activated carbon. *International Journal of Science, Technology and Society* 2(5): 97-102.
- Sepehr, M.N., Zarrabi, M., Kazemian, H., Amrane, A., Yaghmaian, K., Ghiffari, H.R. (2013). Removal of hardness agents, calcium and magnesium by natural and alkaline modified pumice stones in single and binary systems. *Applied Surface Science* 274: 295-305.
- Muyibi, S.A. & Evison, L.M. 1994. Moringa oleifera seeds for softening hard water. *Water Research* 29(4): 1099-1105.
- Ilyas, M., Ahmad, A., Dauda, B.E.N., Ndamitso, M.M., Umar, M.T. (2012). Kinetic study of utilizing groundnut shell as an adsorbent in removing chromium and nickel from dye effluent. *American Chemical Science Journal* 2(1): 12-24.
- Ugwekar, R.P. & Lakhawat, G.P. (2012). Recovery of heavy metal by adsorption using peanut hull. *International Journal of Advanced Engineering Technology* 3: 39-43.
- Hassanein, M.M.M., El-Shami, S.M., Taha, F.S. (2011). Evaluation of peanut hulls as an alternative to bleaching clays. *Grasas Y Aceites* 62(3): 299-307.
-