



## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Cangkang telur sebelum dikalsinasi sebagian besar mengandung  $\text{CaCO}_3$ , dan pada cangkang telur yang dikalsinasi  $\text{CaO}$  merupakan komponen yang dominan.
2. Model isothermal adsorpsi yang paling tepat digunakan untuk kedua jenis adsorben adalah model isoterm Langmuir, dengan kapasitas adsorpsi maksimum ( $q_m$ ) 285,71 mg  $\text{Cu}^{2+}/\text{g}$  cangkang telur non-kalsinasi dan 479,84 mg  $\text{Cu}^{2+}/\text{g}$  cangkang telur kalsinasi.
3. Kondisi larutan paling optimum adalah pada pH asli larutan yaitu 5, dan kapasitas adsorpsi kedua jenis cangkang telur akan menurun seiring dengan penurunan pH. Sedangkan pada kondisi larutan pH di atas 5 akan menyebabkan pengendapan sehingga terjadi penurunan kadar logam dalam larutan sebelum proses adsorpsi berlangsung.
4. Jumlah adsorben dapat meningkatkan kinerja adsorpsi logam berat tembaga (II) dilihat dari *%removal* yang meningkat seiring bertambahnya massa adsorben cangkang telur kalsinasi 0,5 g menjadi 1 g, yaitu 90,67% dan 96,2%.
5. Pengaturan temperature 25°C, 35°C, dan 45°C pada larutan saat proses adsorpsi, tidak memberikan perubahan *%removal* yang signifikan, yaitu 90,67%, 91,72%, dan 92,33%.
6. Proses adsorpsi yang terjadi pada percobaan ini merupakan proses adsorpsi secara fisika, dilihat dari energi yang dihasilkan yang didapatkan dari model isoterm Temkin lebih kecil dari 40 KJ/mol, yaitu 70,27 J/mol untuk cangkang telur non-kalsinasi dan kalsinasi 112,53 J/mol.
7. Kondisi yang menghasilkan *%removal* paling tinggi untuk melakukan adsorpsi adalah saat konsentrasi awal larutan 100 ppm, pH 5, dan massa cangkang telur 1 g, dengan *%removal* sebesar 96,2%.
8. Model kinetika adsorpsi yang paling sesuai adalah model kinetika adsorpsi pseudo orde dua.

## 5.2 Saran

1. Penambahan jumlah (ml) pengompleks  $\text{NH}_3$  (ammonia) pada larutan logam tembaga, perlu ditambahkan dalam jumlah yang sama pada setiap sampel dengan cara menggunakan pipet ukur, agar semua ion  $\text{Cu}^{2+}$  dalam larutan dapat terikat, sehingga sampel dapat terbaca dengan baik saat dilakukan analisa dengan spektrofotometer UV-Vis.
2. Pada saat proses kalsinasi cangkang telur perlu dilakukan pengadukan, agar bubuk cangkang telur dapat terkalsinasi secara merata. Proses kalsinasi dapat dilakukan secara bertahap yaitu dengan temperature  $800^\circ\text{C}$  selama 2 jam, kemudian diaduk dan dikalsinasi kembali dengan tempertur yang sama selama 2 jam.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal, A. & Gupta, P. K., 2014. Removal of Cu & Fe from Aqueous Solution by Using Eggshell Powder as Low Cost Adsorbent. 5(2), pp. 76-79.
- Agustina, T., 2010. Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan dan Dampaknya. *Teknubuga*, 2(2), p. 55.
- Akpan, O., Eletta, O., Ajayi, O. & Ogunleye, I., 2016. Adsorption of Cyanide from Aqueous Solution Using Calcinated Eggshells. *Equilibrium and Optimisation Studies*, pp. 2-32.
- Ali, Z. T. A., Ibrahim, M. A. & Madhloom, H. M., 2016. Eggshell Powder as An Adsorbent for Removal of Cu (II) and Cd (II) from Aqueous Solution: Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Studies. 19(2).
- Anber, A. & Mohammed, A., 2011. Thermodynamics Approach in the Adsorption of Heavy Metals.
- Anonim, 2009. *Copper: Web Element*. [Online]  
Available at: <https://www.webelements.com/copper/> [Accessed 18 October 2016].
- Anonim, 2015. *Chemistry: School Science*. [Online]  
Available at: <http://resources.schoolscience.co.uk/CDA/14-16/chemistry/copch0pg5.htm> [Accessed 15 Oktober 2016].
- Anonim, 2015. *Minerals Copper: Geology*. [Online]  
Available at: <http://geology.com/minerals/copper.shtml> [Accessed 21 November 2016].
- Apecsiana, F., Kristianto, H. & Andreas, A., 2016. Adsorpsi Ion Logam Tembaga Menggunakan Karbon Aktif dari Bahan Baku Kulit Salak.
- Atnawati, A., 2009. Optimasi Densitas Arus Proses Elektrokoagulasi Larutan yang Mengandung  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  dan Cr (VI). *Tesis*, p. 10.
- Bansal, R. C. & Goyal, M., 2005. In: *Activated Carbon Adsorption*. Boca Raton: CRC Press, pp. 77-122.

- Bawa, P. A. A., Suarya, P. & Wisnu, A. I., 2008. Studi Adsorpsi Desorpsi Logam Timbal dalam Larutan dengan Cangkang Telur Ayam. pp. 177-186.
- Bhaumik, R., Mondal, N., Das, B. & Roy, P., 2011. Eggshell Powder as an Adsorbent for Removal of Fluoride from Aqueous Solution: Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Studies. 9(3).
- Bilal, M. S., 2013. Waste biomass adsorbents for copper removal from industrial wastewater. (2013), —A review, *Journal of Hazardo*, pp. 3-11.
- Chang, R., 2005. In: *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti*. Jakarta: Erlangga.
- Choudhary, R., Koppala, S., Srivastava, A. & Sasikumar, S., 2015. In-vitro bioactivity of nanocrystalline and bulk larnite/chitosan. *comparitive study*, pp. 631-640.
- Coulson, M., n.d. Appendix. In: *The History of Mining - The Events, Technology and People Involved in the Industry that Forged Modern World*. s.l.:Harriman House, p. 427.
- Crini, G. & Badot, P., 2012. In: *Sorption Processes and Pollution : Conventional and Non-Conventional Sorbents for Pollutant Removal from Wastewater*. Paris: Presses Universitaires de Franche-Comite, pp. 137-138,221-227.
- Dada, A., Olalekan, A. & Olatunya, A., 2012. Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin–Radushkevich Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Zn<sup>2+</sup> Unto Phosphoric Acid Modified Rice Husk. 3(1).
- Darmono, 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup. *Indonesia University Press*, pp. 95-96.
- Day, R. & Underwood, A., 1996. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.
- Eisler, R., 2007. In: *Eisler's Encyclopedia of Environmentally Hazardous Priority Chemicals*. Amsterdam: Elsevier Science & Technology Books, pp. 164-169.
- Emsley, J., 2003. Nature's building blocks: an A-Z guide to the element. In: *Nature's building blocks: an A-Z guide to the element*. s.l.:Oxford University Press, pp. 121-125.
- Erhayem, M., Tohami, F., Mohamed, R. & Ahmida, K., 2015. Isotherm, Kinetic and Thermodynamic Studies for the Sorption of Mercury (II) onto Activated Carbon from Rosmarinus Officinalis Leaves. Volume VI.

- Gandjar, I. & Rohman, A., 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Goodge, J., 2017. *Geochemical Instrumentation and Analysis Energy-Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS)*. [Online]  
Available at: [https://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/eds.html](https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/eds.html)  
[Accessed 28 Juli 2017].
- Hammond, C. R., 2004. *The Elements, in Handbook of Chemistry and Physics 81st editio*. s.l.:CRC press.
- Hendro, M. & Sulastiningrum, A., 2009. Pemisahan Kromium dan Nikel dari Limbah Elektroplating dengan Proses Ultrafiltrasi. p. 2.
- Ho, Y., Wase, D. & Forster, D., 1996. Kinetic Studies of Competitive Heavy Metal Adsorption by Sphagnum Moss Peat. *Environmental Technology*, 17(71), p. 1.
- Husna, S., 2014. Analisis Kandungan Kalsium dan Uji Daya Terima pada Modifikasi Cookies dengan Tepung Cangkang Telur Ayam. pp. 1-18.
- Ingle, J. D. S. R. C., 1988. *Spectrochemical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Institute, A. G., 1976. Dictionary of Geological Terms. In: New York: Anchor Books, p. 472.
- Keskinkan, O., Goksu, M., Basibuyuk, M. & Forster, C., 2003. Heavy Metal Adsorption Properties of A Submerged Aquatic Plant (*Ceratophyllum Demersum*). *Biosource Technology*, 92(2), p. 1.
- Kunin, R. & Myers, R., 1950. *Ion Exchange Resin*. New York: John Wileyand Sons Inc.
- Linder, M., 1992. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Jakarta: UI Press.
- Lister, T. & Renshaw, J., 2004. Some Chemistry of Cooper and Its Compounds. In: *Essential A2 Chemistry for OCR*. Cheltenham: Nelson Thornes, pp. 86-87.
- Mahato, R. I. & Narang, A. S., 2012. In: *Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery*. s.l.:CRC Press, p. 155.
- Marshall, W. et al., 1998. Enhanced Metal Adsorption by Soybean Hulls Modified With Citric Acid. *Bioresource Technology*, 69(3), p. 1.

- Metcalf, E., 1991. *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse..* New Delhi: Mc Graw-Hill Book Company.
- Mine, Y., 2008. Structure and Chemical Composition of Eggs. In: *Egg Bioscience and Biotechnology*. New Jersey: John Wiley and Sons Inc, pp. 2-41.
- Mohammed, Al A., 2010. Thermodynamics Approach in the Adsorption of Heavy Metals. *Industrial Inorganic Chemistry*.
- Muhammad, N., Syahrial & Sari, C. L. K., 2013. Pembuatan CaO Dari Cangkang Telur Sebagai Katalis Untuk Konversi Minyak Kelapa Menjadi Biodiesel. *Prosiding Seminar Nasional dan Pendidikan Sains*, pp. 83-90.
- Nakano, T., Ikawa, I., N. & Ozimek, L., 2003. Chemical Composition of Chicken Eggshell and Shell Membranes. *Agricultural*, pp. 510-513.
- Noble R. D., 2004. In: *Principles of Chemical Separations with Environmental Applications*. s.l.:Cambridge University Press, pp. 182-195.
- Oke, I., Olarinoye, N. & Adewusi, S., 2007. Adsorption Kinetics for Arsenic Removal from Aqueous Solutions by Untreated Powdered Eggshell. Volume 14.
- Onal, O., Ozcelik, E. & Benli, S., 2008. Adsorption of Fe<sup>3+</sup> and Cu<sup>2+</sup> On Orange Skin and Sunflower Shell.
- Palar, H., 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Park, H. J., Jeong, S. W. & Yang, J. K., 2007. Removal of Heavy Metals Using Waste Eggshell. *Environmental Science*, Volume 19, pp. 1437-1441.
- Parsons, P., n.d. Copper. In: *The Periodic Table - A Field Guide to The Elements*. s.l.:Quercus, p. 74.
- Polat, A. & Aslana, S., 2014. Kinetic and Isotherm Study of Copper Adsorption from Aqueous Solution Using Waste Eggshell.
- POM., D., 1995. In: *Farmakope Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI, pp. 159, 1061, 1133, 1137, 1165.

- Putranto, A. & Angelina, S., 2014. Pemodelan Perpindahan Massa Adsorpsi Zat Warna Pada Florisil dan Silica Gel dengan Homogenous and Heterogenous Surface Diffusion Model. pp. 14-30.
- Ramanathan, E., 2006. Transition and Inner Transition. In: *AIEE Chemistry*. s.l.:Sura College, p. 278.
- Rivera, E. M., 1999. Synthesis of Hydroxyapatite from Eggshells. *Elsevier Science*, Volume 4, p. 128–134.
- Roth, H., 1994. *Analisis Farmasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- S. Srivastana, P. G., 2010. In: *Novel Biomaterials Decontamination of Toxic Metals from Wastewater*. New York: Springer, p. 68.
- Saputra, B. W., 2008. Desain Sistem Adsorpsi dengan Dua Adsorber. *Skripsi*, p. 42.
- Sastroamidjojo, H., 1985. *Spetroskopi*. Yogyakarta: Liberty.
- Sivasankar, B., 2008. In: *Engineering Chemistry*. New Delhi: The McGraw-Hill, pp. 149-153.
- Soine, T. & Wilson, C., 1961. In: *Roger's Inorganic Pharmaceutical Chemistry*. Philadelphia: Lea and Febiger, pp. 390-391.
- Subowo, K. A. S., 1999. Pengaruh Logam Berat Pb dalam Tanah terhadap Kandungan Pb, Pertumbuhan dan asil Tanam Caisem (*Brassica rapa*). *Logam berat*.
- Swapp, S., 2017. *Geochemical Instrumentation and Analysis Scanning Electron Microscopy (SEM)*. [Online]  
Available at:  
[https://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/SEM.html](https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/SEM.html)  
[Accessed 28 Juli 2017].
- Tao, L., 2011. The Treatment of Acid Copper Containing Wastewater by Eggshell Flyash System. *Advanced Material Research*, Volume 183-185, pp. 968-970.
- Tee, T. & Khan, A., 1988. Removal of Lead, Cadmium and Zinc by Waste Tea Leaves. *Environmental Technology*, Volume 9, pp. 1223-1232.

- Thomas, W. & Crittenden, B., 1998. In: *Adsorption Technology and Design*. London: Academic Press, pp. 2-42.
- Tsai, W., Yang, J., Lai, C. & Cheng, Y., 2005. Characterization and Adsorption Properties of Eggshells and Eggshells Membrane. Volume 97.
- Vliet, V., 1984. *Rheology and Structure of Milk Protein Gels*. England: Horwood Ltd.
- Widiastuti, Y. I., 2010. A yang Disintesis dari Abu Dasar Batubara. In: *Adsorpsi Amonium ( $NH_4^+$ ) Pada Zeolit*. Surabaya: Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam, Jurusan Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wirakusumah, E. S., 2011. *Menikmati Telur*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka.
- Witoon, T., 2011. Characterization of Calcium Oxide Derived from Waste Eggshell and Its Application as  $CO_2$  Sorbent. pp. 3292-3298.
- Worch, E., 2012. In: *Adsorption Technology in Water Treatment*. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co, pp. 1-12.
- Yamamoto, T., Juneja, L. R., Hatta, H. & Kim, M., 1997. General Chemical Composition of Hen Eggs. In: *Hen Eggs Their Basical and Applied Science*. Boca Raton: CRC Press, pp. 1-19.
- Yavuz, O., Altunkaynak, Y. & Guzel, F., 2002. Removal of Copper, Nickel, Cobalt and Manganese from Aqueous Solution by Kaolinite. *Water Search*, p. 1.
- Yu, B. et al., 2000. The Removal of Heavy Metal from Aqueous Solutions by Sawdust Adsorption. *Removal of Copper*, p. 1.
- Zakaria, A., 2011. Adsorpsi Cu (II) menggunakan Zeolit Sintetis dari Abu Terbang Batu Bara. *Tesis*, p. 20.
- Zheng, M., Li, X., Yang, Q. & Zeng, G., 2007. Adsorption of Cd(II) and Cu(II) from Aqueous Solution by Carbonate Hydroxylapatite Derived from Eggshell Waste. Volume 147.