

Process Treatment of Heavy Metal Waste from Various Types of Adosorbents (clay, flay ash, and natural zeolite) : A Review

Yuda Darmawan Efendi, Hafni Indrianti Nasution, Siti Rahmah and Moondra Zubir

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Sciences, Medan State University, Medan 20221, Indonesia

*Email : darmawanyuda43@gmail.com

ABSTRACT

Development of the industry, especially the palm oil mill industry, it will have an impact with tangible evidence that makes the environment polluted. Heavy metals will be produced from the palm oil mill industry and will pollute the environment. Zn metal is one of the heavy metal waste produced from the mustard coconut factory industry. Zn heavy metal waste will be very dangerous if it exceeds a predetermined level and will have an impact on humans, animals and the environment. One effort to reduce heavy metals using the adsorption method. Adsorption has advantages over a variety of other methods. Adsorbent that is used from materials found in nature and the resulting waste can be used as an adsorbent. The type and type of adsorbent greatly affect the pH adsorption level of the Zn metal solution.

Keywords: Adsorption, Adosorbents, Clay, Flay, Natural Zeolit, Heavy Metal, Zn, Pb

I. Pendahuluan

Dengan pesatnya perkembangan industri modern salah satunya industri pabrik kelapa sawit, akan membuat dampak negatif bagi pencemaran lingkungan, lingkungan telah menghadapi kontaminasi limbah lebih banyak seiring dengan berjalannya waktu. Limbah logam termasuk limbah yang sangat berbahaya dan beracun.¹

Melepaskan air limbah industri ke lingkungan menghasilkan kontaminasi tanah dan air tanah. Selain itu, banyak zat anorganik dan organik yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan.²

Hal ini mengkhawatirkan karena logam berat bersifat tidak terurai dan persisten. Meskipun dalam konsentrasi rendah dapat menjadi berbahaya. Limbah logam berat mampu membawa efek toksik pada manusia, hewan dan tumbuhan di lingkungan, bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah. Unsur limbah logam berat biasanya terlarut ataupun

tersuspensi serta terdapat dalam bentuk ikatan ionik.

Contoh limbah logam berat yang esensial adalah Zn. Logam berat Zn adalah salah satu logam berat yang dibutuhkan hampir semua organisme dalam jumlah cukup sedikit. Namun jika jumlah logam Zn dalam perairan melebihi batas ambang yang ditentukan maka akan membahayakan bagi kehidupan organisme dan bersifat toksik. Peningkatan jumlah ion-ion logam berat seng di lingkungan berasal dari berbagai sumber. Sumber datangnya limbah yang mengandung seng dan senyawanya timbul dari proses industri, seperti pelapisan logam, serat akrilik, rayon, plastik, karet sintetis khusus.¹⁻³

Teknologi yang digunakan untuk proses pembersihan area yang tercemar memakan waktu dan mahal.²⁻⁵

Pengolahan limbah logam berat dapat dilakukan dengan berbagai metode yaitu filtrasi,

presipitasi kimia, sistem membran, ion pengganti dan adsorpsi. Adsorpsi menjadi metode utama untuk pengendalian pencemaran logam air karena biayanya yang rendah dan pengoperasian yang mudah serta tidak mengakibatkan dampak buruk bagi lingkungan.

Pembuatan adsorben alami telah banyak dilakukan diantaranya adsorben dari abu terbang³, tanah liat⁴, dan zeolit alam⁵. Macam-macam adsorben sangat mempengaruhi tingkat adsorpsi yang signifikan.⁶⁻⁹

Tujuan utama dari artikel ini adalah untuk memberikan gambaran umum tentang penggunaan beberapa bahan-bahan alami yang dapat sebagai adsorben untuk jenis logam berat Zn dalam larutan air.

II. Metodologi Penelitian

Artikel ini mengenai ulasan yang ditulis melalui beberapa sumber literatur tentang penggunaan adsorben alami sebagai adsorben untuk menghilangkan polutan kation logam berat Zn. Harus ditekankan bahwa membatasi Ulasan kami dalam lingkup mineral alami dari Indonesia. Ulasan menjadi utama poin hasil dan diskusi, yaitu jenis adsorben alami. Menggambarkan bahan alami Indonesia yang berfungsi sebagai adsorben.

III. Hasil dan Diskusi

3.1. Jenis Adsorben Alami

3.1.1 Tanah Liat

Tabel 1. Sifat fisiokimia dari sampel tanah liat

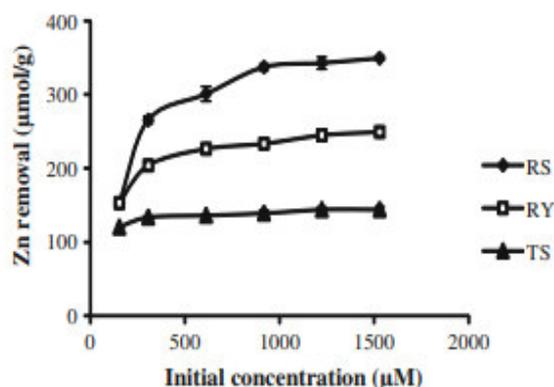
Chemical composition (% by weight)	RS	RY	TS
SiO ₂	40.096	57.567	57.144
Al ₂ O ₃	16.320	21.138	22.495
Fe ₂ O ₃	7.386	10.181	9.891
CaO	26.667	2.370	2.372
MgO	4.667	3.615	2.751
TiO ₂	1.158	1.111	1.472
K ₂ O	3.060	1.744	3.604
Na ₂ O	nd	0.605	-
P ₂ O ₅	0.429	0.901	0.015
CuO	0.002	0.003	nd
ZnO	0.018	0.020	0.024
Structural parameters			
S _{BET} (m ² /g)	17.843	71.940	10.222
Fine fraction of <2 μm (%)	42.751	88.533	-
Moisture content (%)	16.365	15.794	-
CEC [cmol(+)/kg]	37.450	36.871	20.171
Total pore volume (cm ³ /g)	0.042	0.123	-

Area permukaan sampel tanah liat (<210 μm) diperkirakan menjadi 17.843, 71.841, dan 10.222 m²/ g untuk RS, RY, dan TS, masing-masing (Tabel 1). Spektra FTIR yang diperoleh dari sampel tanah liat bulk (RS dan RY) dan

decarbonated (TS) menunjukkan getaran peregangan permukaan kelompok hidroksil (Si – Si – OH, atau Al – Al – OH).³

Pengaruh konsentrasi

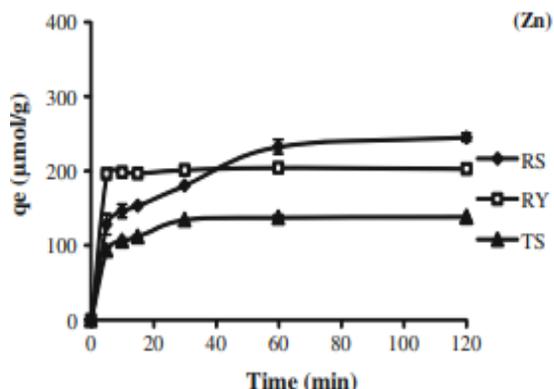
Jumlah pelepasan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi logam awal sampai saturasi situs adsorpsi yang tersedia. Setelah itu, kation logam tidak akan teradsorpsi lagi dan jumlah yang teradsorpsi akan mencapai ketinggian yang jenuh. Hasil menunjukkan bahwa 600 dan 300 μM adalah konsentrasi optimal untuk pelepasan Zn (II), masing-masing digunakan dalam semua percobaan selanjutnya. Karbon tanah liat (sampel RS) menunjukkan efisiensi pemindahan tertinggi karena pengendapan sebagai logam karbonat. Setelah mencapai kesetimbangan waktu 60 menit, pemindahan Zn (II) menurun karena pelepasan mineral karbonat. Jadi jelas bahwa penghilangan logam Zn sangat dipengaruhi oleh karbonat.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi awal pada kapasitas adsorpsi Zn (II) ke tanah liat alami.³

Pengaruh kontak waktu

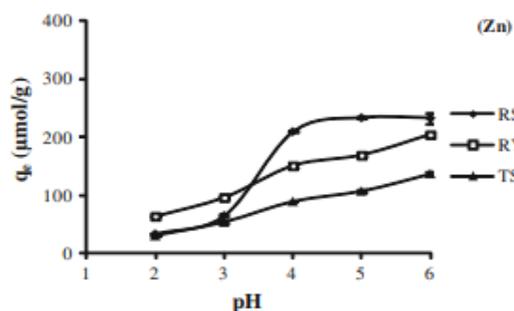
Efek waktu keseimbangan pada penyerapan dan seng dianalisis secara kinetik pada kisaran 5–120 menit. Reaksi terjadi oleh goncangan sampel tanah liat (sampel mentah dan bebas karbonat) di 200 rpm pada 25°C selama 60 menit untuk mencapai kesetimbangan dengan larutan logam awal pH6. Konsentrasi larutan awal adalah 300 μM Zn(II), jumlah tanah liat adalah 1 g / L. lebih dari 95% dari total kapasitas adsorptif terjadi dalam 30 menit. Namun, perbedaan tingkat penghilangan antara RS dan sampel RY secara bertahap berkurang dengan waktu kontak, dan efek karbonat jelas mempengaruhi setelah 60 menit, menunjukkan efisiensi penghilangan yang ditingkatkan oleh sampel tanah liat RS clay.



Gambar 2. Pengaruh waktu kontak pada adsorpsi Cu (II) dan Zn (II) ke tanah liat alami.³

Pengaruh pH

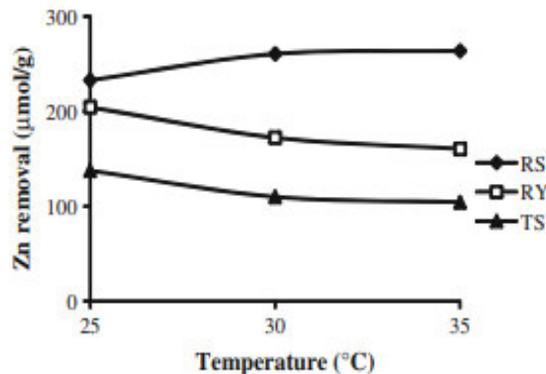
Efek awal larutan pH pada penghilangan Zn (II) bahwa kapasitas penyerapan seng ke tanah liat alami meningkat dengan pH karena meningkatnya muatan negatif permukaan. Karena dalam asam ($pH < 4$), penyerapan ion logam dipengaruhi oleh kehadiran ion H^+ berlebihan yang reaktif. Peningkatan pH tingkat penghilangan dan bertahap penurunan H^+ efek kompetitif. Penting untuk diperhatikan menyebutkan bahwa kapasitas serapan dari tanah lempung berkapur (RS) stabil di kisaran pH 4-6, menunjukkan adanya kemungkinan mekanisme pertukaran ion. Temuan ini dianggap berasal dari kontribusi pengendapan sebagai logam karbonat.



Gambar 3. Pengaruh pH awal pada adsorpsi Zn (II) ke tanah liat alami.³

Pengaruh suhu

Pengaruh suhu pada penyerapan Zn (II) ke sampel tanah liat alami dipelajari pada 25, 30, dan 35 C. Kapasitas penyerapan logam berat Zn RS clay meningkat karena suhu meningkat dari 298 hingga 308 K yang mengindikasikan proses penyerapan endotermik.



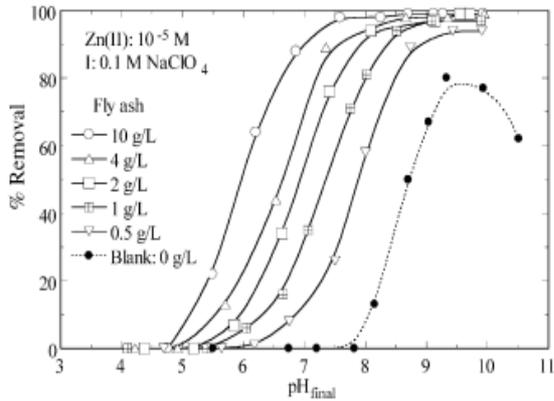
Gambar 4. Pengaruh suhu pada adsorpsi Zn (II) ke tanah liat alami.³

3.1.2 Abu Terbang

Luas permukaan fly ash adalah $4,54 \text{ m}^2 / \text{g}$, yang jauh lebih kecil daripada Al_2O_3 murni ($100 \pm 15 \text{ m}^2 / \text{g}$). Namun, mendekati dengan $-\text{SiO}_2$ ($4,15 \text{ m}^2 / \text{g}$). Karena adsorben dari abu terbang permukaannya kecil dikarenakan bukan oksida murni dan ukuran partikelnya jauh lebih besar dari oksida murni. Ukuran partikel rata-rata adalah 11,5 m dengan sehubungan ukuran dari Al_2O_3 murni ($0,02 \text{ m}$).⁴

Pengaruh pH

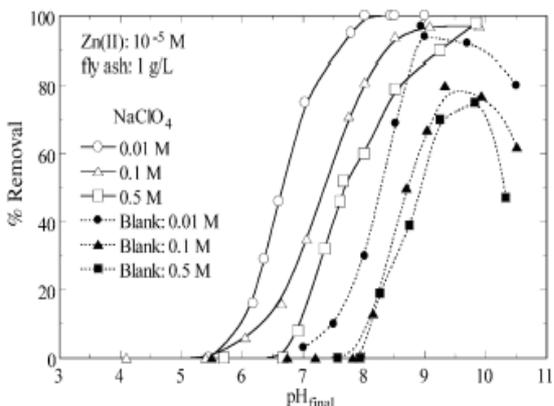
Hasil menunjukkan bahwa reaksi adsorpsi sangat dipengaruhi oleh pH dan konsentrasi adsorben. Secara umum, jumlah Zn (II) yang teradsorpsi meningkat ketika konsentrasi padatan dan pH meningkat, dan mencapai 99% pemindahan pada nilai pH tertentu. Efisiensi penghilangan rendah terjadi pada pH rendah sebagian dikaitkan dengan persaingan antara ion H^+ dan Zn^{2+} di permukaan. Pada $pH < 4,5$, penghilangan Zn (II) diabaikan, sedangkan penghilangan meningkat pada kisaran pH dari 5,0 hingga 7,0 pada pemuatan permukaan $1 \times 10^{-6} \text{ mol} / \text{g}$. Namun, karena pemuatan permukaan meningkat menjadi $2 \times 10^{-5} \text{ mol} / \text{g}$, adsorpsi yang meningkat menjadi pH antara 6,5 dan 8,5. Jelas, hasil di atas ditunjukkan bahwa penurunan permukaan cenderung teradsorpsi ke daerah asam. Karena endapan seng hidroksida, $Zn(OH)_{2(s)}$, hanya ditemukan pada $pH > 8,0$, dipastikan bahwa penghilangan Zn oleh abu pada $pH < 8,0$ terutama dilakukan oleh reaksi adsorpsi. Hingga 95-99% pemindahan Zn (II) adalah dicapai pada $pH > 8$, mungkin karena pengendapan $Zn(OH)_2(s)$ bersamaan dan reaksi adsorpsi secara bersamaan terjadi.



Gambar 5. Pengaruh pH awal pada adsorpsi Zn (II) ke abu terbang.⁴

Pengaruh kekuatan ikatan ionik

Persentase Zn (II) yang hilang terpengaruh dengan kekuatan ionik. Ketika kekuatan ionik menurun, peningkatan adsorpsi bergeser ke daerah asam. Kekuatan ikatan ionik dan pH adalah dua faktor penting yang mempengaruhi Zn (II) adsorpsi. Membandingkan hasil adsorpsi Zn (II) berbeda kekuatan ionik, jelas bahwa ada Zn (II) yang lebih besar penghapusan pada kekuatan ionik yang lebih rendah di bawah nilai pH yang sama.⁴



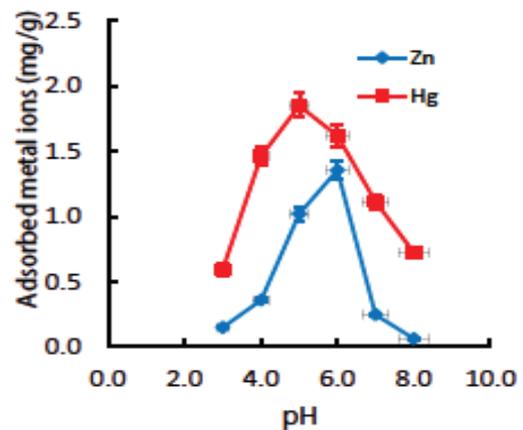
Gambar 6. Pengaruh pH awal pada adsorpsi Zn (II) ke abu terbang.⁴

3.1.3 Natural Zeolites (bentonite)

Pengaruh pH

pH larutan berperan penting dalam proses adsorpsi karena efektivitas adsorpsi ditentukan oleh spesiasi ion logam serta gugus fungsi atau sisi aktif dari adsorben dalam larutan. Logam Zn dan gugus fungsional adsorben bergantung pada pH, oleh karena itu pengoptimalan larutan pH adalah langkah penting. adsorpsi Ion Zn (II) meningkat

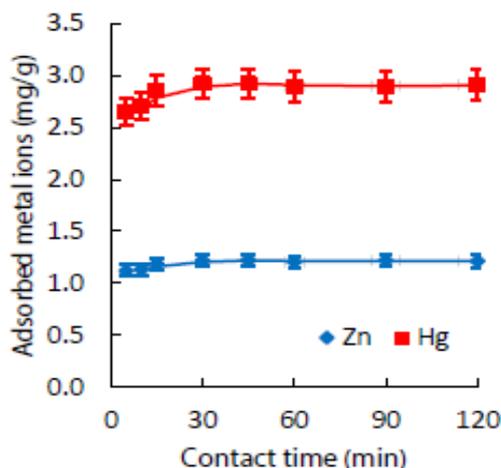
dengan meningkatnya pH larutan campuran logam sampai nilai maksimum tercapai dan setelah itu berkurang dengan peningkatan pH. Dalam pH rendah, konsentrasi ion H⁺ dalam larutan adalah relatif tinggi sehingga protonasi situs aktif adsorben dan dengan demikian permukaan adsorben bermuatan positif. Dari penelitian ini diperoleh bahwa pH 6 optimum untuk adsorpsi . Dari penelitian ini diperoleh bahwa pH optimum untuk adsorpsi Hg (II) dan Zn (II) masing-masing pada 5 dan 6 Setelah kondisi pH optimal tercapai, adsorpsi logam ion berkurang dengan meningkatnya pH larutan. disebabkan oleh pengendapan Zn (II) sebagai basa hidroksida Zn(OH)₂ (K_{sp} = 4,5 × 10⁻¹⁷).



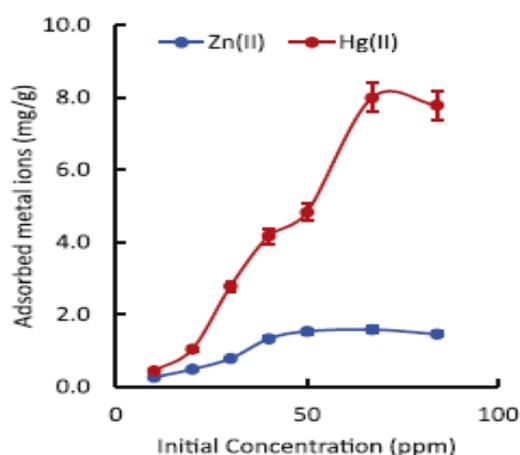
Gambar 6. Pengaruh pH awal pada adsorpsi Zn (II) ke zeolit alam (bentonit).⁵

Pengaruh kontak waktu dan kosentrasi

Dalam penelitian ini, percobaan telah dilakukan dengan larutan campuran 20 ppm dan Zn (II) dengan konstanta jumlah bentonit yang teraktivasi dan dititone dengan amobil di berbagai waktu kontak 5, 10, 15, 30, 45, 60, 90, dan 120 menit pada pH = 6. Berdasarkan studi ini, waktu kontak minimum yang diperlukan untuk mencapai yang optimal hasil adsorpsi dapat ditentukan. Umumnya saat adsorpsi keseimbangan telah tercapai, tidak akan ada perubahan signifikan dalam jumlah ion logam teradsorpsi sebagai waktu interaksi antara adsorbat dan adsorben meningkat. meningkatkan konsentrasi ion logam menyebabkan peningkatan Zn²⁺ menyerap ke material ke titik tertentu; puncak terjadi untuk zeolit yang menunjukkan tidak tersedianya adsorpsi pada bentonit untuk adsorpsi seng. kapasitas adsorpsi maksimum bentonit yang diperkaya bentonit alami



Gambar 7. Pengaruh waktu kontak awal pada adsorpsi Zn (II) ke zeolit alam (bentonit).⁵



Gambar 8. Pengaruh konsentrasi awal pada adsorpsi Zn (II) ke zeolit alam (Bentonit).⁵

IV. Kesimpulan

Pada berbagai adsorben, didapatkan bahwa hasil berbeda dari berbagai faktor-faktor dari adsorben. Macam-macam adsorben, macam-macam adsorbat dan luas permukaan adsorben sangat mempengaruhi dari tingkat adsorpsinya. Sehingga faktor yang mempengaruhi adsorpsi dari tiap adsorben berbeda. Seperti halnya dengan adsorben dari tanah liat, abu terbang dan bentonit didapatkan bahwa pengaruh pH sangat signifikan perbedaan tingkat dari adsorpsinya. Akan tetapi, pada tingkat suhu, konstrasi, dan kontak waktu terjadi perubahan. Dengan kata lain setiap macam-macam adsroben dan adsorbat akan mempengaruhi perubahan yang signifikan pada tingkat pH.

Referensi

- Jain, D. S. (2004). "Adsorption of Zinc on Bed Sediment of River Hindon : Adsorption Models and Kinetics." *Journal Hazard Mater.* 114(1-3), pp. 231-239.
- Kaya, A. dan Oren, O.H. (2004). "Adsorption of zinc from aqueous solutions to bentonite." *Journal of Hazardous Materials.* B125, pp183–189.
- Sdiri, A.T., Higashi, T. Dan Jamoussi, F. (2014). "Adsorption of copper and zinc onto natural clay in single and binary systems." *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 11, pp 1081–1092
- Weng, C.H dan Huang, C.P. (2004). "Adsorption characteristics of Zn(II) from dilute aqueous solution by fly ash." *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects.* 247, pp 137–143.
- Mudasir Mudasir, M., Baskara, R.A., Suratman, A., Yunita, K.S., Perdana, R., dan Puspitasari, W. (2020). "Simultaneous Adsorption of Zn(II) and Hg(II) Ions on Selective Adsorbent of Dithizone-Immobilized Bentonite in the Presence of Mg(II) Ion." *Journal of Environmental Chemical Engineering.* 8
- Moondra Zubir, Zainuddin Muchtar, Hafni Indriati Nasution, Ricky Andi Syahputra, Wasis Wuyung Wisnu Brata. (2020) The Mixture Of Water Hyacinth Plant And Chitosan Bentonite As A Modified Absorbent For Pb(II) Removal In Liquid Waste. *Pollution Research*, 39 (2), 245-250
- Moondra Zubir, Zainuddin Muchtar, Nurmalis, Hafni Indriati Nasution, Minda Shafina Syafei, Ricky Andi Syahputra. (2018). Characterization of Chitosan-Bentonite and Water Hyacinth Plant as a Potential Adsorbent. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, 1 (1), 50-54
- Rini Selly, Siti Rahmah, Hafni Indriati Nasution, Ricky Andi Syahputra, Moondra Zubir. (2020). Electroplating Method on Copper (Cu) Substrate with Silver (Ag) Coating Applied. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 3 (2), 38-41.
- Rizka Alfi Fadhilah Lubis, Hafni Indriati Nasution and Moondra Zubir (2020). Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)* 3 (2), 67-73.