
PEMBUATAN ADSORBEN DARI KORAN BEKAS UNTUK MENGURANGI KADAR Fe DAN Cu DALAM AIR LIMBAH

Herlenasari, Agustina, Mita Puspita Sari, Mardiah

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jalan Sambaliung 9 Samarinda Kalimantan Timur 75119 Indonesia

Email : herleenasari@gmail.com, sal2atina.lm@gmail.com, mitapuspita9c@gmail.com,
mardiah@ft.unmul.ac.id

INTISARI

Seiring dengan berkembangnya industri kimia, tingkat pencemaran lingkungan semakin meningkat. Oleh karena itu, diperlukan solusi alternatif untuk mengurangi tingkat pencemaran tersebut. Kertas koran bekas berpotensi untuk dijadikan sebagai adsorben logam berat. Kandungan selulosa yang terdapat dalam kertas koran bekas dapat menyerap kandungan logam berat yang terdapat pada limbah. Pada penelitian ini, kertas koran bekas yang banyak ditemui dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam berat tembaga (Cu) dan besi (Fe). Koran bekas dilarutkan dalam NaOH terlebih dahulu, kemudian dikeringkan. Variabel yang digunakan selama proses adsorpsi yaitu konsentrasi larutan, dosis adsorben dan jenis larutan artifisial. Setelah proses adsorpsi selesai, sampel diuji dengan menggunakan AAS (*Atomics Adsorption Spectrophotometer*). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh rata-rata persen removal adsorben logam Cu (II) dan Fe (II) berdasarkan pengaruh konsentrasi mula-mula dengan dosis 20 – 200 mL yaitu 98,38% dan 98,90%. Sedangkan berdasarkan pengaruh dosis adsorben diperoleh rata-rata persen removal Cu (II) dan Fe (II) yaitu 97,50% dan 92,87%. Sehingga pada penelitian ini, kertas koran bekas dapat digunakan sebagai adsorben logam berat.

Kata kunci : Adsorben, Logam berat, Kertas koran bekas.

ABSTRAK

Since the development of the chemical industry, it was increasing environmental pollution level. Therefore, alternative solutions are required to reduce the level of pollution. Newspaper has potency to serve as adsorbent of heavy metals. Cellulose contained in the newspaper has an ability to absorb the content of heavy metals contained in the waste. In this study, newspaper pulp can be used to adsorb heavy metals such as Copper (Cu) and Iron (Fe). In this experiment, news paper treated by Sodium hidroxyde. The adsorption parameters optimizer were concentration and adsorbent dose. Once the process is complete, the adsorbs samples tested by AAS (Atomics Adsorbtion Spectrophometer). The results showed that average of percent removal adsorbent metals Cu (II) and Fe (II) based on the influence of the concentration initially with a dose of 20 – 200 mL were 98.38% and 98.90%. While based on the influence of dose of adsorbents obtained an average of percent

removal Cu (II) and Fe (II) were 97.50% and 37.00%. Therefore in this study, the newspaper can be used as adsorbent of heavy metals.

Keywords: Adsorbent, Heavy metal, Newspaper.

1. PENDAHULUAN

Tingkat konsentrasi logam berat yang terkandung didalam limbah industri ke lingkungan perairan merupakan suatu masalah bagi lingkungan, terutama apabila senyawa kimia tersebut terdapat dalam konsentrasi yang sangat besar. Logam berat merupakan pencemar yang diklasifikasikan dalam kategori logam dengan densitas lebih besar dari 6 g.cm^3 . Logam berat yang sering dijumpai dalam air limbah adalah Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Copper (Cu), Mercury (Hg), Nickel (Ni), Lead (Pb), Zinc (Zn) dan Besi (Fe) yang pada umumnya berasal dari industri kimia, limbah elektroplating dan limbah rumah tangga [1].

Karbon aktif umumnya digunakan sebagai adsorben untuk proses pengolahan limbah. Penggunaan karbon aktif memerlukan biaya yang mahal dan proses regenerasi juga memerlukan biaya yang tinggi. Oleh karena itu, banyak penelitian dilakukan untuk menemukan adsorben yang lebih efektif dan efisien. Bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben antara lain batang nanas, biji belimbing, kulit jeruk, kulit kayu pinus, dan serbuk gergaji. Akan tetapi, bahan-bahan tersebut memiliki kapasitas adsorbs yang rendah [2].

Logam berat merupakan senyawa yang tidak dapat terurai dan dapat menyebabkan berbagai macam gangguan kesehatan. Logam berat (Fe) merupakan logam bervalensi dua dan umumnya terdapat dalam air tanah. Kandungan Logam berat (Fe) dalam air dapat menyebabkan kekeruhan, korosi dan kesadahan pada air. Pada manusia,

kelebihan dosis logam besi (Fe) dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan, gangguan fungsi hati dan diabetes. Menurut EPA, rentang kadar logam besi (Fe) yang diperbolehkan terkandung dalam air minum adalah 0.3 mg.L^{-1} [3].

Kertas (kertas koran bekas, majalah bekas, dan limbah kantor) merupakan bahann yang pada dasarnya mengandung selulosa, yang mengandung gugus senyawa polar seperti alkohol dan eter. Gugus senyawa ini dapat mengikat senyawa lain pada pH rendah. Dimana logam kromium dapat diikat dengan interaksi elektrostatis. Kertas koran bekas mampu mengadsopsi logam kromium yang terdapat dalam air limbah [1]. Menurut Xiaoyu Zhang et al [2], kertas koran bekas dapat digunakan sebagai adsorben logam Cu (II).

Pencemaran logam berat di lingkungan perairan dapat menyebabkan berbagai dampak negatif, salah satunya masalah kesehatan. Pada manusia, tingkat toksisitas logam Copper (Cu) dapat menyebabkan reaksi gatal dan alergi pada tangan dan telapak kaki, bahkan iritasi. Dosis besar paparan logam Copper (Cu) dapat menyebabkan terjadinya gangguan fungsi hati dan ginjal. Menghirup uap tembaga dapat meningkatkan risiko kanker paru-paru bagi orang yang terpapar tersebut. Konsentrasi maskimum logam Copper (Cu) dalam air minum yang diperbolehkan menurut World Health Organization (WHO), United tate Environmental Protection Agency (USEPA) adalah $1 - 2 \text{ mgL}^{-1}$ dan dianjurkan maksimal $1,3 \text{ mgL}^{-1}$ [2].

Teknologi konvensional untuk mengurangi kadar logam berat dalam pengolahan limbah dalam antara lain dengan menggunakan proses koagulasi, pengendapan kimia, pertukaran ion dan filtrasi. Di antara proses-proses ini, proses adsorpsi adalah proses yang sederhana dan efektif untuk mengurangi logam berat. Proses adsorpsi adalah metode sederhana yang paling umum digunakan dan biaya yang digunakan relatif murah, serta memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi untuk jenis logam berat [4].

Mohammad Hadi Dehghani et al [1] menyatakan bahwa adsorpsi adalah proses pengumpulan bahan terlarut (soluble) yang terdapat dalam larutan dengan cara teradsorpsi pada permukaan material dimana ada ikatan kimia antara substansi dan materi. Dimana bahan yang digunakan disebut sebagai adsorben. Keuntungan dari proses adsorpsi yaitu adsorben yang digunakan dapat diregenerasi atau digunakan kembali.

Menurut S. Pitsari et al [4], Kapasitas adsorpsi kertas koran bekas terhadap logam Pb meningkat sebesar 35% setelah dimodifikasi dengan asam sitrat. Penggunaan asam sitrat pada modifikasi karbon aktif juga digunakan secara luas untuk mengadsorpsi logam Copper yang terdapat dalam limbah cair.

Kertas koran bekas mengandung 50,1% selulosa, 16,8% hemiselulosa, 18,1% lignin, 6,8% abu dan 5,9% *moisture*. Komposisi ini telah ditentukan berdasarkan uji yang telah dilakukan oleh *National Renewable Energy Laboratory* (NREL), China [5].

Kertas koran bekas merupakan limbah domestik yang jumlahnya akan terus bertambah, dimana potensi kertas koran bekas tersebut nantinya dapat diterapkan untuk pengolahan air limbah.

Sehingga pada penelitian ini, dilakukan modifikasi kertas koran bekas menggunakan NaOH untuk mengadsorpsi logam berat.

2. METODE PENELITIAN

Alat, Bahan dan Metode:

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kertas koran bekas (Koran Kaltim Post, dengan tanggal terbit dan edisi yang sama), larutan Sodium Hidroksida 10% w/w, dan akuades.

Alat-alat yang digunakan yaitu *paper schreder* sebagai alat pemotong kertas koran bekas menjadi potongan kecil berukuran 2 – 3 mm, *magnetic stirrer*, gelas kimia, oven, pH meter, corong kaca dan kertas saring.

Penelitian ini terdiri dari 2 tahap, tahap pertama merupakan tahap persiapan kertas koran bekas untuk menghasilkan adsorben. Sedangkan tahap kedua yaitu proses adsorpsi. Pada tahap pertama, kertas koran bekas di dipotong kecil-kecil dengan ukuran seragam menggunakan *papper schreder*. Kemudian dilarutkan dalam larutan NaOH 10% w/w dan diaduk selama dua jam menggunakan *magnetic stirrer* untuk menghilangkan berbagai kotoran seperti debu dan tinta. Kertas koran bekas yang telah menjadi pulp kemudian disaring menggunakan kertas saring dan dicuci dengan air suling sampai pH 6,5 - 7. Selanjutnya, pulp koran bekas dikeringkan dalam oven hingga beratnya konstan, lalu dipotong kecil-kecil dengan ukuran seragam.

Tahap kedua merupakan tahap adsorpsi dengan menggunakan adsorben yang telah dihasilkan dari tahap sebelumnya. Parameter yang diuji pada tahap ini berdasarkan dari dosis adsorben, konsentrasi mula-mula dan

limbah yang digunakan berupa larutan artifisial yaitu $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Pada tahap uji variabel konsentrasi larutan dengan jenis larutan yang digunakan yaitu $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, adsorben dengan dosis 1 gram dilarutkan kedalam larutan tersebut dengan variasi konsentrasi yaitu 20, 100, 150 dan 200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ dan dilakukan pengadukan selama 60 menit. Selanjutnya pada tahap uji variabel dosis, adsorben dengan dosis 0,05, 0,1, 0,25, 0,5 dan 1 gram dilarutkan dalam 50 mL larutan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, dimana konsentrasi larutan sebesar 20 mg/L dengan waktu pengadukan selama 60 menit. Kemudian setelah proses adsorpsi selesai, larutan disaring dan dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

Persen removal (%) Cu (II) dan Fe (II) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{ removal} = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Kapasitas adsorpsi Cu (II) dan Fe (II) per unit massa adsorben dihitung sesuai dengan persamaan berikut:

$$q_e = \frac{C_i - C_e}{m} \times V \dots\dots\dots(2)$$

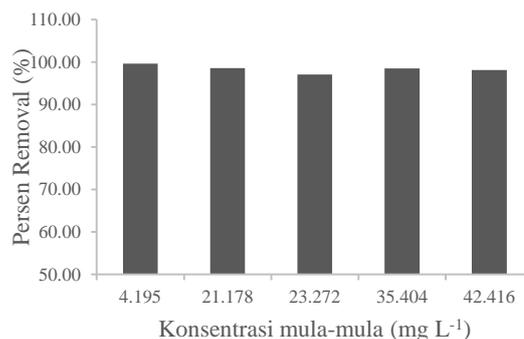
Dimana C_i dan C_e adalah konsentrasi Cu (II) dan Fe (II) awal dan akhir (mg L^{-1}), q_e adalah jumlah Cu (II) teradsorpsi ke adsorben (mg g^{-1}), V adalah volume total larutan (L), dan m adalah dosis adsorben (g).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

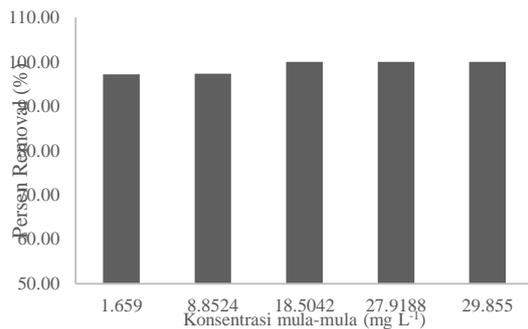
Pada penelitian ini, adsorben diproduksi dari koran bekas yang dilarutkan dalam larutan 10% NaOH untuk menghilangkan tinta dan kotoran

pada koran. Proses ini dilakukan selama 1 jam, untuk menghindari degradasi selulosa. Kertas Koran terdiri atas matriks selulosa yang memiliki gugus aktif OH^- , gugus inilah yang berperan penting dalam proses adsorpsi. Hasil adsorpsi dengan berbagai variabel tersebut dapat dilihat pada gambar berikut yaitu grafik terhadap Cu (II) dan Fe (II) setelah adsorpsi. **Gambar 1.** dan **Gambar 2.** menunjukkan grafik hasil uji variabel konsentrasi mula-mula Cu (II) dan Fe (II) terhadap persen removal Cu (II) dan Fe (II). **Gambar 3.** dan **Gambar 4.** menunjukkan grafik pengaruh konsentrasi mula-mula Cu (II) dan Fe (II) terhadap q_e atau kapasitas adsorpsi Cu (II) dan Fe (II).

Gambar 5. dan **Gambar 6.** menunjukkan pengaruh dosis adsorben Cu (II) dan Fe (II) terhadap persen removal Cu (II) dan Fe (II). Sedangkan pengaruh dosis adsorben Cu (II) dan Fe (II) terhadap Kapasitas adsorpsi Cu (II) dan Fe (II) dapat dilihat pada **Gambar 7.** dan **Gambar 8.**

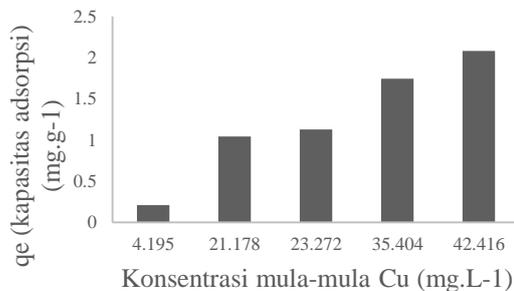


Gambar 1. Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Persen Removal Cu (II)

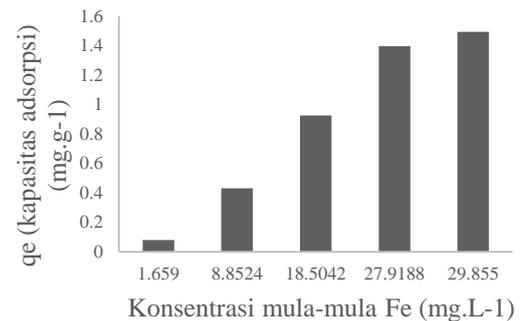


Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Persen Removal Fe (II)

Dari **Gambar 1.** dapat diketahui bahwa berdasarkan peningkatan variasi konsentrasi Cu (II) dari 4,195 – 42,416 mg.L⁻¹, persen removal adsorben terhadap logam Cu (II) cenderung konstan dengan persen removal rata-rata yaitu 98.38% dan **Gambar 2.** dapat diketahui bahwa berdasarkan peningkatan variasi konsentrasi Fe (II) dari 1,659 – 29,855 mg.L⁻¹, persen removal adsorben terhadap logam Fe (II) cenderung konstan dengan persen removal rata-rata yaitu 98.90%.

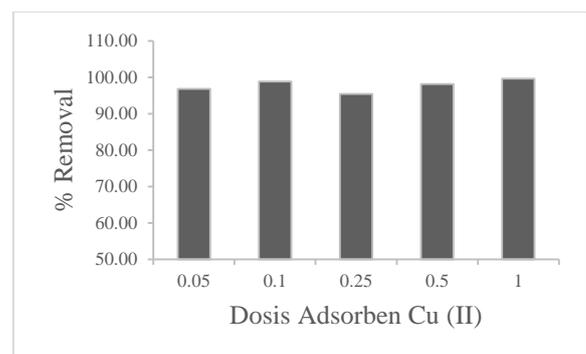


Gambar 3. Konsentrasi mula-mula larutan Cu (II) terhadap qe (kapasitas adsorpsi)

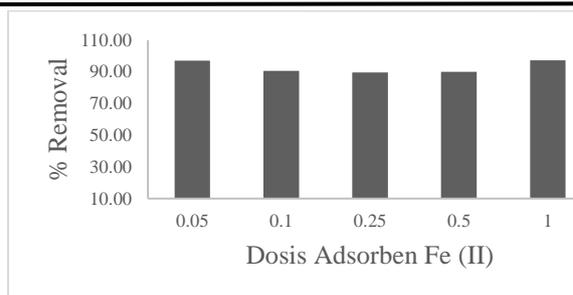


Gambar 4. Konsentrasi mula-mula larutan Fe (II) terhadap qe (kapasitas adsorpsi)

Pada **Gambar 3.** dan **Gambar 4.** dapat dilihat pengaruh variasi konsentrasi larutan dengan variasi konsentrasi Cu (II) mulai dari 4,195 – 42,416 mg.L⁻¹, diketahui bahwa semakin meningkatnya konsentrasi Cu (II) maka Kapasitas adsorpsi (qe) terhadap Cu (II) mengalami peningkatan dari 0,2089 – 2,0802 mg g⁻¹ dan begitu pula pada logam Fe (II) mulai dari 1,659 – 29,855 mg.L⁻¹, dimana kapasitas adsorpsi (qe) Fe (II) mengalami peningkatan dari 0,08061 – 1,49275 mg.g⁻¹.



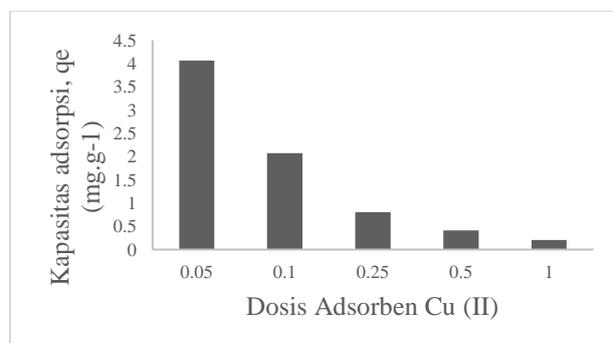
Gambar 5. % Dosis Adsorben Cu (II) terhadap Persen Removal



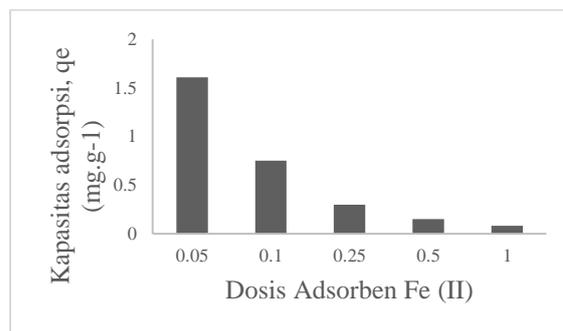
Gambar 6. % Dosis Adsorben Fe (II) terhadap Persen Removal

Menurut Chakravarty et al [6], adsorben dari pulp kertas koran bekas yang di olah dengan menggunakan sodium bikarbonat mampu mengadsorpsi logam Cu (II). Dengan dosis adsorben sebesar 2 gram diperoleh persen removal sebesar 94,2% Cu (II) dari 50 mL larutan Cu (II).

Dari Gambar 5. dan Gambar 6. dapat dilihat pengaruh dosis adsorben terhadap persen removal. Sehingga kapasitas penyerapan logam Cu (II) dan Fe (II) relatif konstan. Maksimum persen removal didapatkan pada dosis adsorben 1 gram yaitu 99,60% Cu (II), sedangkan maksimum persen removal Fe (II) sebesar 97,18% diperoleh pada penggunaan dosis adsorben sebesar 1 gram. Persen removal adsorpsi ini dipengaruhi oleh semakin besarnya luas permukaan adsorben.



Gambar 7. Dosis Adsorben Cu (II) terhadap Kapasitas Adsorpsi



Gambar 8. Dosis Adsorben Fe (II) terhadap Kapasitas Adsorpsi

Dari Gambar 7. Dan Gambar 8. dapat dilihat variasi dosis adsorben larutan CuSO₄·5H₂O dan FeSO₄·7 H₂O, dengan variasi dosis adsorben mulai dari 0,05 – 1 g. Dari hasil analisa dapat diketahui bahwa kapasitas adsorpsi Cu (II) mengalami penurunan dari 4,0602 – 0,2089 mg g⁻¹ dan kapasitas adsorpsi Fe (II) mengalami penurunan dari 1,6086 – 0,0806 mg g⁻¹. Selanjutnya didapatkan persen removal Cu (II) dan Fe (II) masing-masing sebesar 97,75% dan 92,87%.

4. KESIMPULAN:

Kertas koran bekas dapat dijadikan sebagai bio-adsorben yang berfungsi untuk menghilangkan kandungan logam Cu (II) dan Fe (II) dari suatu larutan. Selain itu, penggunaan kertas koran bekas sebagai adsorben dapat mengurangi limbah kertas dan dijadikan alternatif yang rendah biaya serta ramah lingkungan.

Maksimum persen removal dari kertas koran bekas terhadap logam Cu (II) adalah 99,60% dan Fe (II) adalah 97,18% dengan dosis adsorben sebesar 1 gram.

UCAPAN TERIMA KASIH:

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing dan Kepala

Laboratorium Program Studi Teknik Kimia Universitas Mulawarman yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

Hazardous Materials 159 (2008) 396-403. doi:
10.1016/j.jhazmat.2008.02.030.

DAFTAR PUSTAKA:

1. Deghani, Mohammad Hadi., Sanaei, D., Ali, Imaran., Bhatmagar, Amit. Removal of Chromium (VI) from aqueous solution using treated waste newspaper as a low-cost adsorbent: Kinetic modelling and isotherm studies. *Journal of Molecular Liquid* 215 (2016) 671 – 679. doi: 10.1016/j.molliq.2015.12.057.
2. Zhang, Xiaoyu., Tan, Jia., Wei, Xinhao., Wang, Lijuan. Removal of Remazol turquoise Blue G-133 from aqueous solution using modified waste newspaper fiber. *Carbohydrate Polymers* 92 (2013) 1497 – 1502. doi: 10.1016/j.carbpol.2012.10.066.
3. Jin, Chunde., Han, Shenjie., Li, Jingpeng., Sun, Qingfeng. Fabrication of cellulose-based aerogels from waste newspaper without any pretreatment and their use for absorbents. *123 (2015) 150 – 256.* doi: 10.1016/j.carbpol.2015.01.056 (2015).
4. Pitsari, S., Tsoufakis, E., Loizidou, M. Enhanced lead adsorption by unbleached newspaper pulp modified with citric acid. *Chemical Engineering Journal* (2013). doi: 10.1016/j.cej.2013.02.105.
5. Dahlan, Irvan., Hassa, S.R., Hakim, M.L. Removal of iron (Fe^{2+}) from aqueous solutions using siliceous waste sorbent. *23(1), 41-48 (2013).*
6. Chakravarty, S., Pimple, S., Chaturvedi, Hema T., Singh, S., Gupta K.K. Removal of copper from aqueous solution using newspaper pulp as an adsorbent. *Journal of*