

Submitted : 30 November

Revised : 7 December

Accepted : 8 December

ADSORPSI LOGAM Cu (II) DAN Fe (II) MEGGUNAKAN KERTAS KORAN BEKAS

Mardiah^{1*}, Rif'an Fathoni¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jalan Sambaliung 9 Kampus Gunung Kelua Samarinda Kalimantan Timur 75119

*Email: mardiah@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Salah satu parameter yang menentukan kualitas pencemaran air adalah kandungan logam berat seperti tembaga (Cu) dan Besi (Fe). Paparan logam berat dapat mengakibatkan penyakit kanker pada manusia, apabila dikonsumsi secara terus-menerus. Oleh karena itu, logam ini perlu untuk diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke air permukaan atau pun sebagai air bersih. Pada penelitian ini telah diproduksi adsorben dari kertas koran bekas. Metode adsorpsi dipilih karena metode ini merupakan proses yang sederhana dan efektif untuk mengurangi kadar logam berat. Sedangkan kertas koran bekas memiliki kandungan selulosa yang telah lama diketahui mempunyai potensi yang cukup signifikan karena kemampuan adsorpsi nya. Penelitian ini meliputi dua tahap yaitu tahap pertama adalah pembuatan adsorben dari kertas koran bekas. Kertas koran bekas dilarutkan dalam larutan natrium hidroksida 10% untuk mengurangi berbagai kotoran seperti debu dan tinta. Pada tahap kedua, parameter yang telah diujikan adalah dosis adsorben dan waktu kontak. Setelah tahap adsorpsi selesai, larutan disaring dan dianalisa dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Dari hasil penelitian persen removal Cu (II) tertinggi 99,31 % dan Fe (II) 99,99% dan dari persamaan adsorpsi Ishoterm Langmuir diperoleh kapasitas adsorpsi maksimal (Q) pada 2182 $\mu\text{g/g}$ untuk Cu (II) dan 1552 $\mu\text{g/g}$ untuk Fe (II).

Kata Kunci: Adsorben, Adsorpsi, Kertas Koran

Abstract

One of the parameters that determine the quality of water pollution is the content of heavy metals such as copper (Cu) and iron (Fe). Therefore, these metals need to be processed before being discharged into surface water or even as clean water. This study produced adsorbent from old newspapers. Adsorption was selected for this method because it was a simple and effective process for reducing of heavy metals. While old newspaper contained cellulose which is known to have potentially significant because of its adsorption capacity. This research included two step, the first was to produce adsorbent from old newspapers. Old newspapers dissolved in a solution of 10% sodium hydroxide to remove various impurities such as dust and ink. In the second step, the parameters that were tested were dose adsorbent, and contacted time. After the adsorption was complete, the solution was filtered and analyzed using Atomic Adsorption Spectrophotometer (AAS). The result showed that the percent removal of Cu (II) was 99.31% and Fe (II) was 99.99%. From Ishoterm Langmuir adsorption equation it was obtained that maximum adsorption capacity (Q) was at 2182 $\mu\text{g/g}$ for Cu (II) and 1552 $\mu\text{g/g}$ for Fe (II).

Keywords: Adsorbent, Adsorbtion, Newspaper

1. PENDAHULUAN

Logam berat merupakan logam yang memiliki densitas lebih besar dari 6 gr/cm³ (O'Connell dkk, 2008). Logam tembaga (Cu) dan Besi (Fe) merupakan logam berat yang banyak digunakan untuk industri kelistrikan, elektroplating, baja maupun sebagai logam pendukung dalam berbagai industri. Selain itu juga ditemukan sebagai kontaminan pada industri pertambangan, pengolahan air bersih, pemukiman, dan limbah. Paparan logam berat dapat mengakibatkan penyakit kanker pada manusia. Sebagai contoh logam Cu apabila terkonsumsi manusia secara terus menerus akan mengakibatkan iritasi, gatal-gatal, penyakit kulit, kanker liver, ginjal dan paru-paru (Chakravarty dkk, 2008). Menurut Permenkes Republik Indonesia No 492 tahun 2010, tentang persyaratan air minum disebutkan kadar maksimum yang diperbolehkan untuk Cu adalah 2 mg/l dan Fe adalah 0,3 mg/l.

Sehingga logam ini perlu untuk diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke air permukaan atau pun sebagai air bersih. Beberapa proses pengolahan tersebut diantaranya adalah koagulasi, presipitasi, ion exchange, filtrasi dengan membran, elektrochemical, dan adsorpsi. Di antara proses tersebut, proses adsorpsi merupakan proses yang sederhana dan efektif untuk mengurangi kadar logam berat. Adsorpsi adalah proses pengumpulan substansi pada permukaan antara dua fase seperti padat-cair dan padat-gas (Bhatnagar dan Sillanpaa, 2010). Selain itu, adsorben (zat penyerap) dapat digunakan kembali, sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Chakravarty dkk (2008) menunjukkan sebanyak 80% Cu yang terserap pada adsorben kertas koran dapat dilarutkan dengan menggunakan HCl.

Karbon aktif sebagai adsorben telah banyak digunakan dalam pengolahan air. Sumber karbon dikonversi menjadi karbon aktif dengan menggunakan pemanasan yang tinggi, tanpa atau dengan sedikit udara. Namun karbon aktif masih merupakan material yang mahal dan apabila diinginkan kualitas yang tinggi maka akan menaikkan biaya nya pula. Selain itu karbon aktif lebih banyak digunakan untuk adsorpsi komponen organik daripada logam berat (O'Connell dkk, 2008).

Sehingga akhir-akhir ini banyak dikembangkan adsorben alternatif yang sifat nya *low-cost* atau berbiaya murah namun memiliki keunggulan yang mirip dengan karbon aktif. Salah satu nya adalah mengembangkan *bio-adsorbent* yang berasal dari selulosa. Selulosa merupakan material yang ketersediaanya melimpah dan dapat diperbaharui. Dibandingkan polimer sintetik, selulosa merupakan biopolimer alami, sehingga lebih mudah terdekomposisi oleh lingkungan. Selain itu selulosa mempunyai potensi yang cukup signifikan karena kemampuan adsorpsi nya. Shukla dan Sakhardande (1991), telah melakukan penelitian yakni menggunakan adsorben yang berasal dari pulp bambu dan serbuk gergaji yang diwarnai dengan monochlorotriazine, adsorben tersebut mampu

mengurangi kadar logam Cu²⁺, Pb²⁺, Hg, Fe²⁺, Fe³⁺, Zn²⁺ dan Ni²⁺.

Kertas koran bekas merupakan salah satu sumber selulosa dan memiliki potensi untuk digunakan sebagai adsorben logam berat. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Chakravarty dkk (2007) menggunakan kertas koran yang telah dimodifikasi sebagai adsorben untuk mengurangi kadar logam Zn dengan kapasitas adsorpsi sebesar 9,20 mg/gr dengan konsentrasi awal Zinc 10,31 mg/l. Kemudian Chakravarty dkk (2008) melakukan penelitian dengan adsorben kertas koran untuk menyerap logam Cu (II), diperoleh kapasitas loading maksimum sebesar 30 mg/gr dengan konsentrasi awal Cu(II) 20 mg/l.

Dehghani dkk (2016) menggunakan kertas koran bekas yang telah dimodifikasi untuk menyerap logam chromium sebesar 59,88 mg/gr (64%) dengan dosis adsorben 3 gr/l dan waktu kontak 60 menit.

Oleh karena itu, dari paparan di atas kertas koran bekas memiliki potensi untuk di kembangkan menjadi salah satu alternatif adsorben logam berat.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pertama adalah pembuatan adsorben dari kertas koran bekas. Kertas koran yang sudah tidak digunakan lagi direduksi ukurannya, kemudian dilarutkan dalam larutan natrium hidroksida. Kemudian kertas koran bekas disaring dengan menggunakan kertas saring whatman 41 dan dicuci dengan aquadest hingga pH nya 6,5-7. Setelah itu dikeringkan di dalam oven dan direduksi ukurannya.

Adsorben yang diperoleh dari tahap pertama kemudian dilanjutkan penggunaannya pada tahap kedua yakni tahap adsorpsi. Pada tahap ini, parameter yang diujikan adalah dosis adsorben, lama nya waktu kontak ,dan jenis larutan yang akan digunakan yakni CuSO₄. 5 H₂O dan FeSO₄. 7 H₂O.

Adsorben dengan dosis yang telah ditentukan 0,05, 0,1, 0,25, 0,5 dan 1 gr , dimasukan ke dalam 50 ml larutan CuSO₄. 5H₂O dan FeSO₄. 7H₂O dengan konsentrasi 20 mg/l selama waktu 120 menit.

Untuk mengetahui pengaruh waktu kontak terhadap proses adsorpsi, digunakan dosis 1 gram adsorben dengan waktu kontak 30, 60 dan 120 menit. Kemudian setelah adsorpsi selesai, larutan disaring dengan kertas saring whatman 41 dan dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS).

Persen *removal* Cu (II) dan Fe(II) serta kapasitas adsorpsi, dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

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

Kapasitas adsorpsi :

$$q_e = \frac{C_i - C_e}{m} \times V \dots\dots\dots[2]$$

Keterangan :

C_i : konsentrasi awal Cu atau Fe (mg/l)

C_e : konsentrasi akhir Cu atau Fe (mg/l)

q_e : Cu atau Fe yang teradsorpsi oleh adsorben (mg/g)

V : total volume larutan (liter)

m : dosis adsorben (g)

Adsorpsi Isoterm Langmuir

Model pendekatan adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah adsorpsi isoterm Langmuir. Variabel yang digunakan adalah adsorben kertas koran seberat 0,05 gram dan waktu kontak 30, 60 dan 120 menit.

Adapun model persamaan Langmuir dalam bentuk konsentrasi sebagai berikut:

$$q = \frac{QbC}{1 + bC} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana q adalah massa adsorbat yang teradsorpsi per satuan massa adsorben (mg/g), Q merupakan kapasitas adsorpsi (mg/g), C adalah konsentrasi adsorbat dalam larutan dan b adalah konstanta kesetimbangan

Model adsorpsi dari Langmuir dapat dinyatakan dalam bentuk linier:

$$\frac{C}{q} = \frac{1}{Qb} + \frac{C}{Q} \dots\dots\dots (4)$$

Di mana Q dan b adalah konstanta, dan harganya diperoleh dari plotting grafik C/q vs C . Persamaan tersebut merupakan garis lurus dengan slope Q dan intercept Qb .

3. PEMBAHASAN

3.1 Pembuatan adsorben

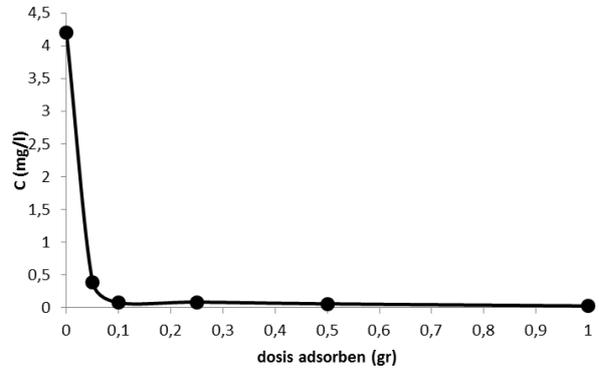
Pada penelitian ini, pembuatan adsorben dilakukan dengan cara merendam kertas koran dalam larutan NaOH 10%. Tujuan dari perendaman adalah untuk menghilangkan kotoran seperti debu dan tinta yang melekat pada kertas koran. Proses perendaman dilakukan selama satu jam, untuk menghindari degradasi selulosa.

3.2. Pengaruh dosis adsorben terhadap konsentrasi akhir larutan

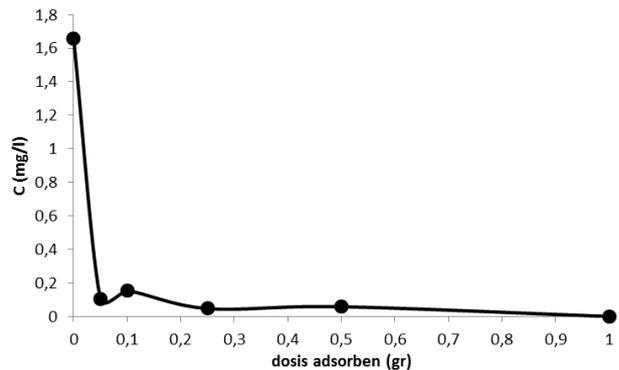
Koran terdiri dari matriks selulosa yang memiliki situs aktif (OH), situs aktif ini memiliki peran penting untuk proses adsorpsi. Dengan adanya gugus hidroksil ini, selulosa mampu membentuk ikatan hidrogen baik secara inter maupun intramolekuler (Chakravarty dkk, 2008).

Gambar 1 dan 2 menunjukkan hubungan antara banyaknya dosis adsorben yang ditambahkan dan konsentrasi akhir ion Cu(II) dan Fe(II) setelah dikontakkan selama 120 menit. Konsentrasi awal larutan Cu(II) dalam larutan yang digunakan adalah sebesar 4,195 mg/l, dan Fe(II) sebesar 1,659 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya konsentrasi akhir logam Cu(II) dan Fe(II) pada proses

adsorpsi sangat tergantung pada banyaknya dosis adsorben yang digunakan atau dikontakkan dalam larutan. Semakin banyak adsorben yang dikontakkan dalam larutan, maka semakin besar Cu(II) dan Fe (II) yang terserap dan konsentrasi akhir Cu(II) dan Fe(II) akan semakin kecil. Pada dosis adsorben 0,05 gram sudah mampu mengurangi kadar Cu(II) dan Fe (II) dalam larutan. Dan terlihat konstan apabila konsentrasi dosis adsorben dinaikan hingga 1 gram baik untuk adsorpsi Cu (II) maupun Fe (II).



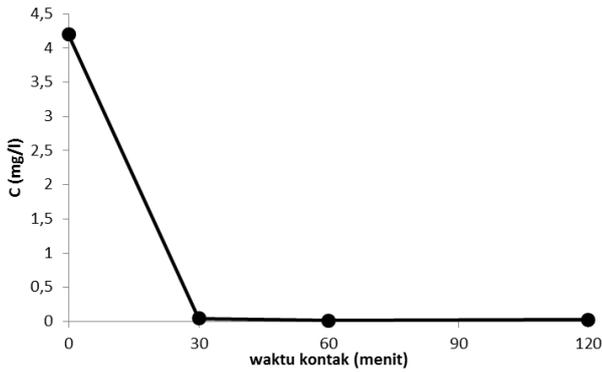
Gambar 1 . Pengaruh dosis adsorben terhadap konsentrasi akhir Cu (II) dalam larutan



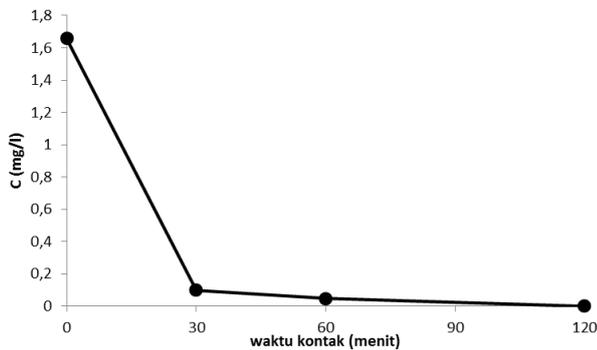
Gambar 2 . Pengaruh dosis adsorben terhadap konsentrasi akhir Fe (II) dalam larutan

3.3. Pengaruh waktu kontak terhadap konsentrasi akhir larutan

Gambar 3 dan 4 menunjukkan hubungan antara lamanya waktu kontak yakni 30, 60 dan 120 menit pada dosis adsorben 1 gram terhadap konsentrasi akhir Cu(II) dan Fe(II). Hasil penelitian menunjukkan bahwa besarnya konsentrasi akhir ion logam Cu(II) dan Fe(II) pada waktu kontak 30 menit secara keseluruhan baik pada adsorpsi Cu(II) maupun Fe (II) sudah dapat mengurangi konsentrasi Cu(II) dan Fe(II) dalam larutan. Dan terlihat konstan apabila dinaikkan menjadi 60 dan 120 menit baik untuk adsorpsi Cu (II) maupun Fe (II). Semakin lama waktu kontak antara larutan dengan adsorben menyebabkan semakin banyaknya adsorbat yang menempel pada permukaan adsorben.



Gambar 3. Pengaruh waktu kontak terhadap konsentrasi akhir Cu (II) dalam larutan



Gambar 4. Pengaruh waktu kontak terhadap konsentrasi akhir Fe (II) dalam larutan

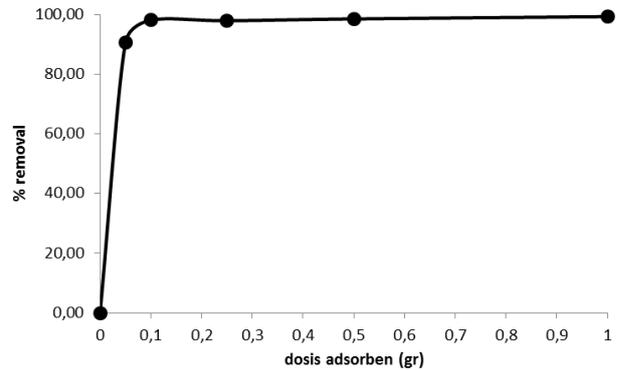
3.4. Pengaruh dosis adsorben terhadap persen *removal*

Persen *removal* merupakan besarnya konsentrasi Cu (II) dan Fe (II) yang terserap oleh adsorben kertas koran per konsentrasi awal Cu (II) dan Fe (II). Gambar 5 dan 6 persen *removal* meningkat seiring dengan kenaikan dosis adsorben (dari 0,05 sampai 1 gram). Hal ini menunjukkan kemampuan adsorben kertas koran dalam mengadsorbi, semakin besar konsentrasi dosis adsorben maka semakin banyak pula logam Cu (II) dan Fe (II) yang terserap. Pada dosis adsorben 0,25 gram baik Cu (II) maupun Fe(II) mulai terlihat konstan. Pada dosis yang tinggi kemungkinan adsorbat yang menempel lebih banyak, dan juga tercapai keadaan yang jenuh yaitu adsorben kertas koran sudah tidak dapat lagi menyerap Cu(II) dan Fe (II). Persen *removal* tertinggi pada 99,31 % untuk logam Cu(II) dan pendekatan 99,99 % untuk logam Fe (II), hal ini dikarenakan pada pembacaan adsorbansi Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) bernilai negatif, karena konsentrasi Fe (II) yang terkandung dalam larutan sangat kecil sehingga AAS tidak dapat mendeteksi keberadaan Fe(II).

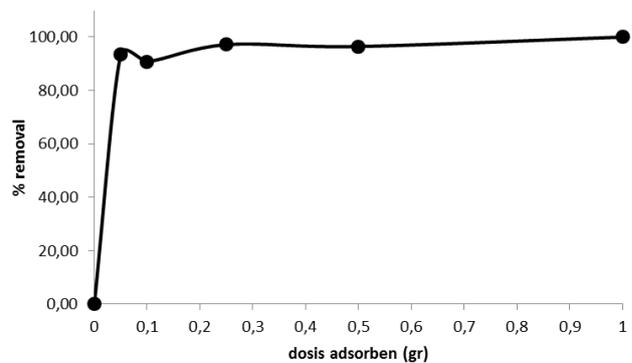
3.5. Pengaruh waktu terhadap persen *removal*

Gambar 7 dan 8 menunjukkan hubungan antara lamanya waktu kontak yakni 30, 60 dan 120 menit pada dosis 1 gram terhadap persen *removal* ion logam Cu(II) dan Fe(II). Semakin lama waktu kontak antara adsorben dengan larutan, maka semakin besar

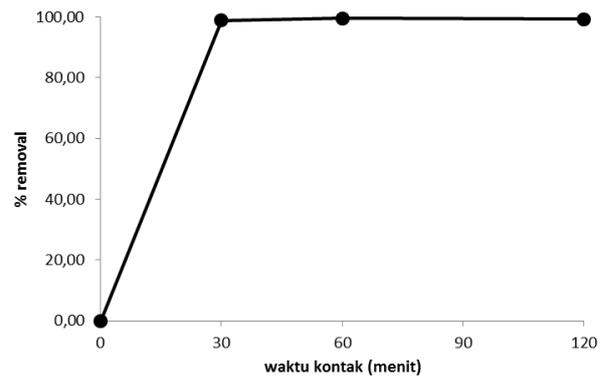
persen *removal* logam Cu(II) dan Fe (II). Adapun waktu kontak 60 dan 120 menit baik Cu(II) dan Fe(II) mulai terlihat konstan.



Gambar 5. Pengaruh dosis adsorben terhadap % *removal* Cu (II) dalam larutan



Gambar 6. Pengaruh dosis adsorben terhadap konsentrasi % *removal* Fe (II) dalam larutan

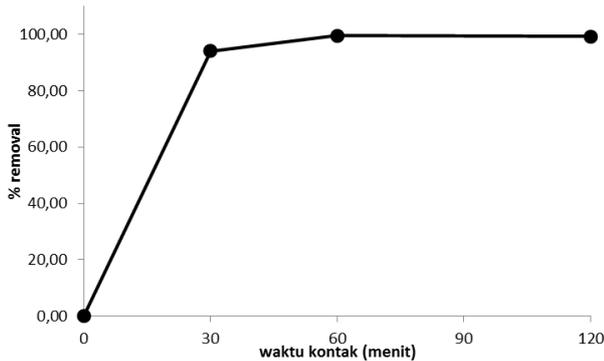


Gambar 7. Pengaruh waktu kontak terhadap % *removal* Cu (II) dalam larutan

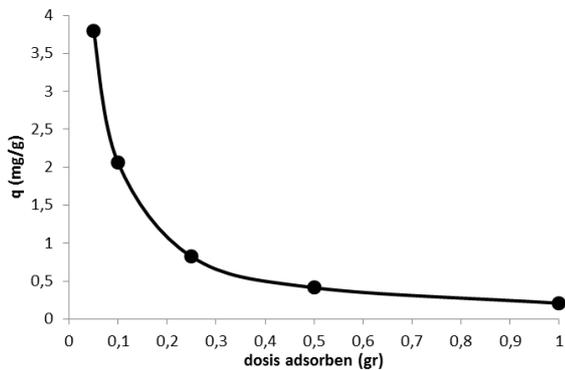
3.6. Pengaruh dosis adsorben terhadap kapasitas adsorpsi

Kapasitas adsorpsi merupakan besarnya konsentrasi Cu (II) dan Fe (II) yang terserap oleh adsorben kertas koran per gram adsorben kertas koran pada volume larutan yang dikontakkan. Konsentrasi awal larutan ion Cu(II) yang digunakan adalah sebesar 4,195 mg/l, dan Fe(II) sebesar 1,659 mg/L dalam 50 ml larutan CuSO₄ · 5 H₂O dan FeSO₄ · 7

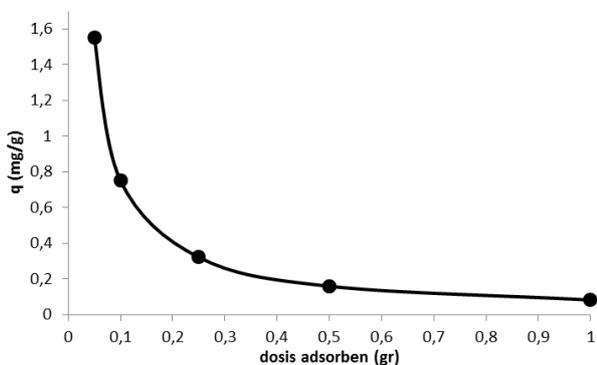
H₂O. Pengaruh dosis adsorben terhadap kapasitas adsorpsi Cu (II) dan Fe (II) dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10. Kapasitas adsorpsi (q) Cu (II) dan Fe(II) menurun seiring dengan meningkatnya dosis adsorben. Hal ini dapat terjadi karena konsentrasi kesetimbangan dari Cu(II) dan Fe(II) dalam larutan lebih rendah jika konsentrasi dosis adsorben lebih tinggi sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Wang dan Li (2009) yang melakukan adsorpsi Cr(VI) dengan menggunakan kertas koran terjadi penurunan kapasitas adsorpsi jika dosis adsorben dinaikkan.



Gambar 8. Pengaruh waktu kontak terhadap % removal Fe (II) dalam larutan



Gambar 9. Pengaruh dosis adsorben terhadap kapasitas adsorpsi Cu (II) dalam larutan



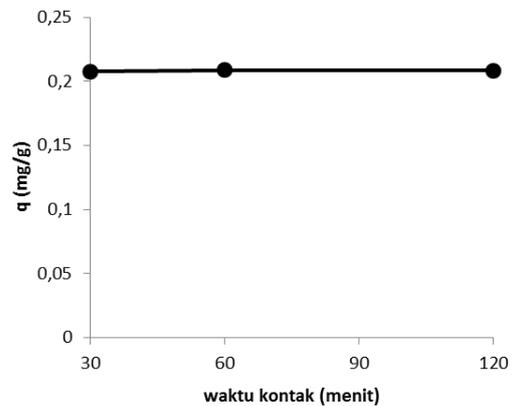
Gambar 10. Pengaruh dosis adsorben terhadap kapasitas adsorpsi Fe (II) dalam larutan

3.7. Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi

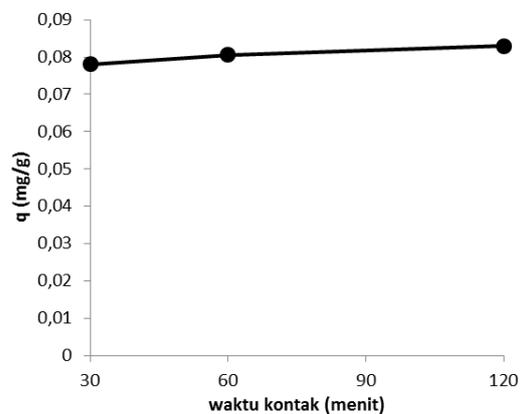
Pengaruh lamanya waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi Cu (II) dan Fe (II) dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12. Semakin lama waktu kontak, kapasitas adsorpsi cenderung konstan.

3.8. Model Adsorpsi Ishoterm Langmuir

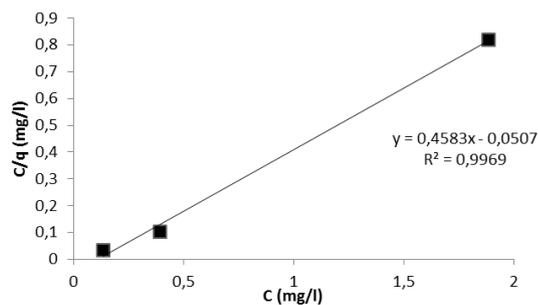
Kapasitas penyerapan maksimal dari adsorben kertas koran diperoleh dengan menggunakan pendekatan model persamaan Langmuir. Model adsorpsi Ishoterm Langmuir dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14. Dosis adsorben yang digunakan adalah 0,05 gram dan waktu kontak 30,60 dan 120 menit untuk larutan Cu (II) dan Fe (II). Dari hasil perhitungan menggunakan persamaan model adsorpsi Ishoterm Langmuir diperoleh R² untuk Cu (II) 0,9969 dan Fe(II) 1. Sehingga model adsorpsi ishoterm Langmuir dapat diterapkan. Kapasitas Penyerapan maksimal diperoleh sebesar 2182 µg/g untuk Cu (II) dan 1552 µg/gr untuk Fe (II) dengan konsentrasi awal Cu (II) 4,195 mg/l, dan Fe(II) 1,659 mg/l.



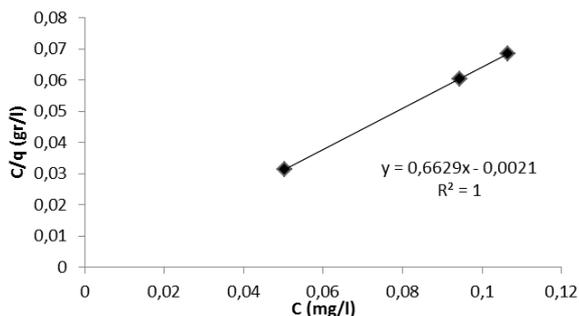
Gambar 11. Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi Cu (II)



Gambar 12. Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi Fe (II)



Gambar 13 . Model Adsorpsi Ishoterm Langmuir Cu (II)



Gambar 14 . Model Adsorpsi Ishoterm Langmuir Fe (II)

4. KESIMPULAN

Adsorben dari kertas koran bekas dapat digunakan untuk mengurangi kadar Cu (II) dan Fe (II) dalam larutan. Kapasitas Penyerapan maksimal diperoleh sebesar 2182 µg/g untuk Cu (II) dan 1552 µg/gr untuk Fe (II) dengan konsentrasi awal Cu (II) 4,195 mg/l, dan Fe(II) 1,659 mg/l.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Mulawarman, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bhatnagar Amit; Sillanpaa Mika; Utilization of agro industrial and municipal waste materials as potential adsorbents for water treatment—A review, *Chemical Engineering Journal*, 2010, 157, 277–296.
- Chakravarty S.; Bhattacharjee S.; Gupta K.K.; Singh M.; Chaturvedi H.T.; Maity S., Adsorption of Zn from aqueous solution using chemically treated newspaper pulp, *Bioresour. Technol.*, 2007, 98 , 3136–3141.
- 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 Hazardous Materials*, 2008,159, 396–403.
- Dehghani Mohammad Hadi; Sanaei Daryoush; Ali Imran; Bhatnagar Amit, Removal of

chromium(VI) from aqueous solution using treated waste newspaper as a low-cost adsorbent: Kinetic modeling and isotherm studies, *Journal of Molecular Liquids*, 2016, 215, 671–679.

O’Connell David William; Birkinshaw Colin; O’Dwyer Thomas Francis, Heavy metal adsorbents prepared from the modification of cellulose: A review, *Bioresource Technology*, 2008, 99, 6709–6724.

Permenkes Republik Indonesia No 492/MENKES /PER/IV/ 2010, tentang persyaratan kualitas air minum.

Shukla S.R.; Sakhardande V.D; Dyestuffs for improved metal adsorption from effluents, *Dyes Pigments*, 1991, 17, 11–17.

Wang Xue Song ; Li Zhi Zhong, Removal of Cr (VI) from aqueous solution by newspapers, *Desalination*, 2009, 249, 175–181.