

Submitted : 5 May 2017

Revised : 11 May 2017

Accepted : 11 May 2017

EFEKTIVITAS AMPAS TEH SEBAGAI ADSORBEN ALTERNATIF LOGAM Fe DAN Cu PADA AIR SUNGAI MAHAKAM

Distika Adhi Pratama^{1*}, Andi Muhammad Azhar Noor¹, Ari Susandy Sanjaya¹

¹Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl. Sambaliung No. 9 Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119

*Email: adhidistika@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas ampas teh sebagai adsorben dengan variasi perbedaan massa adsorben yaitu 5 gram, 7,5 gram dan 10 gram dan waktu kontak yaitu 10 menit, 20 menit dan 30 menit. Penelitian ini diawali dengan pengecilan ukuran ampas teh menjadi 200 mesh, kemudian dilakukan aktivasi kimia dengan merendam ampas teh di dalam larutan HCl 0,1 N selama \pm 24 jam. Selanjutnya dilakukan proses adsorpsi dengan mengontakkan adsorben dengan sampel air sungai mahakam berdasarkan perbedaan waktu dan massa adsorben. Konsentrasi larutan hasil adsorpsi kemudian dianalisa dengan menggunakan AAS. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh % penyerapan Fe tertinggi yang dapat dihasilkan dari adsorben ampas teh yaitu 94,25% pada berat adsorben 10 gram dengan waktu pengontakan 30 menit, sedangkan pada penyerapan Cu tertinggi yang dapat dihasilkan dari adsorben ampas teh yaitu 72,34% pada berat adsorben 10 gram dengan waktu pengontakan 20 menit. Kinetika adsorpsi penyerapan Fe pada 5 gram, 7,5 gram dan 10 gram mengikuti model kinetika orde 0, sedangkan kinetika adsorpsi penyerapan Cu pada 5 gram mengikuti model kinetika orde 1, pada 7,5 gram mengikuti model kinetika orde 2 dan pada 10 gram mengikuti model kinetika orde 0.

Kata Kunci: Adsorpsi, Ampas Teh, Penghilangan, AAS

Abstract

The aims of this study were to examine the effectiveness of tea waste as adsorbent by variation of difference in mass of adsorbent which is 5, 7,5 and 10 grams and contacting time is 10, 20 and 30 minutes. This study began with downsizing the size of tea waste become 200 mesh, then was performed a chemical activation by soaking tea waste with HCl 0,1 N for \pm 24 hours. The adsorption was performed by contacting adsorbent with a solution of sample is based on contacting time and mass of adsorbent. The concentration of resulting solution was analyzed using AAS. Based on the result, the highest Fe absorption percentage can be obtained from teawaste adsorbent that is 94,25% at 10 gram adsorbent weight with 30 minute contact time, while highest Cu absorption percentage can be obtained from tea waste adsorbent that is 72,34% at 10 gram adsorbent weight with 20 minute contact time. Fe adsorption kinetics at 5 grams, 7,5 grams and 10 grams following the zero-order kinetic model, while in Cu adsorption kinetics at 5 grams following first-order kinetics model, 7,5 grams following second-order kinetics model and 10 grams following zero-order kinetics model.

Keywords: Adsorption, Tea Waste, Removal, AAS

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan air Sungai Mahakam sebagai sumber air bersih masih banyak dilakukan masyarakat Kota Samarinda, baik yang diambil secara langsung maupun yang diolah oleh PDAM. Meskipun demikian, sungai di Kota Samarinda juga memiliki beberapa permasalahan terutama dari segi kualitas air sungai. Berdasarkan data yang diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, sejak tahun 2010 hingga 2015 kualitas air di Sungai Mahakam mengalami penurunan. Bahkan di beberapa kawasan telah dikategorikan tercemar berat. Beberapa pencemar yang ditemukan di dalam kandungan air Sungai Mahakam adalah logam Fe dan Cu. Keberadaan logam berat di perairan dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga dan limbah industri.

Pencemaran yang dihasilkan dari logam sangat berbahaya karena bersifat toksik, selain itu logam berat juga akan terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses gravitasi. Adanya kandungan Fe dalam air menyebabkan warna air tersebut berubah menjadi kuning kecoklatan setelah beberapa saat kontak dengan udara. Kandungan Fe dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti gangguan pada usus, bau yang kurang enak serta menyebabkan warna kuning pada dinding bak penampungan. Selain itu, keracunan besi menyebabkan permealitas dinding pembuluh darah kapiler meningkat sehingga plasma darah merembes keluar yang mengakibatkan volume darah menurun. Oleh karena itu, menurut PP No. 82 Tahun 2001 kadar Fe pada air baku yang diizinkan adalah 0,3 mg/L.

Keberadaan Cu dalam air juga berbahaya karena logam Cu merupakan salah satu logam berat yang termasuk bahan beracun dan berbahaya. Logam Cu dapat terakumulasi di otak, jaringan kulit, hati, pankreas dan miokardium. Menurut Palar (2004) pada konsentrasi 0,01 ppm fitoplankton akan mati karena Cu menghambat aktivitas enzim dalam pembelahan sel fitoplankton. Konsentrasi Cu dalam kisaran 2,5 – 3,0 ppm dalam badan perairan akan membunuh ikan-ikan. Oleh karena itu, menurut PP No. 82 Tahun 2001 kadar Fe maksimum yang diperbolehkan pada air baku adalah 0,02 mg/L. Sehingga diperlukan teknik pengolahan untuk menurunkan kadar Fe dan Cu pada air.

Salah satu cara pengelolaan air yaitu dengan metode adsorpsi yang merupakan metode untuk menghilangkan polutan organik. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak penelitian telah berfokus pada proses adsorpsi karena dinilai lebih efektif, preparasi mudah dan pembiayaan yang relatif murah dibanding metode lainnya. Salah satu material yang dapat dipertimbangkan sebagai adsorben adalah ampas teh. Oleh karena itu, melihat dari segi permasalahan yang terjadi dan keterkaitannya dengan metode adsorpsi maka perlu adanya tindakan lebih lanjut untuk meneliti serta menguji keefektifan ampas teh sebagai adsorben alternatif dalam menyerap logam Fe dan Cu yang terkandung di dalam air Sungai Mahakam.

Ampas Teh

Ampas daun teh merupakan sisa dari teh yang telah mengalami proses pelarutan dengan air, sehingga serat yang tertinggal lebih dominan berupa serat tidak larut (Lestari, 2006). Bajpai dan Jani (2010) melaporkan ampas daun teh mengandung selulosa (37%), hemiselulosa dan lignin (14%), dan polifenol (25%). Kandungan dalam ampas daun teh diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi Fe dan Cu.

Adsorpsi

Menurut Asip (2008), adsorpsi adalah proses perpindahan massa pada permukaan pori-pori dalam butiran adsorben. Perpindahan massa yang terjadi melalui batas antara dua fasa yaitu: gas-padat, cair-padat. Proses yang terjadi selama adsorpsi yaitu perpindahan massa dari cairan ke permukaan butir, difusi dari permukaan butir ke dalam butir melalui pori, perpindahan massa dari cairan dalam pori ke dinding pori dan adsorpsi pada dinding pori.

Adsorpsi dapat terjadi karena adanya energi permukaan dan gaya tarik-menarik permukaan. Sifat dari masing-masing permukaan berbeda, tergantung pada susunan dalam molekul-molekul zat. Setiap molekul dalam interior dikelilingi oleh molekul-molekul lainnya, sehingga gaya tarik menarik antar molekul akan sama besar, setimbang ke segala bagian. Sedangkan untuk molekul dipermukaan hanya mempunyai gaya tarik kearah dalam (Asip, 2008).

Adsorben

Adsorben adalah bahan padat dengan luas permukaan dalam yang sangat besar. Permukaan yang luas ini terbentuk karena banyaknya pori-pori yang halus pada padatan tersebut. Disamping luas spesifik dan diameter pori, maka kerapatan unggun, distribusi ukuran partikel maupun kekerasannya merupakan data karakteristik yang penting dari suatu adsorben (Asip, 2008).

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi

Menurut Asip (2008), ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi yaitu:

1. Proses pengadukan
Kecepatan adsorpsi selain dipengaruhi oleh *film diffusion* dan *pore diffusion* juga dipengaruhi oleh pengadukan. Jika proses pengadukan relatif kecil maka adsorben sukar menembus lapisan *film* antara permukaan adsorben dan *film diffusion* yang merupakan faktor pembatas yang memperkecil kecepatan penyerapan. Dan jika pengadukan sesuai maka akan menaikkan *film diffusion* sampai titik *pore diffusion* yang merupakan faktor pembatas dalam sistem batch dilakukan pengadukan yang tinggi.
2. Karakteristik adsorben
Adsorpsi dipengaruhi oleh dua sifat permukaan yaitu energi permukaan dan gaya tarik

permukaan, oleh karena itu sifat fisik yaitu ukuran partikel dan luas permukaan merupakan sifat yang terpenting dari bahan yang akan digunakan sebagai adsorben.

3. Kelarutan adsorben

Proses adsorpsi terjadi pada molekul-molekul yang ada dalam larutan harus dapat berpisah dari cairannya dan dapat berikatan dengan permukaan adsorben. Sifat unsur yang terlarut mempunyai gaya tarik-menarik terhadap cairannya yang lebih kuat bila dibandingkan dengan unsur yang sukar larut. Dengan demikian unsur yang terlarut akan lebih sulit terserap pada adsorben bila dibandingkan dengan unsur yang tidak larut.

(Asip, 2008).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap I: Pembuatan Adsorben

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas kimia 250 mL, erlenmeyer 250 mL, corong kaca, *magnetic stirrer*, kaca arloji, mortar dan alu, neraca analitik, spatula, statif dan klem, *stopwatch*, ayakan 200 mesh, gelas ukur 250 mL, oven, botol sampel, termometer dan GBC SavantAA AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Sedangkan, Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas teh, larutan HCl 0,1 N, *aquadest*, kertas indikator pH, kertas saring dan sampel air Sungai Mahakam. Pada tahap pembuatan adsorben adapun prosedur yang dilakukan yaitu pertama-tama ampas teh dicuci menggunakan air yang mengalir hingga tidak menghasilkan atau terjadi perubahan warna. Kemudian, ampas teh yang sudah bersih direndam dengan air panas selama ±15 menit. Selanjutnya ampas teh dijemur dibawah panas matahari hingga kering. Setelah kering, ampas teh dihaluskan dan dilakukan pengayakan untuk memperoleh ampas teh dengan ukuran adsorben sebesar 200 mesh.

Tahap II: Aktivasi Adsorben

Pada tahap aktivasi adsorben adapun prosedur yang dilakukan yaitu ampas teh dengan ukuran 200 mesh direndam di dalam larutan asam klorida (HCl) 0,1 N selama ±24 jam. Setelah itu, ampas teh disaring dan dibilas dengan *aquadest* hingga diperoleh pH = 7 kemudian dikeringkan, dan ampas teh siap digunakan untuk proses adsorpsi.

Tahap III: Proses Adsorpsi

Pada tahap proses adsorpsi adapun prosedur yang dilakukan yaitu pertama-tama ampas teh kering dengan ukuran 200 mesh ditimbang sebanyak 5 gram menggunakan neraca analitik. Kemudian, disiapkan sampel air Sungai Mahakam sebanyak 250 mL. selanjutnya, adsorben ampas teh dimasukkan ke dalam sampel air Sungai Mahakam yang telah disiapkan sebelumnya. Diaduk campuran selama 10 menit dengan *magnetic stirrer* kemudian disaring campuran menggunakan kertas saring. Selanjutnya,

filtrat hasil adsorpsi dilakukan uji kadar Fe dan Cu menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Diulangi percobaan menggunakan variabel massa adsorben dan waktu pengontakan yang berbeda. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu massa adsorben 5 gram, 7,5 gram dan 10 gram dan waktu pengontakan yaitu 10 menit, 20 menit dan 30 menit. Variabel terikat atau variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ukuran adsorben sebesar 200 mesh dan volume larutan sampel yaitu 250 mL.

Efektivitas Adsorpsi

Berdasarkan Larasati (2015), efektivitas adsorpsi logam dapat dianalisa dengan menghitung efektivitas penurunan (E_f) yaitu kandungan logam berat awal (Y_i) dikurangi dengan kandungan logam berat akhir (Y_f) per kandungan logam berat awal (Y_i) dalam mg/mL seperti pada Persamaan (1) dibawah ini.

$$E_f = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Orde 0

Penentuan kinetika adsorpsi pada orde 0 dilakukan dengan regresi linier menggunakan Persamaan (2) dibawah ini.

$$C_A = C_{A0} - kt \dots\dots\dots (2)$$

Orde 1

Penentuan kinetika adsorpsi pada orde 1 dilakukan dengan regresi linier menggunakan Persamaan (3) dibawah ini.

$$\ln C_A = - kt + C_{A0} \dots\dots\dots (3)$$

Orde 2

Penentuan kinetika adsorpsi pada orde 2 dilakukan dengan regresi linier menggunakan Persamaan (4) dibawah ini.

$$\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_{A0}} = kt \dots\dots\dots (4)$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang dilakukan, efektivitas adsorpsi logam Fe dan Cu ditentukan berdasarkan perbedaan massa adsorben yang digunakan yaitu 5 gram, 7,5 gram dan 10 gram serta perbedaan waktu kontak yaitu 10 menit, 20 menit dan 30 menit dengan volume sampel air sungai yang digunakan yaitu sebanyak 250 mL. Adapun hasil perhitungan efektivitas adsorpsi logam Fe dan Cu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Logam Fe

Massa Adsorben (gram)	Waktu (menit)	Yi (mg/mL)	Yf (mg/mL)	Efektivitas (%)
		Fe	Fe	Fe
5		0,348	0,269	22,70
7,5	10	0,348	0,164	52,87
10		0,348	0,114	67,24
5		0,348	0,242	30,46
7,5	15	0,348	0,149	57,18
10		0,348	0,118	66,09
5		0,348	0,207	40,51
7,5	20	0,348	0,153	56,03
10		0,348	0,089	74,42
5		0,348	0,220	36,78
7,5	25	0,348	0,105	69,83
10		0,348	0,053	84,77
5		0,348	0,211	39,36
7,5	30	0,348	0,100	71,26
10		0,348	0,020	94,25

*TTD = Tidak Terdefinisi

Berdasarkan perhitungan efektivitas adsorpsi pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hubungan antara massa adsorben dan % efektivitas adsorpsi berbanding lurus, dimana semakin tinggi massa adsorben yang digunakan maka % efektivitas adsorpsi logam semakin tinggi. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Krisnawati (2013), dimana konsentrasi ion logam akan semakin menurun dengan bertambahnya jumlah adsorben yang digunakan. Jumlah adsorben yang semakin banyak akan memperluas penyerapan ion logam yang ada pada suatu larutan sehingga % efektivitas adsorpsi pun akan semakin meningkat.

Selain massa adsorben, nilai % efektivitas penyerapan juga dipengaruhi oleh waktu kontak, dimana semakin lama waktu kontak antara adsorben dan adsorbat, maka akan semakin banyak juga ion yang dapat diserap.

Berdasarkan Tabel 1, maka dapat diketahui % efektivitas penyerapan logam Fe dengan perbedaan massa adsorben yang paling tinggi yaitu 94,25% pada massa adsorben 10 gram dengan waktu pengontakan 30 menit. Berdasarkan hasil tersebut, maka hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa semakin besar massa adsorben yang digunakan dengan waktu kontak yang semakin lama maka semakin tinggi nilai % efektivitas penyerapan logam yang terjadi.

Pada adsorpsi logam Cu, berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa % efektivitas penyerapan logam Cu dengan perbedaan massa adsorben yang paling tinggi yaitu 72,34% pada massa adsorben 7,5 gram dengan waktu pengontakan 30 menit. Sedangkan, pada massa adsorben 10 gram dengan waktu pengontakan 30 menit menunjukkan hasil TTD. Nilai TTD pada hasil tersebut menunjukkan bahwa

kandungan Cu yang ada pada sampel tidak terdefinisi atau tidak dapat terbaca pada AAS, sehingga tidak diketahui apakah pada sampel dengan massa adsorben 10 gram masih terdapat atau tidak kandungan logam Cu di dalamnya.

Penentuan Kinetika Adsorpsi Logam Fe dan Cu

Menurut Widihati (2012), kinetika adsorpsi merupakan salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi karena menunjukkan tingkat kecepatan penyerapan adsorben terhadap adsorbatnya. Kemampuan penyerapan dapat dilihat dari laju adsorpsinya dalam hal ini pengujian terhadap laju adsorpsi yang dilakukan melalui penentuan orde reaksi secara eksperimen.

Kinetika adsorpsi logam Fe dan Cu dengan adsorben ampas teh ditentukan dengan menggunakan variabel bebas massa adsorben dan waktu pengontakan. Massa adsorben yang digunakan yaitu 5 gram, 7,5 gram dan 10 gram dan waktu pengontakan yang digunakan yaitu 10 menit, 20 menit dan 30 menit. Adapun data hasil perhitungan untuk penentuan kinetika adsorpsi logam Fe dan Cu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Efektivitas Adsorpsi Logam Cu

Massa Adsorben (gram)	Waktu (menit)	Yi (mg/mL)	Yf (mg/mL)	Efektivitas (%)
		Cu	Cu	Cu
5		0,047	0,026	44,68
7,5	10	0,047	0,026	44,68
10		0,047	0,020	57,44
5		0,047	0,025	46,81
7,5	15	0,047	0,021	55,31
10		0,047	0,020	57,45
5		0,047	0,020	57,44
7,5	20	0,047	0,017	63,82
10		0,047	0,015	68,08
5		0,047	0,017	63,83
7,5	25	0,047	0,014	70,21
10		0,047	0,014	70,21
5		0,047	0,015	68,08
7,5	30	0,047	0,013	72,34
10		0,047	TTD	TTD

*TTD = Tidak Terdefinisi

Tabel 3. Data Penentuan Kinetika Adsorpsi Logam Fe

Massa Adsorben (gram)	Waktu (menit)	C _{A0} (mg/mL)	C _A (mg/mL)	ln (C _{A0} /C _A)	1/C _A
		Fe	Fe	Fe	Fe
5		0,348	0,269	0,257	3,717
7,5	10	0,348	0,164	0,752	6,098
10		0,348	0,114	1,116	8,772
5		0,348	0,242	0,363	4,132
7,5	15	0,348	0,149	0,848	6,711
10		0,348	0,118	1,081	8,474
5		0,348	0,207	0,519	4,831
7,5	20	0,348	0,153	0,822	6,536
10		0,348	0,089	1,364	11,236
5		0,348	0,220	0,458	4,545
7,5	25	0,348	0,105	1,198	9,524
10		0,348	0,053	1,882	18,868
5		0,348	0,211	0,500	4,739
7,5	30	0,348	0,100	1,247	10
10		0,348	0,020	2,856	50

*TTD = Tidak Terdefinisi

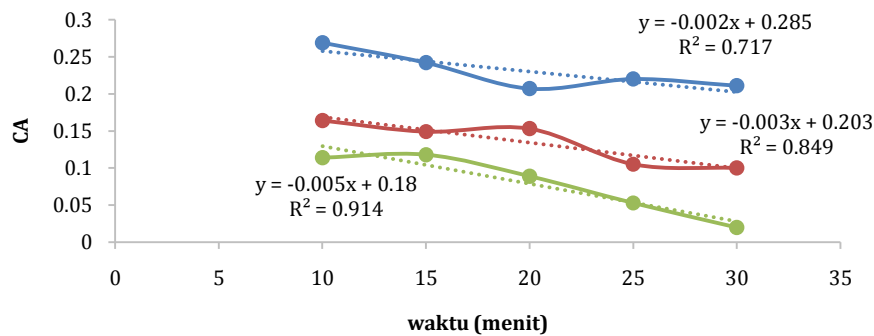
Tabel 4. Data Penentuan Kinetika Adsorpsi Logam Cu

Massa Adsorben (gram)	Waktu (menit)	C _{A0} (mg/mL)	C _A (mg/mL)	ln (C _{A0} /C _A)	1/C _A
		Cu	Cu	Cu	Cu
5		0,047	0,026	0,592	38,462
7,5	10	0,047	0,026	0,592	38,462
10		0,047	0,020	0,854	50
5		0,047	0,025	0,631	40
7,5	15	0,047	0,021	0,806	47,619
10		0,047	0,020	0,854	50
5		0,047	0,020	0,854	50
7,5	20	0,047	0,017	1,017	58,824
10		0,047	0,015	1,142	66,667
5		0,047	0,017	1,017	58,823
7,5	25	0,047	0,014	1,211	71,428
10		0,047	0,014	1,211	71,428
5		0,047	0,015	1,142	66,667
7,5	30	0,047	0,013	1,285	76,923
10		0,047	TTD	TTD	TTD

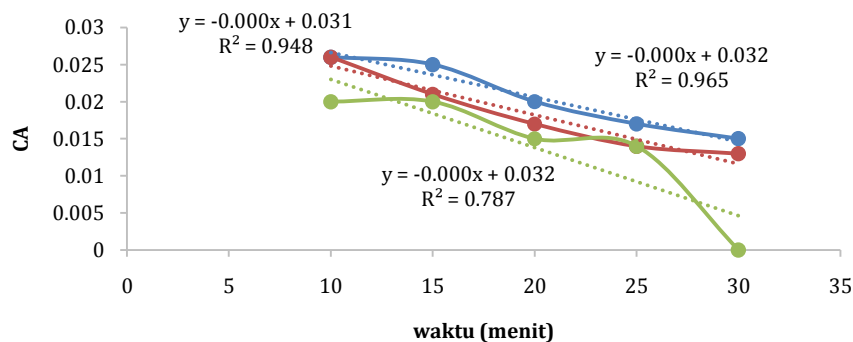
*TTD = Tidak Terdefinisi

Orde 0

Regresi linier orde 0 kinetika adsorpsi logam Fe dan Cu dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



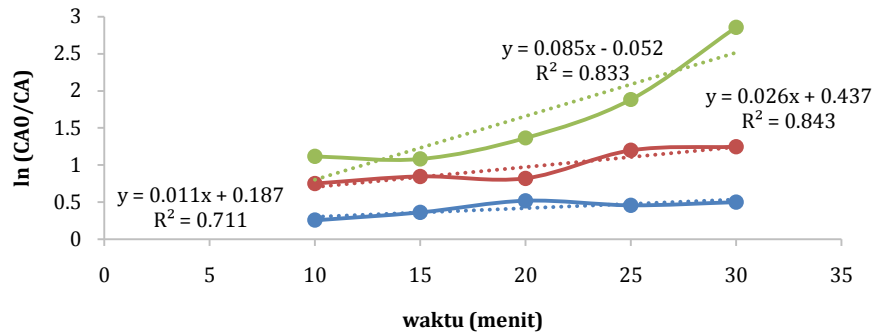
Gambar 1. Model Kinetika Adsorpsi Orde 0 pada Logam Fe



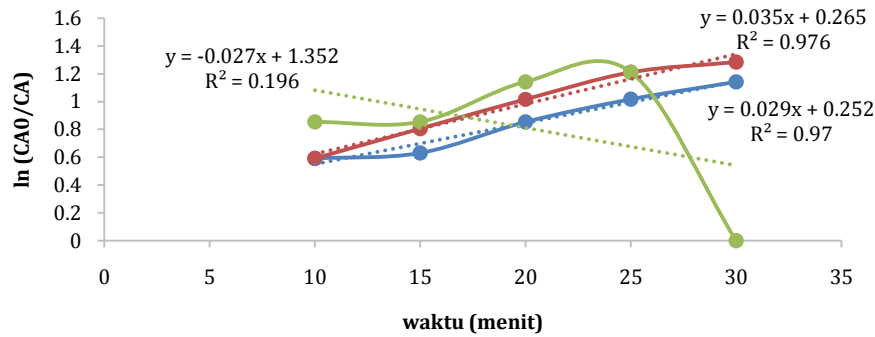
Gambar 2. Model Kinetika Adsorpsi Orde 0 pada Logam Cu

Orde 1

Regresi linier orde 1 kinetika adsorpsi logam Fe dan Cu dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



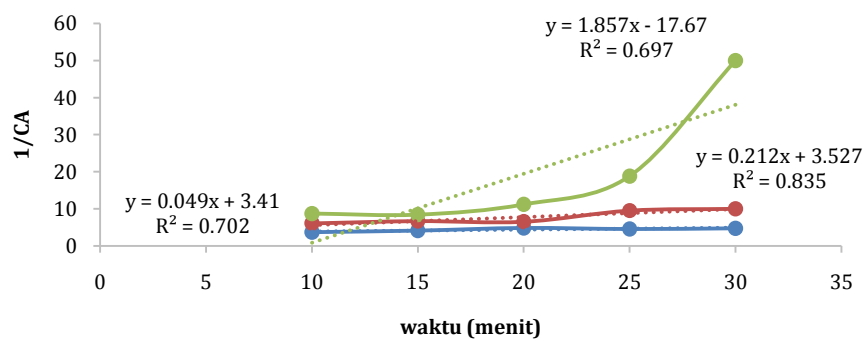
Gambar 3. Model Kinetika Adsorpsi Orde 1 pada Logam Fe



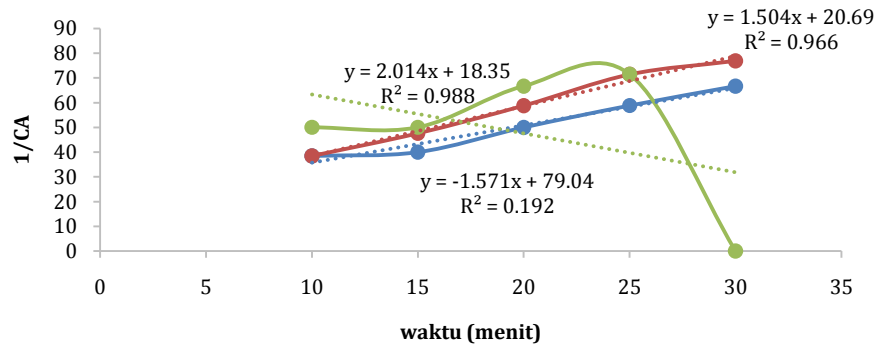
Gambar 4. Model Kinetika Adsorpsi Orde 1 pada Logam Cu

Orde 2

Regresi linier orde 2 kinetika adsorpsi logam Fe dan Cu dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Model Kinetika Adsorpsi Orde 2 pada Logam Fe



Gambar 6. Model Kinetika Adsorpsi Orde 2 pada Logam Cu

Nilai R² (koefisien korelasi) dan k (konstanta laju adsorpsi) berdasarkan kinetika adsorpsi orde 0, orde 1 dan orde 2 pada logam Fe dan Cu yang dihasilkan dari persamaan regresi linier dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 3. Nilai R² dan k Kinetika Adsorpsi Logam Fe

Masa Adsorben (gram)	Orde 0		Orde 1		Orde 2	
	R ²	k	R ²	k	R ²	k
5	0,71	0,285	0,71	0,187	0,70	3,41
7,5	0,85	0,203	0,84	0,437	0,83	3,53
10	0,91	0,18	0,83	-0,05	0,69	-17,6

Tabel 4. Nilai R² dan k Kinetika Adsorpsi Logam Cu

Masa Adsorben (gram)	Orde 0		Orde 1		Orde 2	
	R ²	k	R ²	k	R ²	k
5	0,966	0,0326	0,97	0,2528	0,966	20,69
7,5	0,949	0,0314	0,976	0,2658	0,988	18,35
10	0,787	0,0322	0,196	1,3526	0,192	79,04

Berdasarkan Tabel 3 dapat ditentukan bahwa kinetika adsorpsi yang tepat digunakan pada adsorpsi logam Fe dengan adsorben ampas teh pada massa adsorben 5 gram yaitu kinetika adsorpsi orde 0 dengan nilai R² yaitu 0,7173 dan k yaitu 0,285, pada massa adsorben 7,5 gram yaitu kinetika adsorpsi orde 0 dengan nilai R² yaitu 0,8494 dan k yaitu 0,203 dan pada massa adsorben 10 gram yaitu kinetika adsorpsi orde 0 dengan nilai R² yaitu 0,914 dan k yaitu 0,18. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar massa adsorben yang digunakan dengan waktu pengontakan yang semakin lama dan nilai konstanta yang kecil maka semakin sedikit kandungan logam Fe yang terkandung di dalam sampel, yaitu pada massa adsorben 10 gram dengan persamaan regresi linier orde 0, dengan konstanta 0,18 diperoleh kandungan logam Fe sebesar 0,02 mg/mL.

Pada Tabel 4 dapat ditentukan bahwa kinetika adsorpsi yang tepat digunakan pada adsorpsi logam Cu dengan adsorben ampas teh pada massa adsorben

5 gram yaitu kinetika adsorpsi orde 1 dengan nilai R² yaitu 0,97 dan k yaitu 0,2528, pada massa adsorben 7,5 gram yaitu kinetika adsorpsi orde 2 dengan nilai R² yaitu 0,9885 dan k yaitu 18,359 dan pada massa adsorben 10 gram yaitu kinetika adsorpsi orde 0 dengan nilai R² yaitu 0,787 dan k yaitu 0,0322. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar massa adsorben yang digunakan dengan waktu pengontakan yang semakin lama dan nilai konstanta yang kecil maka semakin sedikit kandungan logam Cu yang terkandung di dalam sampel, yaitu pada massa adsorben 10 gram dengan persamaan regresi linier orde 0, dengan konstanta 0,0322 diperoleh kandungan logam Cu sebesar 0,0052 mg/mL.

Adapun persamaan regresi linier pada model kinetika reaksi ditunjukkan dengan $Y = bX + a$. Nilai a pada persamaan menunjukkan konstanta, dimana nilai konstanta yang bernilai negatif tidak menjadi permasalahan di dalam penentuan kinetika adsorpsi apabila nilai b atau slope tidak 0. Pemilihan orde masing-masing kinetika adsorpsi tersebut didasarkan pada nilai regresi linier tertinggi, dimana semakin tinggi nilai regresi linier maka kelinieritasan kurva berdasarkan persamaan regresi linier masing-masing orde akan lebih mudah tercapai.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa ampas teh dapat digunakan sebagai adsorben penyerap logam Fe dan Cu. Efektivitas penyerapan logam Fe tertinggi yang dapat dihasilkan dari adsorben ampas teh yaitu 94,25% pada massa adsorben 10 gram dengan waktu pengontakan 30 menit, sedangkan pada penyerapan Cu tertinggi yang dapat dihasilkan dari adsorben ampas teh yaitu 72,34% pada massa adsorben 7,5 gram dengan waktu pengontakan 30 menit.

Kinetika adsorpsi penyerapan Fe pada 5 gram, 7,5 gram dan 10 gram mengikuti model kinetika orde 0, sedangkan kinetika adsorpsi penyerapan Cu pada 5 gram mengikuti model kinetika orde 1, pada 7,5 gram mengikuti model kinetika orde 2 dan pada 10 gram mengikuti model kinetika orde 0.

6. DAFTAR PUSTAKA

Abriagni, Dana., Optimasi Adsorpsi Krom(VI) dengan Ampas Daun Teh (*Camellia sinensis* L)

- Menggunakan Metode Spektrofotometri, Tugas Akhir, Universitas Negeri Semarang, Maret 2011.
- Asbahani, Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Sebagai Karbon Aktif untuk Menurunkan Kadar Besi pada Air Sumur, *Jurnal Teknik Kimia UNTAN*, 2013, 13(1), 105-114
- Asip, F., Mardhiah, R., dan Husna, Uji Efektivitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses Batch, *Jurnal Teknik Kimia*, 2008, 15(2), 22-26.
- Fitriyah, Anita W., Utomo, Y., Kusumaningrum, Irma K., Analisis Kandungan Tembaga (Cu) dalam Air dan Sedimen di Sungai Surabaya, *Jurnal Kimia Universitas Negeri Malang*, 2012, 1-8.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Statistik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 2015, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Jakarta, 2016, hal. 140.
- Krisnawati, Jasinda dan Iriany, Penjerapan Logam Kadmium (Cd^{2+}) dengan Adsorben Cangkang Telur Bebek yang Telah Diaktivasi, *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2013, 2(3), 29-32.
- Larasati, A. I., Susanawati, L. D dan Suharto, B., Efektivitas Adsorpsi Logam Berat pada Air Lindi menggunakan Media Karbon Aktif, Zeolit, dan Silika Gel di TPA Tlekung, Batu, *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 2015, 44-48.
- Lestari, Esti S., Absorpsi Mineral Dan Kadar Lemak Darah Pada Tikus Yang Diberi Serat Ampas Teh Hasil Modifikasi Melalui Fermentasi Dengan *Aspergillus niger*, Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Mei 2006.
- Tuminah, S., Teh [*Camellia sinensis* O.K. var. *Assamica* (Mast)] sebagai Salah Satu Sumber Antioksidan, *Cermin Dunia Kedokteran* No. 144, 2004, 52-54.