

**PENURUNAN KADAR BESI (II) PADA AIR BERSIH
MENGUNAKAN AMPAS DAUN TEH DIAKTIVASI**

Laili Purwaningsih, Rachmaniyah, Pratiwi Hermiyanti*

Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Surabaya

*Email korespondensi: pratiwi.kesling@gmail.com

ABSTRACT

The production of dried tea leaves and tea consumption in Indonesia has increased from year to year. This condition was directly proportional to the spent tea leaves produced. Spent tea leaves contained 37% cellulose which can adsorb heavy metals in polluted water. Iron (II) metal was often found in high concentrations in ground water, so a treatment process was needed. This study aimed to analyze the removal of iron (II) in water by using activated spent tea leaves.

The type of this research was true experiment with a pretest-posttest controlled group design. Spent tea leaves with size 80 mesh was activated with 0.1 N HCl for 36 hours. The method was carried out with a batch system in an artificial iron solution the initial concentration was 9.85 mg / L, with mass of adsorbent was 10 grams, pH = 7, stirring speed 100 rpm, contact time 15 minutes, 25 minutes, and 35 minutes. Measurement of iron levels was carried out before and after treatment using the SSA method. FTIR test carried out before and after activated spent tea leaves were used adsorption. Data analysis was carried out descriptively and analytically (One-way Anova Test and LSD Test).

The results showed that activated spent tea leaves can remove iron (II) levels in water. The result of One-way Anova test and LSD test, the highest removal of iron (II) occurred at 35 minutes contact time with adsorption efficiency was 90.36%. FTIR test results showed that activated spent tea leaves in this study contained functional groups were O-H, C-H, C=O, C=C, and C-N.

This study concluded that activated spent tea leaves can remove iron (II) in water. The highest removal of iron (II) occurred at 35 minutes contact time. Further research is needed to achieve 100% adsorption efficiency and find an effort to reduce turbidity in sample water after treatment.

Keywords: Clean Water, Iron (II), Spent tea leaves

PENDAHULUAN

Teh merupakan jenis minuman yang banyak dikonsumsi di dunia. Bagi masyarakat Indonesia, teh merupakan minuman penyegar yang populer. Teh dibuat dari tanaman *Camellia sinensis* yang berasal dari China, Tibet, dan India bagian Utara (Soemantri, R., dan Tanti, K., 2013: 8). Produksi daun teh kering di Indonesia pada tahun 2017 meningkat 0,99% dari tahun sebelumnya. Begitu juga konsumsi teh di Indonesia pada tahun 2014 naik 17% dari tahun 2012 dan diperkirakan akan mengalami kenaikan pada tahun-tahun selanjutnya (Kementerian Pertanian, 2015 ; BPS, 2017). Kondisi ini akan berbanding lurus dengan ampas daun teh yang dihasilkan. Semakin meningkatnya produksi dan konsumsi teh di Indonesia, berakibat

pada semakin meningkatnya limbah padat teh yang dihasilkan berupa ampas daun teh.

Menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 50 tahun 2014 limbah daun teh dari industri minuman teh mengandung gas metan yang dapat menyumbang laju efek rumah kaca, oleh karena itu perlu dilakukan pemanfaatan. Menurut Bajpai, S.K., dan Jain, A. (2010) komposisi kimiawi pada ampas daun teh adalah selulosa (37%), hemiselulosa dan lignin (14,7%), dan polifenol (25%). Senyawa selulosa memiliki kemampuan mengikat ion logam dengan cara adsorpsi dikarenakan memiliki gugus fungsi karboksil dan hidroksil (Maulana, I., Ani, I., dan Husain, N., 2017). Sehingga kemampuan ampas teh sebagai

adsorben dapat diterapkan untuk mengadsorpsi ion-ion logam lain seperti Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Cu^{2+} , dan Fe^{2+} yang lazim terdapat pada air tercemar (Jayaseelan, C., dan Astha, G., 2015).

Keberadaan besi dalam air dapat bersifat terlarut, menyebabkan air menjadi merah kekuning-kuningan, bau amis, dan membentuk lapisan seperti minyak (Joko T, 2010: 11). Air minum dengan kadar besi tinggi, cenderung menimbulkan rasa mual apabila dikonsumsi dan dapat merusak dinding usus yang dapat menyebabkan kematian. Kadar Fe lebih dari 1 mg/L akan menyebabkan iritasi pada mata dan kulit, dan apabila kelarutan besi lebih dari 10 mg/L akan menyebabkan air berbau seperti telur busuk (Joko T, 2010). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017 kadar maksimum besi pada air bersih adalah 1,0 mg/L. Oleh karena itu, agar air tersebut tetap bisa digunakan sebagai sumber air bersih maka diperlukan suatu proses pengolahan air terlebih dahulu.

Salah satu metode untuk mengurangi logam berat pada air tercemar dan air limbah yaitu metode adsorpsi (Said, N.I., 2010). Metode adsorpsi dinilai menjadi metode yang sangat sederhana, ekonomis, efektif, dan serbaguna untuk menghilangkan kontaminan beracun dalam air limbah (Lakherwal, D., 2014). Salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah waktu kontak. Menurut Muchlisiyah, J., Rosalina, A.L., dan Widya, D.R.P., (2017) semakin lama waktu kontak antara adsorben dan adsorbat, maka proses adsorpsi adsorbat juga berlangsung lebih baik. Namun, waktu kontak yang terlalu lama juga dapat menurunkan proses adsorpsi. Oleh karena itu, diperlukan penentuan besarnya waktu kontak optimum. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa kemampuan ampas daun teh teraktivasi dalam menurunkan kadar besi (II) pada air berdasarkan variasi waktu kontak.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah *true-experiment* dengan desain *pretest-posttest controlled group design*.

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap antara lain aktivasi ampas daun teh, pembuatan larutan besi buatan, proses adsorpsi, uji kadar besi, dan uji FTIR.

Proses Adsorpsi dan Uji Kadar Besi

Adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch*. Sebanyak 10 gram ampas daun teh teraktivasi dimasukkan dalam 250 ml larutan besi berkonsentrasi 9,85 mg/L diaduk dalam pengaduk otomatis dengan kecepatan 100 rpm. Proses adsorpsi dilakukan pada variasi waktu kontak 15 menit, 25 menit, dan 35 menit. Setelah mencapai waktu kontak yang telah ditetapkan, ampas daun teh disaring menggunakan kertas saring dan filtrat yang dihasilkan kemudian diuji kadar besi akhirnya menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*).

Uji FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Uji FTIR dilakukan pada ampas daun teh teraktivasi sebelum dan sesudah digunakan adsorpsi dengan tujuan untuk menganalisis keberadaan gugus fungsi yang terkandung di dalamnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN Aktivasi Ampas Daun Teh

Aktivasi ampas daun teh dilakukan secara kimiawi yaitu menggunakan larutan HCl 0,1 N. Aktivasi adsorben secara kimia dinilai lebih efektif dalam membuka pori-pori adsorben dan menghilangkan zat pengotor yang dapat menghalangi gugus aktif adsorben dalam mengadsorpsi ion Fe. Menurut Arung, S., M.Yudi., dan St.Chadijah. (2014) aktivator merupakan suatu zat (larutan) yang dapat mengurangi zat pengotor pada suatu bahan. Asam klorida (HCl) diketahui dapat memperbesar pori-pori suatu bahan karena sifat asamnya yang mampu merusak jaringan pada tumbuhan sehingga dapat memperbesar pori-pori pada saat terjadinya kontak adsorben dengan adsorbat. Langkah terakhir adsorben dicuci dengan aquades hingga pH netral, dioven pada suhu 110°C selama 1 jam dan dimasukkan desikator selama 15 menit atau hingga digunakan. Menurut Ngapa, Y.D. (2017)

langkah tersebut bertujuan untuk menghilangkan seluruh pengotor yang telah terlarut serta menguapkan uap air yang terjerap dalam pori sehingga keaktifan adsorben meningkat karena terbukanya pori-pori adsorben.

Uji FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan metode spektrofotometri menggunakan metode absorpsi, yaitu metode spektrofotometri yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah (Mentari, V.A., Gewa.H., dan Seri,M., 2018). Uji ini digunakan untuk mengetahui adanya gugus fungsional pada ampas daun teh teraktivasi yang berperan dalam mengadsorpsi ion Fe. Berdasarkan hasil uji FTIR yang telah dilakukan, ditemukan gugus C-N (amina), C=C (alkena), C=O (karbonil), C-H (alkana), dan O-H (hidroksil). Berikut hasil FTIR sebagaimana disajikan pada Tabel.1.

Tabel.1

Daerah Serapan*	Gugus Fungsional	Serapan Puncak*		Transmittansi**	
		Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1350-1000	C-N (amina)	1029,32	1027,91	52,3	80,0
		1235,11	1231,58	67,1	87,8
		1315,63	1315,28	69,6	89,0
1500-1400	C=C (alkena)	1449,32	1448,98	73,2	90,8
1820-1600	C=O (karbonil)	-	1508,25	-	91,3
		1623,89	1617,45	59,9	88,8
3000-2850	C-H (alkana)	2849,93	2850,55	80,6	93,0
		2917,78	2919,08	75,0	92,1
3500-3200	O-H (hidroksil)	3287,53	3289,51	56,9	92,4

Sumber: Data Primer

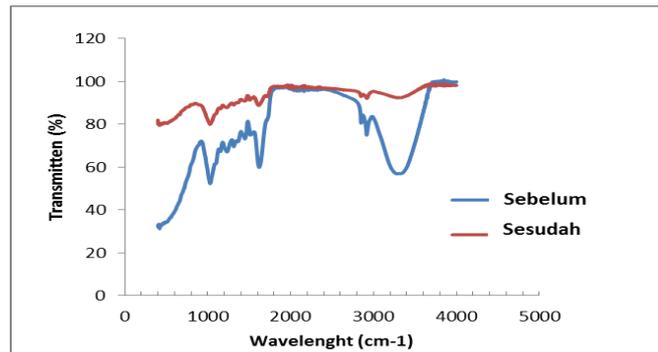
*) Satuan cm^{-1}

**) Satuan %

Menurut Irawati, H., Nurul, H.A., dan Eko, S. (2018) pergeseran bilangan serapan puncak dan munculnya puncak baru pada spektra FTIR setelah digunakan adsorpsi mengindikasikan adsorbat telah diadsorpsi pada permukaan adsorben. Pada hasil FTIR tersebut juga terjadi peningkatan intensitas serapan puncak. Menurut Fajriah, H.N. (2018) peningkatan intensitas serapan puncak setelah adsorpsi dimungkinkan karena gugus-gugus fungsi reaktif yang semula ada pada dalam adsorben berikatan dengan adsorbat, sehingga jumlah dari gugus fungsi aktif menjadi berkurang pada kedua adsorben ketika sudah digunakan untuk adsorpsi.

Pada dasarnya, pergeseran serapan puncak gugus pada adsorben akan menurun setelah digunakan adsorpsi yang mengindikasikan bahwa gugus tersebut telah digunakan untuk mengadsorpsi adsorbat, namun kondisi itu tidak selalu terjadi. Pada hasil penelitian

Aziz, I., dkk (2018) dan Ginting, B.S., Sebastian, D.S., dan Yeni, Y. (2017) ditemukan adanya peningkatan dan penurunan pada titik serapan puncak setelah digunakan adsorpsi, hal yang serupa dengan hasil penelitian ini. Sedangkan pada penelitian Khumairoh, W., Rum, H., dan Abdul, H. (2013) hasil FTIR tidak menunjukkan adanya perbedaan serapan puncak gugus sama sekali sebelum dan sesudah digunakan adsorpsi. Menurut Aziz, I., dkk (2018) terjadinya peningkatan serapan puncak gugus pada adsorben setelah digunakan adsorpsi bisa disebabkan karena adanya zat pengotor yang memiliki gugus-gugus fungsi sama dengan adsorben sehingga ikut terbaca pada saat uji FTIR dan bisa berasal dari air dimana air memiliki gugus fungsi O-H. Sedangkan jika dilihat secara keseluruhan, perbedaan serapan puncak gugus antara sebelum dan sesudah digunakan adsorpsi pada penelitian ini tidak begitu signifikan, yaitu terjadi penurunan 5 titik serapan puncak sebesar $0,34 - 6,44 \text{ cm}^{-1}$ dan peningkatan 3 titik serapan puncak sebesar $0,62 - 1,98 \text{ cm}^{-1}$. Angka tersebut berbeda jauh seperti yang diperoleh pada hasil penelitian Yue, C.S., et al (2016) yaitu terjadi peningkatan sebesar $4-12 \text{ cm}^{-1}$. Penyebab tidak adanya perbedaan signifikan serapan puncak gugus sebelum dan sesudah digunakan adsorpsi menurut Khumairoh, W., Rum, H., dan Abdul, H. (2013) karena proses adsorpsi tidak berjalan secara kimia melainkan secara fisik yang membentuk ikatan sangat lemah antara adsorben dengan adsorbat (adsorbat hanya menempel pada permukaan adsorben) akibat dipengaruhi perbedaan muatan pada permukaan keduanya (elektrostatik). Hal ini sama dengan hasil penelitian Zuurro et al (2013) yang menggunakan adsorben ampas daun teh untuk mengadsorpsi pewarna metilen biru, menyatakan bahwa adsorpsi bisa terjadi karena adanya perbedaan muatan (selulosa pada ampas teh memiliki muatan negatif, dan pewarna metilen biru memiliki muatan positif). Berikut disajikan spektra FTIR ampas daun teh teraktivasi pada Gambar.1



Gambar.1

Spektra FTIR Ampas Daun Teh Teraktivasi Sebelum Dan Sesudah Digunakan Adsorpsi

Hasil Uji Kadar Besi (Fe) Sebelum dan Sesudah Pelakuan

Uji kadar besi sebelum dan sesudah adsorpsi dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan kadar

besi yang menunjukkan adanya pengaruh dari proses adsorpsi. Berikut disajikan hasil uji kadar besi sebelum dan sesudah perlakuan sebagaimana pada Tabel.2.

Tabel.2
HASIL UJI KADAR BESI (Fe) SEBELUM DAN SESUDAH PERLAKUAN

Kelompok	Pre-test*	Postest (replikasi ke-)*						Rata-rata kadar Fe postest*	Syarat**	Ket.***
		1	2	3	4	5	6			
K (Kontrol)	9,85	9,67	9,79	9,74	9,83	9,81	9,77	9,77	1	TMS
A (15 menit)	9,85	4,33	4,28	4,35	4,26	4,31	4,30	4,31	1	TMS
B (25 menit)	9,85	2,59	2,62	2,65	2,63	2,61	2,57	2,61	1	TMS
C (35 menit)	9,85	0,98	0,95	0,97	0,93	0,95	0,92	0,95	1	MS

Sumber: Data Primer

*) Kadar besi (Fe) dalam mg/L]

***) Syarat kadar besi (Fe) maksimum 1,0 mg/L menurut Permenkes RI No.32 tahun 2017

****) TMS = Tidak Memenuhi Syarat, MS = Memenuhi Syarat

Dari Tabel.2 di atas, dapat diketahui bahwa kadar besi (Fe) semakin rendah seiring dengan semakin lamanya waktu kontak. Hal ini sesuai dengan Muchlisiyah, J., Rosalina, A.L., dan Widya, D.R.P. (2017: 71) yang menyatakan bahwa semakin lama waktu kontak antara partikel yang diadsorpsi dengan partikel pengadsorpsi, maka kemungkinan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat juga berlangsung lebih baik.

Keberadaan besi dalam air bersifat terlarut, menyebabkan air menjadi merah kekuning-kuningan, bau amis, dan membentuk lapisan seperti minyak. Kadar besi yang lebih dari 10 mg/L menyebabkan air berbau seperti telur busuk (Joko T, 2010). Kondisi tersebut menyerupai dengan kondisi air sampel secara fisik. Dengan konsentrasi besi pada sampel sebesar 9,85 mg/L dilihat secara fisik air sampel berwarna kuning

pekat, bau amis dan sedikit busuk, serta terasa licin saat terkena kulit tangan. Kelarutan besi dalam air dipengaruhi oleh pH air, dimana besi dalam air dapat berbentuk ferro (Fe^{2+}) atau ferri (Fe^{3+}). Menurut Sreeremya (2017) tingkat kelarutan adsorbat dapat mempengaruhi proses adsorpsi, yaitu semakin rendah tingkat kelarutan adsorbat maka kapasitas adsorpsi akan semakin meningkat. Oleh karena itu, proses adsorpsi pada penelitian ini dilakukan pengkondisian pH larutan menjadi netral ($pH=7$). Pada pH netral besi akan berbentuk ion ferro (Fe^{2+}) dimana pada pH tersebut, besi dalam kondisi terlarut sehingga proses adsorpsi menjadi lebih mudah.

Efisiensi Penurunan Kadar Besi (Fe) Setelah Perlakuan

Keberhasilan suatu proses adsorpsi dapat dilihat dari seberapa besar efisiensi

yang dihasilkan, semakin besar efisiensi yang dihasilkan berarti proses adsorpsi semakin baik. Efisiensi adsorpsi

merupakan prosentase penurunan kadar adsorbat sebelum dan setelah adsorpsi.

Tabel.3
EFISIENSI PENURUNAN KADAR BESI (Fe)

Kelompok	Pre-test *	Posttest (replikasi ke-)*						Rata-rata kadar Fe posttest*	% Efisiensi
		1	2	3	4	5	6		
K (Kontrol)	9,85	9,67	9,79	9,74	9,83	9,81	9,77	9,77	0,81
A (15 menit)	9,85	4,33	4,28	4,35	4,26	4,31	4,30	4,31	56,24
B (25 menit)	9,85	2,59	2,62	2,65	2,63	2,61	2,57	2,61	73,50
C (35 menit)	9,85	0,98	0,95	0,97	0,93	0,95	0,92	0,95	90,36

Sumber: Data Primer

*) Kadar besi (Fe) dalam mg/L

Berdasarkan Tabel.3, dari keempat kelompok (1 kontrol dan 3 perlakuan), efisiensi terendah diperoleh pada kelompok kontrol yaitu sebesar 0,81%. Sedangkan pada kelompok perlakuan, efisiensi semakin meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu kontak yaitu waktu kontak 15 menit memiliki efisiensi 56,24%, waktu kontak 25 menit

memiliki 73,50%, dan waktu kontak 35 menit memiliki efisiensi 90,36%. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa waktu kontak mempunyai pengaruh terhadap tingkat efisiensi yang akan diperoleh. Kelompok kontrol yang tidak mendapat perlakuan memiliki efisiensi paling rendah dibanding dengan kelompok yang mendapat perlakuan



Gambar.3
Efisiensi Penurunan Kadar Besi

Efisiensi adsorpsi dapat meningkat seiring dengan bertambahnya waktu kontak, namun juga bisa semakin menurun. Penurunan efisiensi adsorpsi dapat terjadi karena jenuhnya adsorben sehingga tidak bisa menyerap ion logam lagi atau disebut dengan proses desorpsi (Jubilate,F., Titin, A.Z., dan Intan, S.,2016 ; Prabarini,N., dan DG, Okayadnya., 2014). Pada penelitian ini, tidak terjadi penurunan efisiensi adsorpsi, artinya dari ketiga kelompok perlakuan (waktu kontak 15 menit, 25 menit, dan 35 menit) proses adsorpsi masih berjalan aktif dengan kata lain keadaan adsorben belum jenuh. Sehingga pencapaian

efisiensi adsorpsi 100% masih bisa dilakukan dengan cara memperpanjang waktu kontak dari kelompok perlakuan yang telah dilakukan. Selain efisien menurunkan kadar besi pada air, ampas daun teh teraktivasi bisa mengurangi bau dan warna pada sampel air. Dengan konsentrasi besi awal yang tinggi (mendekati 10 mg/L), dilihat secara fisik air berwarna kuning pekat dan berbau seperti telur busuk. Setelah dilakukan perlakuan, warna dan bau tersebut menjadi berkurang secara fisik. Namun disisi lain, air sampel menjadi lebih keruh setelah diberi perlakuan. Oleh karena itu, perlu adanya upaya untuk mengurangi

kekeruhan tersebut tanpa mengurangi tingkat efisiensi adsorpsi.

Analisis Perbedaan Waktu Kontak Adsorpsi Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe) Pada Air

Waktu kontak merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Waktu kontak merupakan waktu yang dibutuhkan adsorben untuk

menjerap adsorbat. Menurut Jubilate,F., Titin, A.Z., dan Intan, S. (2016) waktu kontak diperlukan untuk mencapai keadaan yang setimbang (kesetimbangan adsorpsi). Untuk menganalisis perbedaan waktu kontak terhadap penurunan kadar besi pada air dilakukan uji *One Way Anova* dan Uji LSD (*Least Square Difference*).

Tabel.4
HASIL PENURUNAN KADAR BESI (Fe) BERDASARKAN WAKTU KONTAK 15 MENIT, 25 MENIT, DAN 35 MENIT

Kelompok	Pretest*	Rata-Rata Postest*	Besar Penurunan**
A (15 Menit)	9,85	4,31	5,54
B (25 Menit)	9,85	2,61	7,24
C (35 Menit)	9,85	0,95	8,9

Sumber: Data Primer

*) Kadar besi (Fe) dalam mg/L

***) Besar penurunan (mg/L) = Pretest - Postest

Dari data besar penurunan pada Tabel.4 di atas dilakukan uji One Way Anova dan uji LSD. Berdasarkan hasil uji One Way Anova, diperoleh nilai Sig. (*p-value*) sebesar 0,000 yang lebih kecil dari nilai α (0,05), sehingga H_0 ditolak yang berarti ada perbedaan penurunan kadar besi pada ketiga variasi waktu kontak (15 menit, 25 menit, dan 35 menit). Kemudian dilanjutkan dengan Uji LSD dan diperoleh hasil Sig. sebesar 0,000 yang lebih kecil dari nilai α (0,05), maka H_0 ditolak yang berarti rata-rata kadar besi semua pasangan waktu kontak adalah tidak sama (berbeda signifikan), dari ketiga kelompok perlakuan (waktu kontak 15 menit, 25 menit, dan 35 menit) diperoleh besar penurunan kadar besi (Fe) paling tinggi yaitu pada kelompok waktu kontak 35 menit. Pada kelompok waktu kontak 35 menit tersebut juga berhasil menurunkan kadar besi (Fe) dari kadar besi awal sebesar 9,85 mg/L menjadi 0,95 mg/L, dimana kadar akhir tersebut memenuhi batas maksimal kadar besi (Fe) pada air bersih menurut Permenkes RI No.32 Tahun 2017 yaitu maksimal 1,0 mg/L. Kadar besi (Fe) awal larutan melebihi jauh dari yang dipersyaratkan oleh Permenkes RI No.32 Tahun 2017, menurut Arifudin,W. (2017) semakin tinggi konsentrasi

adsorbat awal, maka semakin baik proses adsorpsinya karena semakin banyak adsorbat yang teradsorpsi.

Adanya perbedaan penurunan kadar besi (Fe) disebabkan karena adanya perbedaan waktu kontak. Pada waktu kontak paling rendah (15 menit), diperoleh penurunan kadar besi (Fe) paling rendah juga. Menurut Jubilate,F., Titin, A.Z., dan Intan, S. (2016) hal tersebut dikarenakan waktu kontak yang digunakan adsorben untuk berinteraksi dengan ion Fe (II) belum cukup, dimana masih terdapat pori-pori adsorben yang belum terisi oleh adsorbat. Menurut Handayani, A.W. (2010) dalam penelitiannya yang berjudul Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (II) menyatakan daya serap adsorpsi terendah terdapat pada waktu kontak paling rendah. Pada waktu kontak paling rendah kemungkinan gugus aktif selulosa pada daun nanas belum mencapai kejenuhan, artinya masih terdapat gugus aktif selulosa yang belum digunakan untuk mengadsorpsi kadmium. Hal ini serupa dengan penelitian ini, dimana pada waktu kontak 15 menit daya serap adsorben ampas teh terhadap ion Fe (II) paling rendah yang dikarenakan masih terdapat gugus aktif selulosa pada ampas daun teh teraktivasi

yang digunakan untuk mengadsorpsi ion Fe^{2+} .

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa ampas daun teh teraktivasi dapat dibuat untuk mengadsorpsi ion besi (II) pada air. Tingkat adsorpsi tertinggi pada waktu kontak 35 menit.

SARAN

Bagi masyarakat yang memiliki permasalahan air bersih dengan kadar besi melebihi baku mutu, dapat menggunakan ampas daun teh untuk menurunkan kadar besi pada air dengan mengikuti prosedur pada penelitian ini. Disamping ampas daun teh berbiaya murah juga bisa diperoleh secara mudah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arung, S., Muh.Yudi., dan St.Chadijah, 2014. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Asam Klorida (HCl) Terhadap kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao*. L) Pada Zat Warna Methanil Yellow. *Jurnal Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*.
- Aziz,I.,et all, 2018. Peningkatan Kualitas *Crude Glycerol* dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Sekam Padi. *Jurnal Valensi: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 4(1), hlm: 34-41.
- Badan Pusat Statistik (BPS), 2017. *Statistik Teh Indonesia*. Jakarta: BPS RI/BPS – *Statistics Indonesia*. ISSN: 1978-9912.
- Bajpai, S.K., dan Jain, A., 2010. Removal of Copper(II) from Aqueous Solution Using Spent Tea Leaves (STL) as A Potential Sorbent. *Polymer Research Laboratory, Department of Chemistry, Govt. Model Science College (Auton.), Jabalpur (M.P.) 482001*, India.
- Fajriah, H.N, 2018. Pemanfaatan Daun Ketapang (*Terminalia Catappa L*) Sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb) Dalam Air Menggunakan Aktivator Asam Nitrat ($C_6H_8O_7$). Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ginting, S.B., Sebastian,D.S.,dan Yeni,Y.,2017. Kombinasi Adsorben Biji Kelor-Zeolit Alam Lampung Untuk Meningkatkan Efektivitas Penjerapan Logam Pb dalam Air secara Kontinu pada Kolom Fixed Bed Column. *Jurnal Rekayasa Proses*, Fakultas Teknik Universitas Lampung, Vol.11, No.1, hlm.1-11.
- Handayani, A.W., 2010. *Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd (II)*. Skripsi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Irawati, H.,Nurul,H.A.,dan Eko,S, 2018. Adsorpsi Zat Warna Kristal Violet Menggunakan Limbah Kulit Singkong (*Manihot esculenta*). *Berkala MIPA*, 25 (1), Januari 2018.
- Jayaseelan, C., dan Astha, G., 2015. Green Tea Leaves as a Natural Adsorbent for the Removal of Cr(VI) From Aqueous Solutions. *Air, Soil and Water Research* 2016:9, 13–19, DOI:10.4137/ASWR.S35227.
- Joko, T, 2010. *Unit Produksi Dalam Sisten Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Jubilate, F., Titin, A.Z., dan Intan, S., 2016. Pengaruh Aktivasi Arang Dari Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Besi (II) Pada Air Tanah. *JKK, Progam Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura Tahun 2016*, Vol 5(4), halaman 14-21, ISSN 2303-1077.
- Kementerian Pertanian, 2015. *Outlook Teh Komoditas Pertanian Subsektor Perkebunan*. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. ISSN 1907-1507.
- Khumairoh,W.,Rum,H.,dan Abdul,H., 2013. Pengaruh Penambahan Asam Askorbat Pada Bulu Ayam Sebagai Adsorben Terhadap

- Kemampuan Adsorpsi Ion Logam Kadmium (Cd^{2+}) Dalam Larutan. Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, No.(1), Vol.(1), hlm: 369-377.
- Lakherwal, D, 2014. Adsorption of Heavy Metals : A Review. *International Journal of Environmental Research and Development*. Department of Environmental Studies, Panjab University, Chandigarh, India. ISSN 2249-3131 Volume 4, Number 1 (2014), pp. 41-48.
- Maulana, I., Ani, I., dan Husain, N., 2017. Pemanfaatan Ampas Teh Sebagai Adsorben Ion Kalsium (Ca^{2+}) dan Ion Magnesium (Mg^{2+}) dalam Air Sadah. *Jurnal Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pakuan Bogor*, Juni 2017, 1-7.
- Mentari, V.A., Gawa, H., dan Seri, M., 2018. Perbandingan Gugus Fungsi dan Morfologi Permukaan Karbon Aktif dari Pelelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator Asam Fisfat (H_3PO_4) dan Asam Nitrat (HNO_3). *Jurnal Teknik Kimia USU*, No.(1), Vol.(7), Maret 2018.
- Muchlisiyah, J., Rosalina, A.L., dan Widya, D.R.P., 2017. *Kimia Fisik Pangan*. Malang : UB Press.
- Ngapa, Y.D, 2017. Kajian Pengaruh Asam-Basa Pada Aktivasi Zeolit Dan Karakteristiknya Sebagai Adsorben Pewarna Biru Metilena. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, Vol (2), No (2): 90-96.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum*.
- Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2014 tentang *Pedoman Teknik Budidaya Teh yang Baik*
- Prabarini, N., dan DG, Okayadnya., 2014. *Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.5 No.2, Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Jawa Timur.
- Said, N.I., 2010. Metoda Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni dan Zn) Di Dalam Air Limbah Industri. *Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT*, Vol. (6), No.2.
- Soemantri, R., dan Tanti, K., 2013. *Kisah dan Khasiat Teh*. Gramedia Pustaka Utama.
- Sreeremya S, 2017. Adsorption-Review. *International Journal of Advance Research and Development (IJARnD)*, Vol.(2) Issue (2).
- Yue, C.S. et al, 2016. Utilization of Infused Tea Leaves (*Camellia sinensis*) for the Removal of Pb^{2+} , Fe^{2+} and Cd^{2+} Ions from Aqueous Solution: Equilibrium and Kinetic Studies. *Journal of Water Resource and Protection*, 8, 568-582.
- Zuorro et al, 2013. Spent Tea Leaves as a Potential Low-cost Adsorbent for the Removal of Azo Dyes from Wastewater. *Chemical Engineering Transactions, The Italian Association of Chemical Engineering*, 32, 19-24, Doi : 10.3303/Cet1332004.