



Efektivitas Ampas Tahu Sebagai Adsorben Logam Tembaga Pada Air Limbah Industri

¹Dahlia Rosma Indah, ²Husnul Hatimah, ³Hulyadi

Prodi Pendidikan Kimia, FSTT, Universitas Pendidikan Mandalika, Jl. Pemuda No. 59A, Mataram, Indonesia 83125

Penulis Korespondensi : Husnul Hatimah

Email: husnulhatimah@ikipmataram.ac.id

Article History

Received: October 2021

Revised: November 2021

Published: December 2021

Abstract

Copper is one of the toxic metals for health and the environment. In humans, high doses of copper metal can cause vomiting, dizziness, weakness, kidney and liver symptoms, anemia, to coma, and in severe cases, the patient can die. Judging from the dangers, proper waste management is needed to reduce the side effects of these pollutants. A practical and inexpensive technology is an adsorption adsorption technique using an efficient and easily available natural adsorbent, namely tofu dregs. The protein contained in tofu is one of the reasons for using tofu waste as an adsorbent. The absorption of amino acids that form two-charged ions (zwitter ions) is owned by proteins. Toxic metal can be bound to protein as metallothionein. The study consisted of four stages, namely (1) Analysis of initial copper content in silver craft waste; (2) Preparation of tofu waste adsorbent; (3) Characterization of tofu dregs adsorbent; and (4) variation of adsorption contact time. The study used a laboratory-scale experimental method. The adsorbent was contacted with the sample using a magnetic stirrer at various times. Instrument Atomic Absorption Spectrometer was used for the analysis of copper metal content and identification of its functional groups using an infrared spectrometer with the result that tofu waste has functional groups -OH, NH (stretching), CH (aliphatic), C=O, -OH (bending vibrations), and CO. Copper metal content obtained is 19.5979 ppm. The optimum adsorption time was reached at 120 minutes with an optimum adsorption efficiency of 54.88%.

Keywords: Tofu Dregs; Adsorption; Silver Craft Industry; Metal Copper

Sejarah Artikel

Diterima: Oktober 2021

Direvisi: November 2021

Dipublikasi: Desember 2021

Abstrak

Tembaga termasuk salah satu logam beracun untuk kesehatan dan lingkungan. Pada manusia, logam tembaga dosis tinggi dapat mengakibatkan muntaber, pusing, lemah, gejala ginjal, hati, anemia, sampai koma, dan parahnya dapat mengakibatkan penderita meninggal dunia. Dilihat dari bahayanya, maka diperlukan penanganan limbah yang tepat untuk mengurangi efek samping dari bahan pencemar tersebut. Teknologi yang praktis dan murah adalah teknik adsorpsi adsorpsi menggunakan adsorben alami yang efisien dan mudah didapatkan yaitu ampas tahu. Protein yang dikandung oleh tahu menjadi salah satu alasan penggunaan ampas tahu sebagai adsorben. Daya serap dari asam-asam amino yang membentuk ion bermuatan dua (zwitter ion) dimiliki oleh protein. Logam yang bersifat toksik dapat diikat dengan protein sebagai metalotionein.. Penelitian terdiri dari empat tahap yaitu (1) Analisis kadar tembaga awal pada limbah kerajinan perak; (2) Preparasi adsorben limbah ampas tahu; (3) Karakterisasi adsorben ampas tahu; dan (4) Variasi waktu kontak adsorpsi. Penelitian menggunakan metode eksperimental skala laboratorium. Adsorben dikontakkan dengan sampel menggunakan magnetik stirrer pada variasi waktu. Instrument Spektrometer Serapan Atom digunakan pada analisis kadar logam tembaga dan identifikasi gugus fungsinya menggunakan

spectrometer infra merah dengan hasil bahwa limbah ampas tahu memiliki gugus fungsi -OH, N-H (stretching), C-H (alifatik), C=O, -OH (vibrasi tekuk), dan C-O. Kadar logam tembaga yang didapat yaitu 19,5979 ppm. Waktu optimum adsorpsi dicapai pada 120 menit dengan efisiensi adsorpsi optimum 54,88 %.

Kata Kunci : Ampas Tahu; Adsorpsi; Industri Kerajinan Perak; Logam Tembaga

PENDAHULUAN

Desa Ungga yang berada di Praya, Lombok Tengah merupakan salah satu desa industri kerajinan perak yang berkontribusi menghasilkan pendapatan daerah terbesar di Lombok Tengah. Menurut Kompas tahun 2017, terdapat kurang lebih dua ratus perajin perak di Desa Ungga. Seiring meningkatnya kerajinan yang diproduksi, maka terjadi peningkatan pembuangan limbah. Limbah berwujud cair dihasilkan dari kerajinan perak adalah limbah logam yang tidak aman bagi lingkungan sekitar, salah satu logam berbahayanya adalah logam tembaga yang terdapat pada air buangnya. Limbah logam tembaga dihasilkan dari pencelupan menggunakan *Chloride Acid* (HCl) yang sifatnya sangat asam, difungsikan untuk pelarutan kotoran yang tertempel pada kerajinan perak sesuai proses logam ditempa (Andaka, 2008). Tingkat toksisitas pada logam tembaga akan bekerja dan menampakkan pengaruhnya apabila logam tembaga sudah masuk ke dalam tubuh organisme pada jumlah yang besar atau melebihi nilai toleransi dari organisme tersebut. Pada manusia, logam tembaga dalam dosis tinggi dapat mengakibatkan muntaber, pusing, lemah, gejala ginjal, hati, anemia, sampai koma, dan parahnya dapat mengakibatkan penderita meninggal dunia (Palar, 2012). Ambang batas logam tembaga pada air limbah tidak boleh melebihi dari 0,5 mg/L berdasar pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup. Jika limbah logam tembaga pada konsentrasi tinggi ini dibuang tanpa ada *treatment* terlebih dahulu, maka limbah logam tembaga ini akan meresap ke dalam tanah dan mencemari berbagai sumber air yang ada pada pemukiman warga karena limbah logam berat tersebut sulit untuk didegradasi.

Logam tembaga termasuk penghantar listrik paling baik setelah perak, sehingga banyak dimanfaatkan pada bidang elektronik. Saat kondisi normal, tembaga pada perairan ditemukan dalam bentuk senyawa CuCO_3 dan Cu(OH)_2 . Jika dalam perairan terjadi peningkatan kelarutan logam tembaga lebih dari batas yang sewajarnya, maka terjadi peristiwa biomagnifikasi pada berbagai biota perairan. Dilihat dari kasus tersebut, maka sangat penting dilakukan *treatment* pada air limbah untuk menghilangkan maupun mereduksi kadar tembaga yang ada di lingkungan. Perlakuan terhadap polutan logam tembaga telah dilakukan dengan banyak metoda, diantaranya : ion exchange, presipitasi, reverse osmosis, elektrodialisis, adsorpsi maupun ultrafiltrasi. Metoda adsorpsi dengan menggunakan adsorben bahan baku alami yang sering disebut biosorpsi pada saat ini sedang menarik perhatian. Metoda adsorpsi dianggap lebih ekonomis, efektif, dan banyak digunakan pada *treatment* air limbah (Selvi, dkk., 2011). Beberapa adsorben yang sering dipakai untuk penanganan air limbah, diantaranya : karbon aktif, silika gel, alumina, zeolit dan adsorben lain yang mempunyai aktivitas untuk mengadsorpsi zat kimia misalnya ampas tahu. Penggunaan ampas tahu biasanya hanya terbatas sebagai pakan ternak dan bahan baku tempe gembus padahal terdapat potensi lain yaitu untuk adsorben alami untuk menyerap logam.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan potensi mengolah limbah yang

berasal dari industri pengolahan tahu agar tidak membahayakan lingkungan. Limbah ampas tahu dapat dipakai untuk mengikat ion atau logam yang ada pada air karena limbah yang berasal dari hasil buangan industri tahu masih memiliki sifat yang sama dengan tahu yang telah jadi walaupun sudah hancur. Penggunaan limbah ampas tahu ini sebagai penyerap atau pengadsorpsi dikarenakan tahu memiliki kandungan protein yang mempunyai daya serapan dari asam-asam amino yang membentuk zwitter ion atau bermuatan dua. Protein yang mempunyai sisi atau gugus aktif bisa mengikat ion-ion logam atau senyawa lainnya. Logam-logam berat dan berbahaya seperti timbal, kadmium, krom, merkuri, dan arsen yang bersifat racun bisa diikat dengan protein sebagai bentuk metalotionein (Nohong, 2012).

Berdasar pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nohong (2012), serbuk limbah tahu dapat menurunkan kadar logam kromium (Cr) pada air lindi TPA sebesar 98% dan menurunkan kadar logam besi dalam air lindi TPA sebesar 95%. Tripathi (2015) menggunakan ampas tahu sebagai adsorben dalam menurunkan logam berat timbal (Pb) yang menunjukkan hasil bahwa setiap 1 gram ampas tahu dapat menurunkan ion Pb sejumlah 29,85 mg. Penelitian Taufieq (2011) menunjukkan hasil bahwa ampas tahu dapat menurunkan kandungan logam nikel (Ni) pada tanah padosolik merah kuning di Soroako dari 2,6% menjadi 1,45%.

Pemanfaatan ampas tahu menjadi adsorben alami mempunyai prospek yang baik dan ekonomis untuk dapat dikembangkan lebih lanjut. Adapun tujuan khusus dari penelitian ini yaitu : (1) Menganalisis kadar tembaga pada limbah industri kerajinan perak; (2) Menguji kemampuan ampas tahu sebagai adsorben dalam menyerap logam tembaga; (3) Memanfaatkan limbah rumah tangga untuk dijadikan adsorben sehingga bermanfaat bagi lingkungan.

METODE

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperiment atau percobaan (*eksperimental research*) yang mempunyai tujuan mengetahui gejala ataupun pengaruh yang muncul akibat dari adanya perlakuan tertentu ataupun eksperimen tersebut. (Notoatmodjo, 2010).

B. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia FSTT Universitas Pendidikan Mandalika Mataram.

C. Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat

Alat yang dipakai pada penelitian ini yaitu satu set alat *Spektrometer Serapan Atom*, *Spektrofotometer Infra Merah*, *magnetik plate stirrer*, ayakan 60 mesh, neraca analitik, blender, oven, erlenmeyer, gelas beker, labu ukur, pipet volume, pipet ukur, dan corong gelas.

b. Bahan

Bahan yang dipakai pada penelitian ini yaitu ampas tahu (diambil dari industri pengolahan tahu di desa Sesela, Lombok Barat), air limbah kerajinan perak, Asam Nitrat (HNO_3); Natrium Hidroksida (NaOH), akuades, kertas saring.

D. Variabel Penelitian

Variabel bebas pada penelitian ini adalah waktu kontak adsorpsi. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Sedangkan variabel terikatnya yaitu kadar tembaga pada limbah cair kerajinan perak

E. Prosedur Kerja

Penelitian dilakukan melalui empat tahap. Pertama yaitu analisis kadar logam tembaga pada air limbah. Kedua yaitu preparasi adsorben ampas tahu. Ketiga yaitu penentuan waktu optimal pada adsorpsi logam tembaga oleh ampas tahu. Keempat, penggunaan ampas tahu tersebut untuk diaplikasikan ke air limbah (Nohong, 2012).

1. Analisis Kadar Logam Tembaga pada Air Limbah.

Sampel limbah cair sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam botol yang telah diberi label. Kadar awal logam tembaga pada sampel dianalisis menggunakan *Spektrometer Serapan Atom*.

2. Preparasi Adsorben Limbah Ampas Tahu.

Pada preparasi adsorben, ampas tahu diubah bentuk menjadi serbuk limbah tahu. Langkah-langkah pembuatan serbuk limbah tahu yaitu sebagai berikut :

- a. Limbah ampas tahu padat dikeringkan pada suhu ruang
- b. Limbah ampas tahu kering dipanaskan dalam oven dengan suhu 60°C selama kurang lebih 14 jam
- c. Limbah ampas tahu yang sudah kering dihaluskan dengan blender
- d. Serbuk limbah tahu diayak menggunakan ayakan 60 mesh
- e. Serbuk limbah tahu sudah siap digunakan
- f. Hasil serbuk limbah tahu yang sudah menjadi adsorben disimpan dalam aluminium foil.

3. Karakterisasi Adsorben

a. Kadar Air

Adsorben sebanyak 2 gram dipanaskan suhu 110°C dalam waktu 2 jam, kemudian didinginkan. Timbang adsorben sampai diperoleh berat yang konstan.

b. Gugus Fungsi

Spektrometer Infra Merah digunakan dalam penentuan gugus fungsi dalam adsorben ampas tahu.

4. Variasi Waktu Kontak Adsorpsi

Serbuk limbah tahu yang sudah ditimbang seberat 1 gram dimasukkan masing-masing pada lima buah erlenmeyer. Lalu dimasukkan 25 mL sampel air limbah ke dalam masing-masing erlenmeyer. Erlenmeyer diletakkan di atas *magnetik plate stirrer* selama variasi waktu kontak adsorpsi 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Setelah campuran tersebut dipisahkan dengan cara disaring memakai kertas saring, selanjutnya kadar logam tembaga diukur dengan *Spektrometer Serapan Atom*.

F. Teknik Analisis Data

$$\text{Efisiensi adsorpsi logam tembaga} = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

a = konsentrasi tembaga awal

b = konsentrasi tembaga akhir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan potensi pengolahan limbah yang berasal dari industri pengolahan tahu agar tidak membahayakan menjadi perhatian untuk pengendalian pencemaran lingkungan. Limbah ampas tahu bisa dipakai dalam pengikatan ion logam karena sifatnya masih sama dengan tahu jadi meskipun sudah berbeda wujud dan sudah menjadi limbah buangan dari industri produksi tahu. Protein yang dikandung oleh tahu menjadi salah satu alasan penggunaan ampas tahu sebagai adsorben. Daya serap dari asam-asam amino yang membentuk ion bermuatan dua (zwitter ion) dimiliki oleh protein. Protein yang mempunyai sisi atau gugus aktif bisa mengikat ion-ion logam atau senyawa lainnya. Logam-logam berat dan berbahaya seperti timbal, kadmium, krom, merkuri, dan arsen yang bersifat racun bisa diikat dengan protein sebagai bentuk metalotionein (Nohong, 2012).

Referensi dari penelitian sebelumnya yaitu :

1. Nohong (2012) menyatakan bahwa serbuk limbah tahu dapat menurunkan kadar logam kromium (Cr) pada air lindi TPA sebesar 98% dan menurunkan konsentrasi logam besi yang terdapat pada air lindi TPA sebesar 95%.
2. Tripathi (2015) menggunakan ampas tahu sebagai adsorben dalam menurunkan logam berat timbal (Pb) yang menunjukkan hasil bahwa setiap 1 gram ampas tahu dapat menurunkan ion Pb sejumlah 29,85 mg.
3. Penelitian Taufieq (2011) menunjukkan hasil bahwa ampas tahu dapat menurunkan kandungan logam nikel (Ni) pada tanah padosolik merah kuning di Soroako dari 2,6% menjadi 1,45%.

Berdasarkan pada tujuan penelitian yaitu menganalisis kadar tembaga pada limbah industri kerajinan perak, menguji kemampuan ampas tahu sebagai adsorben dalam menyerap logam tembaga dan memanfaatkan limbah rumah tangga dijadikan sehingga sehingga menjadikan nilai tambah dan meningkatkan daya dukungnya untuk lingkungan sekitar. Untuk mencapai tujuan tersebut maka dilakukan *eksperiment* pada skala laboratorium menggunakan metode *batch* serta analisis penyerapan logam menggunakan Spektrometer Serapan Atom. Dari *eksperiment* tersebut, didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Konsentrasi Tembaga pada Limbah Kerajinan Perak

Pengujian terhadap sampel air limbah menggunakan Spektrometri Serapan Atom didapat konsentrasi logam tembaga dengan rata-rata 19,5979 ppm. Kurva standar mempunyai persamaan $Y = 0,1094X + 0,0007524$ dan $r^2 = 0,99$. Konsentrasi logam tembaga tersebut digunakan sebagai konsentrasi awal tembaga sebelum perlakuan

2. Preparasi Adsorben Limbah Ampas Tahu

Sebanyak 200 gram limbah ampas tahu kering diperoleh dari hasil preparasi. Limbah ampas tahu kering tersebut berasal dari 1 kilogram limbah ampas tahu dari industri. Selanjutnya proses penghalusan ampas tahu kering agar diperoleh keseragaman ukuran dan selanjutnya disimpan pada wadah yang tertutup rapat supaya tidak kontak dengan udara luar.

3. Karakterisasi Adsorben Ampas Tahu

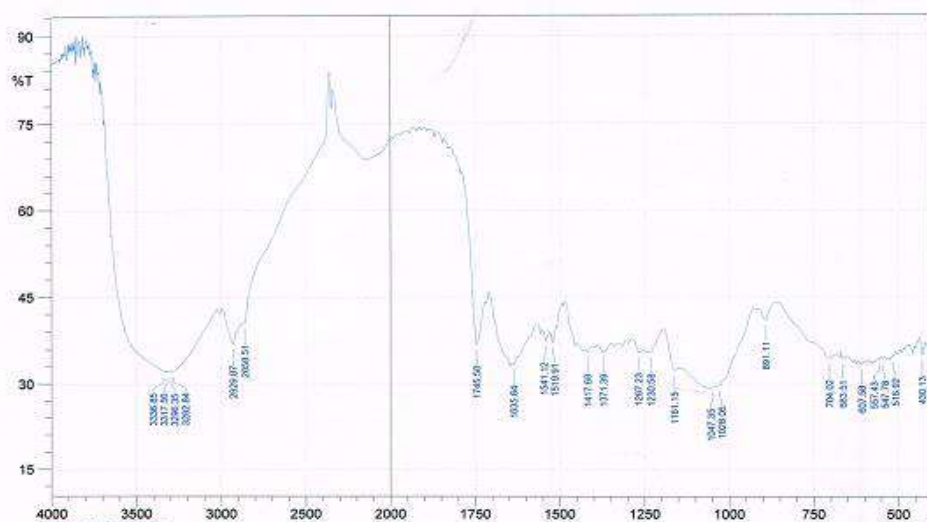
a. Kadar Air

Syarat kadar air yaitu maksimum 10 % pada bahan yang akan diperuntukkan sebagai adsorben. Semakin banyak kadar air, kemampuan adsorben dalam mengadsorpsi adsorbat semakin kecil karena pori-pori adsorben masih tertutup oleh molekul-molekul air. Metode gravimetri digunakan dalam penentuan kadar air yaitu berupa pengeringan pada oven dengan suhu 110°C sehingga didapatkan berat yang konstan. Sebanyak 2 gram adsorben ampas tahu dikeringkan pada oven dengan suhu 110°C sehingga diperoleh hasil akhir dengan kadar air 5 %. Dari penentuan kadar air tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa ampas tahu memiliki kemampuan untuk dijadikan adsorben.

b. Gugus Fungsi

Spektrofotometer Infra Merah digunakan untuk menentukan gugus fungsi yang terdapat pada adsorben limbah ampas tahu. Pola serapan yang diperlihatkan oleh spektrum infra merah yaitu pada daerah sekitar 3300 cm^{-1} yang merupakan serapan dari gugus OH, daerah 3280 – 3290 cm^{-1} terdapat serapan amina

Penentuan gugus fungsi yang terdapat pada adsorben dilakukan menggunakan Spektrofotometer FTIR. Spektrum FTIR adsorben limbah ampas tahu memperlihatkan beberapa pola serapan yaitu serapan yang muncul pada daerah sekitar 3300 cm^{-1} yang merupakan serapan dari gugus hidroksil (-OH), daerah 3280 – 3290 cm^{-1} terdapat serapan amina yang berada pada posisi saling berhimpit dengan serapan -OH. Oleh karena amina mempunyai ikatan hydrogen lebih lemah dan Sebagian N-H kurang polar, maka serapannya kurang intensif dibandingkan dengan -OH. Serapan dari C-H (*stretching*) berada pada daerah sekitar 28500 – 29000 cm^{-1} . Serapan pada daerah sekitar 1650 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur C=O peptide adalah serapan karbonil. Serapan pada daerah sekitar 1350 cm^{-1} merupakan daerah serapan vibrasi tekuk asam karboksilat, sedangkan pada daerah serapan sekitar 1000 cm^{-1} menunjukkan vibrasi C-O dari asam karboksilat.



Gambar 1. Hasil FTIR Limbah Ampas Tahu

4. Proses Adsorpsi pada Variasi Waktu Kontak

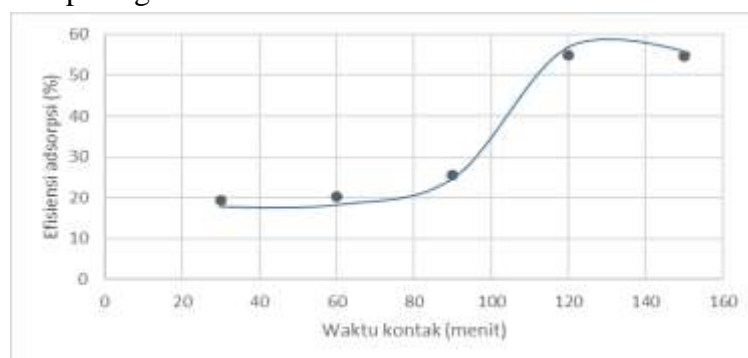
Tujuan dari penentuan waktu setimbang penyerapan yaitu untuk mendapatkan waktu minimum yang diperlukan adsorben pada penyerapan adsorbat secara maksimal sampai tercapai kesetimbangan. Selama belum terjadi kesetimbangan, proses adsorpsi dapat berlangsung secara kontinyu atau terus menerus sehingga perlu dilakukan variasi waktu kontak untuk mendapatkan distribusi kestimbangan adsorben dan adsorbat.

Air limbah sebanyak 25 mL dikontakkan dengan 1 gram adsorben ampas tahu menggunakan variasi waktu 30, 60, 90, 120, dan 150 menit. Sistem batch digunakan pada prosedur kerja pengontakkan adsorben terhadap sampel air limbah kerajinan perak yang mengandung tembaga. Sistem batch adalah pencampuran adsorben pada larutan dengan jumlah tetap dan dilakukan pengamatan perubahan kualitas pada selang waktu tertentu. Percobaan ini menggunakan konsentrasi tembaga 19,5979 ppm. Hasil pengontakkan pada variasi waktu terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Waktu Terhadap Adsorpsi Logam Tembaga

Waktu (menit)	Kadar awal tembaga (ppm)	Kadar tembaga sesudah perlakuan (ppm)	Efisiensi adsorpsi (%)
30	19,5979	15,7943	19,41
60	19,5979	15,6151	20,32
90	19,5979	14,5710	25,65
120	19,5979	8,8434	54,88
150	19,5979	8,9001	54,59

Pada Tabel 1 terlihat bahwa terjadi penurunan pada konsentrasi logam tembaga sesudah dikontakkan adsorben ampas tahu. Penurunan kadar logam tembaga pada sampel air limbah berkisar pada 19,41 % sampai 54,88 %. Menurut Manocha (2013), proses adsorpsi adalah suatu peristiwa yang melibatkan permukaan suatu zat sehingga terjadi interaksi antara gas maupun molekul cairan dengan molekul padatan. Interaksi terjadi dikarenakan terdapat gaya tarik atom atau molekul yang telah menutupi permukaan. Jumlah permukaan dan jenis pori yang dipakai untuk adsorpsi berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi dari adsorben limbah tahu. Kapasitas adsorpsi berbanding lurus dengan waktu sampai pada titik tertentu, lalu mengalami penurunan setelah melewati titik tersebut (Sulistyawati, 2008). Kadar logam tembaga pada berbagai variasi waktu dapat dilihat pada gambar dibawah



Gambar 2. Pengaruh waktu adsorpsi terhadap efisiensi

Pada gambar diatas terlihat penyerapan logam tembaga paling baik untuk air limbah ada pada waktu 120 menit yaitu 54,88 %. Waktu tersebut dibutuhkan oleh adsorben limbah ampas tahu agar dapat mengadsorpsi logam tembaga secara optimum. Waktu kontak semakin lama, maka kesempatan partikel semakin banyak untuk bersinggungan dengan logam tembaga dan terikat dalam pori-pori adsorben. Namun pada waktu kontak tertentu, efisiensi adsorpsinya akan mengalami penurunan. Selama pengadukan terjadi penurunan efisiensi adsorpsi yang kemungkinan disebabkan oleh proses desorpsi (pelepasan kembali adsorbat). Permukaan adsorben yang telah jenuh oleh molekul tersebut yang menyebabkan desorpsi. Pengurangan laju adsorpsi pada keadaan jenuh menyebabkan tidak berpengaruhnya waktu kontak yang lebih lama. Jika jumlah situs aktif pada permukaan yang tersedia belum jenuh maka adsorpsi logam semakin besar dalam waktu reaksi yang lama (Roto dkk, 2015). Pada waktu setelah 120 menit, jumlah logam yang teradsorpsi sudah tidak berubah secara signifikan pada adsorpsi logam tembaga tersebut.

KESIMPULAN

Dari percobaan diperoleh kesimpulan yang merujuk pada tujuan yaitu kadar logam tembaga sebesar 19,5979 ppm. Hasil waktu kontak optimal penyerapan tembaga pada 120 menit serta efisiensi penyerapan optimal 54,88 %. Identifikasi FTIR menunjukkan bahwa pada limbah ampas tahu terdapat gugus fungsi -OH, N-H (*stretching*), C-H (alifatik), C=O, -OH (vibrasi tekuk), dan C-O. Penelitian ini dapat dijadikan nilai tambah serta bermanfaat bagi lingkungan, serta dapat menjadi pendukung bagi IPTEK dalam usaha penanganan limbah untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan adanya ion logam berbahaya. Adsorben limbah ampas tahu termasuk adsorben yang efektif pada penurunan kadar logam tembaga limbah industri perak sehingga bermanfaat bagi masyarakat di lingkungan sekitarnya.

SARAN

Penelitian selanjutnya dapat berupa penelitian tentang penyerapan logam berbahaya lainnya dan memanfaatkan limbah ampas tahu yang termodifikasi dengan komponen lainnya sehingga diharapkan lebih efektif dalam menyerap logam berbahaya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada LPPM Undikma yang membiayai penelitian, analis pada BPTP NTB, laboran pada Laboratorium Kimia Undikma serta semua pihak yang membantu peneliti.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 :*Baku Mutu Air Limbah*.
- Apriliani. 2010. Pemanfaatan Arang dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah. *Skripsi*. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.

- Chandra, T.C., Mirna, M.M., Sudaryanto, Y., Ismadji, S. 2017. Adsorption of Basic Dye onto Carbon prepared from Durian Shell: Studies of Adsorption Equilibrium and Kinetics. *Chem. Eng. Journal*.127(1) : 121 -129
- Chung, K.-T. 2016. Azo Dyes and Human Health: A review. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*.34 : 233–361
- Coniwati., A. Herlanto dan I. Anggraini. 2009. Pembuatan Biogas dan Ampas Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(16): 39
- Crini, G. 2016. Non-Conventional LowCost Adsorbents for Dyes Removal A Review. *Bioresour. Technol*.97(9) : 1061–1085
- Dotto, G. L., Vieira, M. L. G., Pinto, L. A. A. 2012. Kinetics and Mechanism of Tartrazine Adsorption onto Chitin and Chitosan. *Ind. Eng. Chem. Res*.51 : 6862–6868
- Handoko, C.T., Yanti, T.B., Syadiyah, H., dan Marwati, S. 2013. Penggunaan Metode Presipitasi Untuk Menurunkan Kadar Cu dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede. *Jurnal Penelitian Saintek*. 18 (2) : 51-58.
- <https://travel.kompas.com/read/2017/05/24/15510540/Desa.Ungga.Sohor.karena.Kerajinan.Perak>. Diakses tanggal 11 Maret 2021.
- Indah, D.R. dan Hendrawani. 2017. Upaya Menurunkan Kadar Ion Logam Besi pada Air Sumur Dengan Memanfaatkan Arang Ampas Tebu. *Hydrogen : Jurnal Kependidikan Kimia*. 5(2) : 68-74.
- Indah, D.R. dan Safnowandi, S. 2020. Karakterisasi Karbon Baggase Teraktivasi dan Aplikasinya untuk Adsorpsi Logam Tembaga. *Hydrogen : Jurnal Kependidikan Kimia*. 7(2) : 46-54.
- Indah, D.R. dan Hulyadi, H. 2021.Penyerapan Logam Merkuri Menggunakan Karbon Terinterkalasi EDTA. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram*. 8(1) : 76-85.
- Manocha, S. M. 2013. Porous Carbons. *Jurnal Sadhana*. Vol. 28, part 1 dan 2.
- Nohong. 2012. Pemanfaatan Limbah Tahu Sebagai Bahan Penyerap Logam Krom, Kadmium dan Besi dalam Air Lindi TP. *Jurnal Pembelajaran Sains*. 6(2): 257-269
- Notoatmodjo, S. 2010. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta
- Nugroho, D. 2013. Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tahu dan Reaktor Biosand Filter untuk Menurunkan Kadar Ion Logam Fe^{3+} dan Zn^{2+} pada Industri Galvanis. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang
- Palar, H. 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Rafatullah, M., Sulaiman, O., Hashim, R., Ahmad, A. 2010. Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: a review. *J. Hazard. Mater*.177(1) : 70–80
- Roto, R., Indah, D.R., dan Kuncaka, A. 2015. Hydrotalsit Zn-Al-EDTA Sebagai Adsorben Untuk Polutan Ion Pb (II) di Lingkungan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 22 (2) : 226-232.

- Selvi, K., Pattabhi S and Kardivelu K. 2011. Removal of Cr(VI) from Aqueous Solution by Adsorption Onto Activated Carbon. *Bioresour Technol.* Vol 80 : 87-89.
- Shofa. 2012. Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida. *Skripsi.* Jakarta : Fakultas Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- Sulistiyawati, S. 2008. Modifikasi Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Berat Pb (II). *Skripsi.* Bogor : FMIPA IPB.
- Tanasale, M.F.J.D.P., Sutapa, I W., Topurtawy, R.R. 2014. Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B oleh Karbon Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethinus*). *Indo. J. Chem. Res.*2(1) : 116 – 121
- Taufieq, N.A.S. 2011. Pemanfaatan Zeolit dan Bokashi Ampas Tahu untuk Menekan Konsentrasi Logam Berat pada Tanah Podsolik Merah Kuning di Soroako. *Jurnal Chemica.* 11(1): 9-14
- Tripathi, A. dan M. R. Ranjan. 2015. Heavy Metal Removal from Wastewater Using Low Cost Adsorbents. *Jurnal Bioremed Biodeg.* 6(1) : 80-87
- Wan Ngah, W. S., Ariff, N. F. M., Hanafiah, M.A.K.M. 2010. Preparation, Characterization, and Environmental Application of Crosslinked Chitosan-Coated Bentonite for Tartrazine Adsorption from Aqueous Solutions. *Water Air Soil Pollut.* 206 : 225–236
- Widihati, I. A. G., Suastuti, N. G. A. M. D. A., Nirmalasari M. A. Y. 2012. Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) menggunakan Arang Batang Pisang (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Kimia.* 6(1) : 8-16.