

Penyerapan Ion Logam Mangan (Mn) menggunakan Adsorben dari Sekam Padi Hasil Aktivasi dengan Asam Sitrat

Annisa Delima Habdani Harahap, Fitriani Verantika, Nadya Yunisa Fahmi, Aisyah Protonia Tanjung, dan *Suhendrayatna

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.

*Corresponding Author: suhendrayatna@unsyiah.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mempersiapkan adsorben dari sekam padi yang dapat menyerap ion logam Mangan (Mn) pada permukaan air. Sekam padi dicuci dengan aquades, dipirolisis pada *tube furnace* pada suhu 400°C selama 1,5 jam, dan diaktivasi dengan asam sitrat pada konsentrasi masing-masing 0,2; 0,4; dan 0,6 M hingga mendapatkan adsorben arang aktif dan dilanjutkan dengan proses pengujian kemampuannya dalam menyerap ion Mn. Uji gugus hidroksil dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spektrofotometer* dan uji kemampuan penyerapan ion Mn dilakukan dengan menggunakan AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorben yang dihasilkan dari sekam padi setelah diaktivasi dengan asam sitrat 0,4 M dalam waktu adsorpsi selama 60 menit merupakan kondisi terbaik dalam penyerapan ion Mn pada permukaan air dengan efisiensi penyerapan sebesar 54,15 % dan kapasitas penyerapannya mencapai 0,084 mg-Mn/mg-adsorben. Hasil ini menunjukkan bahwa sekam padi dapat dijadikan sebagai adsorben alternatif dalam penyerapan ion logam Mn pada permukaan air.

Kata kunci: sekam padi, Mangan (Mn), dan adsorben.

Pendahuluan

Air bersih merupakan suatu kebutuhan yang sangat mendasar di dalam kehidupan sehari-hari. Namun, sumber air bersih dewasa ini makin sulit ditemukan pada beberapa lokasi. Di Indonesia sendiri banyak lokasi yang bertempat dari lahan rawa yang bergambut dan kondisi airnya keruh, berbau, dan ada yang payau. Air payau yang belum mengalami pengolahan tidak dapat digunakan sebagai air bersih, karena dapat menyebabkan penyakit, diantaranya kerusakan gigi, diare, kerusakan hati, dan lainnya. Salah satu penyebabnya adalah tingginya kadar ion logam Mangan (Mn) pada air tersebut. Keberadaan ion Mn di dalam air tanah biasanya selalu bersama dengan ion besi yang berasal dari tanah dan bebatuan yang bagi manusia kedua logam ini bersifat esensial tetapi juga toksik. Keberadaannya dalam air tidak saja dapat dideteksi secara laboratoris tetapi juga dapat dikenali secara organoleptik. Konsentrasi Mn 1 mg/L ditandai air terasa pahit-asam, berbau tidak enak dan berwarna kuning kecoklatan. Mangan dalam air berbentuk Mangan bikarbonat [$\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$], Mangan Klorida [(MnCl_2)], dan Mangan Sulfat [$(\text{MnSO}_4)_3$].

Menurut Mc. Farland (2001), air yang mengandung kadar Mn sering terdapat bakteri. Bakteri inilah yang dapat mendegradasi mineral dalam air sehingga mineral tersebut membentuk warna hitam kecoklatan serta dapat menyumbat sistem air. Setiyono (2014) melaporkan bahwa sejumlah 29 sumur gali dari 42 sumur penduduk yang ada di Desa Karangnunggal ditemukan dengan konsentrasi Mn tinggi yang melebihi baku mutu

Permenkes 416/1990. Tingginya kandungan Mn pada sejumlah air permukaan di beberapa daerah mengakibatkan perlunya dilakukan pengembangan metode pengolahan air yang baik. Salah satu metode pengolahan konvensional yang terbaik dan sangat umum untuk pengolahan air adalah adsorpsi (Sumanjit, et al., 2015), disamping juga sangat mudah dalam rekonstruksi, operasi bahkan dengan biaya operasi dan pemeliharaan yang relatif murah (Gupta, et al., 2012; Yu, et al., 2015). Penggunaan karbon aktif sebagai adsorben dengan kapasitas penyerapan yang tinggi dan maksimal akan membutuhkan biaya yang tinggi pula pada tahap persiapannya (Karaoğlu, et al., 2010). Pemilihan jenis adsorben terus dilakukan dan diteliti oleh banyak peneliti (Abdurrahman, et al., 2016; Miftahurrahmah, et al., 2017)

Limbah pertanian dapat digunakan sebagai bahan baku adsorben, seperti limbah ampas kelapa, serabut kelapa, jerami padi, sekam padi dan limbah pertanian lainnya (Bhatnagar, dkk., 2010; Dada, et al., 2012; Sadeek, et al., 2015); Abdurrahman, et al., 2016; Miftahurrahman, et al., 2017). Beberapa peneliti melaporkan bahwa sekam padi mampu menyerap logam berat seperti Pb^{2+} (Abdurrahman, et al., 2016), Zn^{2+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} (Giri, et al., 2012), dan beberapa logam berat yang lain. Dalam studi ini, Tim Peneliti melaporkan hasil uji adsorben yang dipersiapkan dari sekam padi untuk menyerap ion Mn dari fasa cair. Sekam padi dipilih sebagai adsorben karena memiliki kandungan abu yang tinggi, menyerupai kandungan kayu, tahan pelapukan, dan memiliki kandungan karbon yang tinggi. Asam sitrat ditambahkan sebagai *activator* untuk mendapatkan kinerja penyerapan adsorben yang tinggi.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yang terdiri dari tahap preparasi, aktivasi, dan adsorpsi. Sekam padi dicuci dengan menggunakan aquadest untuk menghilangkan zat pengotor yang terkandung di dalamnya. Selanjutnya, dilakukan reaksi pirolisis di dalam *tube furnace* (*Line Thermolyne, model: FB1410M-33*) pada suhu $400^{\circ}C$ selama 1,5 jam sehingga diperoleh arang sekam padi yang digunakan untuk proses aktivasi. Proses aktivasi dilakukan dengan menggunakan asam sitrat untuk mendapatkan meningkatkan kemampuan penyerapan arang sekam padi, dengan variasi konsentrasi asam sitrat masing-masing 0,2; 0,4; dan 0,6 M. Arang sekam padi yang telah diaktivasi kemudian diuji dengan menggunakan *Fourrier Transform Infrared Spektrofotometer* (FTIR, *Shimadzu IR Prestige 21*) untuk mengetahui peningkatan gugus hidroksil yang dimiliki setelah dilakukan pengaktifan. Arang sekam padi aktif kemudian diambil 1 gram untuk setiap proses uji penyerapan ion Mn pada air yang mengandung Mn dengan variasi waktu adsorpsi 20; 40; dan 60 menit. Penelitian dilanjutkan dengan menganalisis ion logam Mn menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS, *Shimadzu AA-6300*) untuk mengetahui penurunan kadar ion logam Mn di dalam permukaan air. Selanjutnya, efisiensi penyerapan ion logam Mn dan kapasitas penyerapannya dihitung berdasarkan hasil analisa.

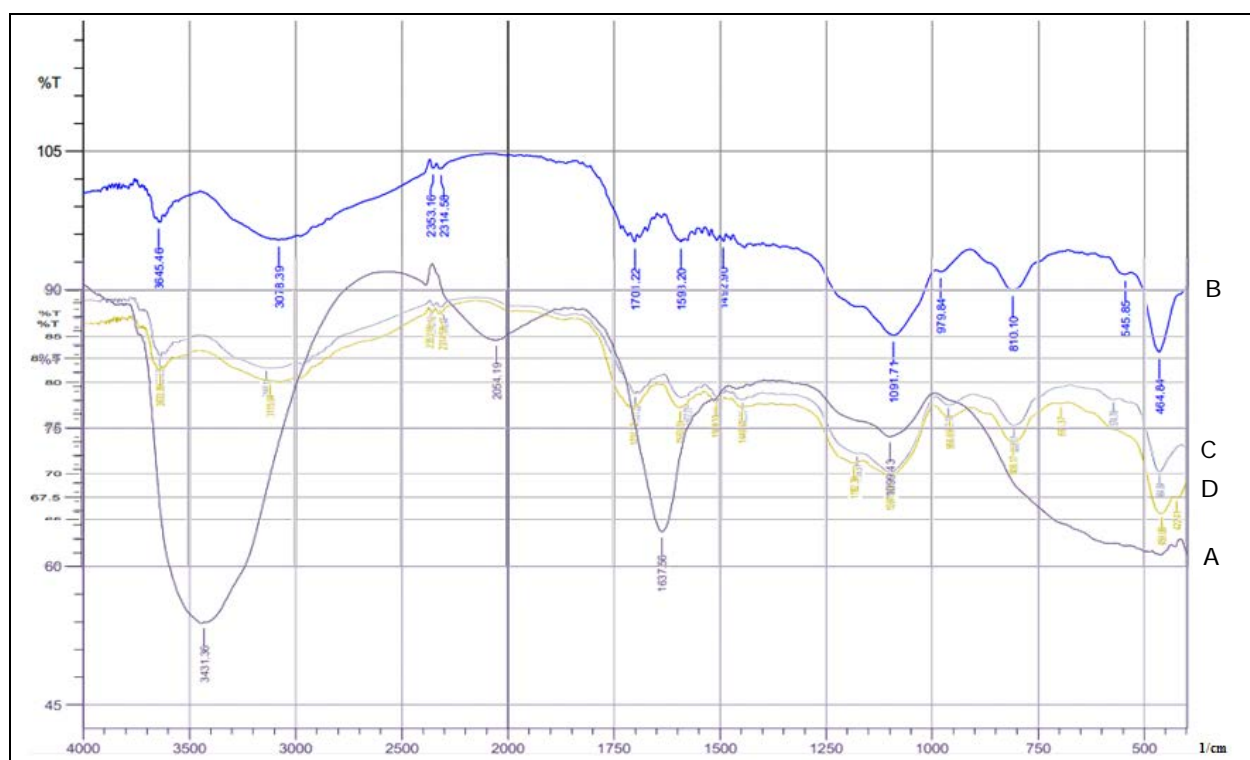
Hasil dan Pembahasan

Gugus Fungsi Adsorben Sekam Padi

Sekam padi yang telah dipirolisis di dalam *tube furnace* dan sekam padi yang telah diaktivasi dengan Asam Sitrat dianalisis menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus yang terkandung di dalamnya. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan gugus hidroksil dan karboksil di dalam adsorben terhadap kemampuan penyerapan adsorben. Hasil analisa dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 memperlihatkan hasil pengukuran FTIR untuk adsorben tanpa menggunakan aktivator asam sitrat dan adsorben yang diaktivasi dengan berbagai konsentrasi asam sitrat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gugus hidroksil pada adsorben tanpa aktivator

mengalami peningkatan yaitu dengan berubahnya serapan pada bilangan gelombang 3645.46 cm^{-1} . Gugus karbonil pada karbon aktif hadir karena pengaruh dari aktivasi asam sitrat. Pada aktivasi adsorben dengan konsentrasi asam sitrat $0,2\text{ M}$ telah hadir gugus karboksil dengan ditunjukkannya *peak* pada bilangan gelombang 1701.22 cm^{-1} yang menandakan keberadaan gugus $\text{C}=\text{O}$, dan pada bilangan gelombang 1091.71 cm^{-1} menandakan adanya gugus $\text{C}-\text{O}$ (Skoog dan Nieman, 1998). *Peak* yang terbentuk oleh adsorben dengan aktivator asam sitrat $0,4\text{ M}$ dan $0,6\text{ M}$ terlihat perbedaannya pada sumbu y (%T) yang tidak terlalu signifikan. Berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Miftahurrahmah et al. (2017) yang melaporkan bahwa adsorben dari sekam padi yang diaktivasi dengan NaOH memiliki gugus aldehida $\text{C}-\text{H}$ pada serapan $2916,37\text{ cm}^{-1}$ dan $2738,92\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan ikatan karboksilat medium. Pada gelombang $1651,07\text{ cm}^{-1}$ membentuk gugus $\text{C}=\text{C}$ dengan intensitas medium *rocking*. Selain itu juga terlihat gelombang pada $1101,35\text{ cm}^{-1}$ dengan ikatan gugus $\text{C}-\text{C}$ yang memiliki intensitas sangat kecil.



Gambar 1. Hasil analisa gugus fungsi pada adsorben menggunakan FTIR, (A) Tanpa Asam Sitrat; (B) Asam Sitrat $0,2\text{ M}$; (C) Asam Sitrat $0,4\text{ M}$; (D) Asam Sitrat $0,6\text{ M}$

Menurut Skoog dan Nieman (1998), gugus hidroksil dapat dideteksi menggunakan FTIR pada panjang gelombang $3600-3200\text{ cm}^{-1}$, gugus $\text{C}=\text{O}$ pada panjang gelombang $1760-1690\text{ cm}^{-1}$ dan gugus $\text{C}-\text{O}$ pada panjang gelombang $1300-1050\text{ cm}^{-1}$. Jika dilihat pada Gambar 1, perbandingan antara sekam padi tanpa aktivasi dengan sekam padi menggunakan aktivator asam sitrat, menunjukkan adanya perubahan struktur sekam padi yang ditandai dengan banyaknya *peak* gugus karboksil yang diperoleh pada panjang gelombang yang berbeda. Hal ini dapat disimpulkan bahwa asam sitrat memberikan pengaruh terhadap karakteristik sekam padi sebagai adsorben.

Efisiensi dan Kapasitas Penyerapan ion logam Mn oleh adsorben sekam padi

Setelah diperoleh hasil analisa FTIR, dilakukan uji adsorpsi menggunakan adsorben dari sekam padi yang telah diaktivasi dengan asam sitrat yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorben menghilangkan ion logam Mn. Hasil uji adsorpsi diperlihatkan pada

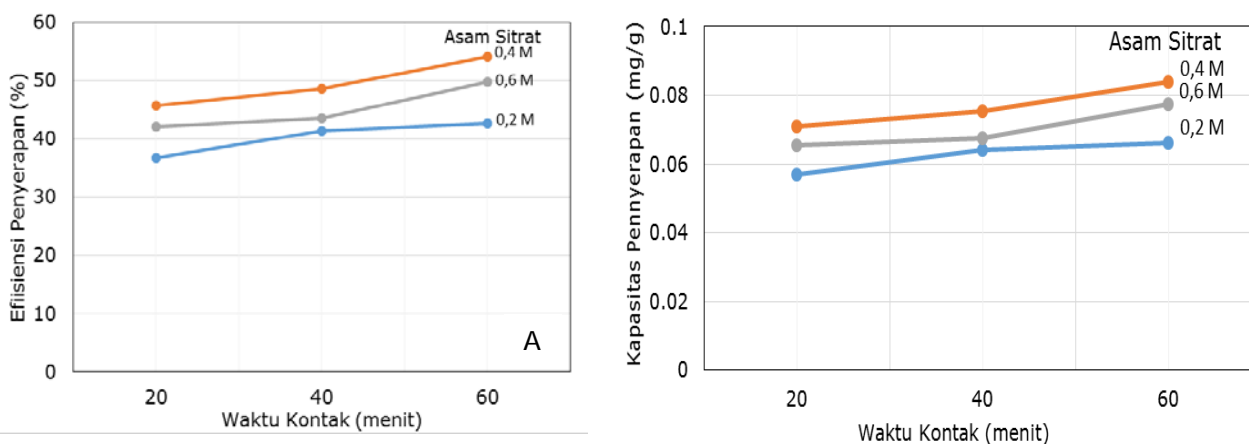
Tabel 1 dan diilustrasikan pada Gambar 2. Gambar 2A menunjukkan bahwa kemampuan adsorben dari sekam padi yang diaktivasi asam sitrat menurunkan konsentrasi Mn sebesar 36,76 – 54,15% selama 60 menit. Konsentrasi asam sitrat sebagai activator mempengaruhi kemampuan penyerapan ion Mn oleh adsorben. Efisiensi penyerapan terbaik ditemukan pada adsorben dengan menggunakan aktivator asam sitrat pada konsentrasi 0,4 M dengan waktu adsorpsi 60 menit dengan efisiensi penyerapan sebesar 54,15 %.

Tabel 1. Data efesiensi penyerapan ion logam Mn oleh adsorben dari sekam padi hasil aktivasi dengan Asam Sitrat

Kosentrasi asam sitrat (M)	Waktu kontak (menit)	Konsentrasi akhir adsorbat, Ce (mg/L)	Kapasitas Penyerapan Qe (mg/g)	Efisiensi Penyerapan (%)
0,2	20	0,982	0,057	36,76
	40	0,911	0,064	41,34
	60	0,890	0,066	42,69
0,4	20	0,843	0,071	45,71
	40	0,798	0,075	48,61
	60	0,712	0,084	54,15
0,6	20	0,898	0,065	42,17
	40	0,876	0,068	43,59
	60	0,779	0,077	49,84

Konsentrasi awal adsorbat, C₀: 1,553 mg/L

Lebih lanjut Gambar 2B, memperlihatkan bahwa kapasitas penyerapan ion Mn mencapai 0,084 mg-Mn/mg adsorben. Kapasitas penyerapan terbaik terdapat pada adsorben dengan menggunakan aktivator asam sitrat pada konsentrasi 0,4 M dengan waktu adsorpsi 60 menit.



Gambar 2. Efisiensi dan kapasitas penyerapan ion logam Mn oleh adsorben dari sekam padi hasil aktivasi dengan Asam Sitrat

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah adsorben yang dipersiapkan dari sekam padi setelah diaktivasi dengan asam sitrat 0,4 M pada waktu adsorpsi selama 60 menit merupakan kondisi terbaik dalam penyerapan Mn pada permukaan air dengan efisiensi sebesar 54,15 % dan kapasitas penyerapannya mencapai 0,084 mg-Mn/mg adsorben. Hasil ini menunjukkan bahwa sekam padi dapat dijadikan sebagai adsorben alternatif dalam penyerapan ion logam Mn pada permukaan air.

Daftar Pustaka

- Abdurrahman, Suhendrayatna, Syahiddin, D.S. (2016). Pengaruh Aktivasi Adsorben Biomassa Terhadap Gugus Hidroksil Pada Proses Adsorpsi Ion Logam Timbal (Pb). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(3), pp. 7-11.
- Bhatnagar, A., Vilar, V.J.P., Botelho, C.M.S., and Boaventura, R.A.R. (2010). Coconut-based Biosorbents for Water Treatment; a review of the recent literature. *Advances in Colloid and Interface Science*, 160(1-2), pp. 1–15.
- Dada, A. Olalekan, A. Olatunya, A., and Dada, O. (2012). Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin-Radushkevich Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Zn^{2+} Unto Phosphoric Acid Modified Rice Husk. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 3(1), pp.38–45.
- Giri, A.K., Patel, R., and Mandal, S. (2012). Removal of Cr(VI) from aqueous solution by *Eichhornia crassipes* root biomass-derived activated carbon, *Chem. Eng. J.*, 185, pp. 71–81.
- Gupta, V.K., Ali, I., Saleh, T.A., Nayak, A., and Agarwal, S. (2012). Chemical Treatment Technologies for Wastewater Recycling; an overview. *RSC Adv.*, 2(16), pp. 6380–6388.
- Karaoğlu, M.H., Doğan, H., and Alkan, M. (2010). Removal of Reactive Blue 221 by Kaolinite from Aqueous Solutions, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 49(4), pp. 1534–1540.
- Miftahurrahmah, Suhendrayatna, Zaki, M. (2017). Penyisihan Ion Logam Merkuri (Hg^{2+}) menggunakan Adsorben Berbahan Baku Limbah Pertanian dan Gulma Tanaman, *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(1), pp. 7-11.
- Mc. Farland, M L., Dozier, M.C. (2001). Drinking Water Problems: Iron and Manganese. Texas A&M: Agrilife extension. The Texas Water Resources Institute. U.S. Department of Agriculture, under Agreement No. 2001- 45049-01149.
- Skoog, H., and Nieman, M. (1998). *Principles of Instrumental Analysis*, 5th edition. Saunders College Publishing, USA: 184.
- Setiyono, A. (2014). Studi Kadar Mangan (Mn) Pada Air Sumur Gali di Desa Karangnunggal Kecamatan Karangnunggal Kabupaten Tasikmalaya, *Jurnal Kesehatan Komunitas Indonesia*, 10 (1) 974-981.
- Sadeek, S.A., Negm, N.A., Hefni, H., and Wahab, M.A. (2015). Metal adsorption by agricultural biosorbents: Adsorption isotherm, kinetic and biosorbents chemical structures. *International Journal of Biological Macromolecules*, 81, pp. 400–409.
- Sumanjit, S., Mahajan, R.K., and Gupta, V.K. (2015). Modification of surface behaviour of *Eichhornia crassipes* using surface active agent: An adsorption study. *J. of Industrial and Engineering Chemistry*, 21, pp. 189–197.
- Yu, S., Zhai, L., Wang, Y., Liu, X., Xu, L., and Cheng, L. (2015). Synthesis of magnetic chrysotile nanotubes for adsorption of Pb(II), Cd(II) and Cr(III) ions from aqueous solution. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(2), pp. 752–762.