

AKTIVASI KULIT PISANG KEPOK (*Musa acuminata L.*) DENGAN H₂SO₄ DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ION LOGAM Cr(VI)

ACTIVATION OF BANANA PEEL (*Musa Acuminata L.*) WITH H₂SO₄ AND APPLICATION AS ADSORBENT METAL ION Cr(VI)

*Antintia Sherly * dan Sari Edi Cahyaningrum*

Jurusan Kimia FMIPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Surabaya, 60231

e-mail: Sherly_chemical@yahoo.com

Abstrak. Telah dilakukan penelitian tentang kulit pisang kepok teraktivasi H₂SO₄ yang diaplikasikan untuk mengadsorpsi ion logam Cr(VI). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kulit pisang kepok, konsentrasi H₂SO₄ optimum yang digunakan untuk aktivasi dan kapasitas adsorpsi ion logam Cr(VI) oleh kulit pisang kepok. Penelitian ini diawali dengan pembuatan adsorben kulit pisang kepok dengan ukuran 100 mesh. Selanjutnya kulit pisang kepok dikarakterisasi dengan spektrofotometer FTIR untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional dan Gas Sorption Analyzer (GSA) untuk menentukan luas permukaan. Kulit pisang kepok yang didapat diaktivasi pada berbagai konsentrasi H₂SO₄ dan untuk diuji kemampuan adsorpsinya terhadap ion logam Cr(VI). Hasil penelitian ini menunjukkan kadar air kulit pisang kepok sebesar 16,69%. Karakterisasi dengan FTIR menunjukkan munculnya spektra pada bilangan gelombang 3434,51 cm⁻¹ yang merupakan vibrasi ulur -OH, vibrasi regangan -C=N pada bilangan gelombang 2346,42 cm⁻¹, vibrasi -NH tekuk pada bilangan gelombang 1637,26 cm⁻¹, dan vibrasi regangan -C-O pada bilangan gelombang 1064,16 cm⁻¹. Luas permukaan kulit pisang kepok sebesar 0,43 m²/g, setelah diaktivasi meningkat sebesar 16,53 m²/g. Aktivasi kulit pisang kepok dengan H₂SO₄ mencapai optimum pada konsentrasi 2 M dengan ion logam Cr(VI) yang terserap sebesar 3,94 x 10⁻¹ mol/g.

Kata Kunci: kulit pisang kepok, konsentrasi H₂SO₄, ion logam Cr(VI).

Abstract. It had been done a research about application of banana peel activated by H₂SO₄ for adsorption the metal ion Cr(VI). The aim of this research to investigate the characteristic of banana peel, optimum concentration H₂SO₄ that used to activation, and adsorption capacity metal ion Cr(VI) by banana peel. The research started with powdered banana peel size of 100 mesh. Furthermore banana peel characterized by FTIR spectrophotometer to identified functional groups and Gas Sorption Analyzer (GSA) to determine the surface area. Banana peels obtained activated at various concentration H₂SO₄ and tested adsorption capacity to metal ion Cr(VI). The result of the research showed that banana peel water content was equal to 16.69%. Characterization by FTIR showed that the spectra of banana peels appears some wave number at 3434.51 cm⁻¹ wich was the -OH stretching vibration, -C=N stretching vibration in 2346.42 cm⁻¹, -NH bending vibration in 1637.26 cm⁻¹, and -C-O stretching vibration in 1064.16 cm⁻¹. Banana peel surface area was equal to 0.43 m²/g, and after activated was equal to 16.53 m²/g. The banana peel activated by H₂SO₄ held optimum at concentration 2 M with metal ion Cr(VI) adsorbed was equal to 3.94 x 10⁻¹ mol/g.

Keywords: banana peel, concentration H₂SO₄, metal ion Cr(VI).

PENDAHULUAN

Logam Cr merupakan salah satu jenis logam berat yang mempunyai daya racun tinggi. Daya racun yang tinggi jika Cr berada didalam air berbentuk ion Cr(VI). Cr(VI) bersifat toksik dan dapat menyebabkan kanker. Baku mutu air limbah yang boleh dialirkan ke air permukaan untuk Cr(VI)

sebesar 0,05-1 mg/L dan untuk Cr (total) sebesar 0,1-2 mg/L [1].

Perlu dilakukan suatu upaya mengatasi cemaran akibat kontaminasi logam tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah megadsorpsi logam tersebut dengan menggunakan kulit pisang. Kulit pisang kepok (*Musa acuminata L.*) tersusun atas Protein 2,15%; Lemak 1,34%; Pati 11,48%;

Serat kasar 1,52%; dan Vitamin 36 mg / 100 gr [2]. Dari senyawa organik kulit pisang, dapat diidentifikasi gugus yang berperan sebagai adsorben yaitu gugus fungsional -OH, -COO, dan -NH [3].

Adsorpsi menggunakan kulit pisang termasuk dalam mekanisme biosorpsi. Mekanisme biosorpsi umumnya berdasarkan fisikokimia, interaksi antara logam dan gugus fungsional yang terdapat pada permukaan sel, seperti interaksi elektrostatis, pertukaran ion dan ion logam khelat (kompleks) [4].

Kamsonlian, *et al.* (2012) telah melakukan adsorpsi As(III) menggunakan kulit pisang dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,843 mg/g dan mengikuti pola isotherm adsorpsi Freundlich ($R^2 = 0,993$) [5].

Untuk memperoleh adsorben dengan kemampuan adsorpsi yang maksimum maka dilakukan aktivasi. Menurut Gufta (1998) aktivasi adsorben dengan asam paling umum dilakukan terbukti sangat efektif dalam meningkatkan kapasitas efisiensi dari adsorben [6]. Pada saat diaktivasi dengan asam, Gugus NH_2 mengalami protonasi menjadi NH_3^+ , gugus OH mengalami protonasi menjadi H_3O^+ sehingga dengan ion logam berat seperti Cr(VI) yang berbentuk anion dapat berikatan secara elektrostatis, selain itu terdapat juga gugus COOH yang dapat mengadsorpsi ion logam Cr(VI) dengan cara pertukaran ion [7].

Dalam penelitian ini dilakukan aktivasi kulit pisang kepok dengan variasi konsentrasi H_2SO_4 untuk menentukan konsentrasi aktivasi optimum dan selanjutnya diuji kemampuan kapasitas adsorpsinya terhadap ion logam Cr(VI).

METODE PENELITIAN

Alat

Pada penelitian ini beberapa alat yang digunakan antara lain: Stirrer, Gas-sorption surface Analyzer (GSA), Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merk Perkin Elmer, Spektrometer FTIR.

Bahan

Pada penelitian ini menggunakan bahan-bahan kimia antara lain: H_2SO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, serta kulit pisang kepok (*Musa Acuminata L.*).

PROSEDUR PENELITIAN

Pembuatan dan karakterisasi kulit pisang kepok (*Musa acuminata L.*)

Pembuatan adsorben Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata L.*) dilakukan dengan cara satu tandan

kulit pisang kepok dipotong 1-2 cm kemudian dicuci dengan aquades sampai bersih. Setelah itu, kulit pisang dijemur sampai kering. Kulit pisang yang sudah kering di haluskan sampai ukuran 100 mesh. Kulit pisang yang telah terbentuk diukur kadar airnya, dianalisis gugus fungsional menggunakan FTIR dan luas permukaan menggunakan GSA.

Aktivasi kulit pisang kepok (*Musa acuminata L.*) pada berbagai konsentrasi H_2SO_4

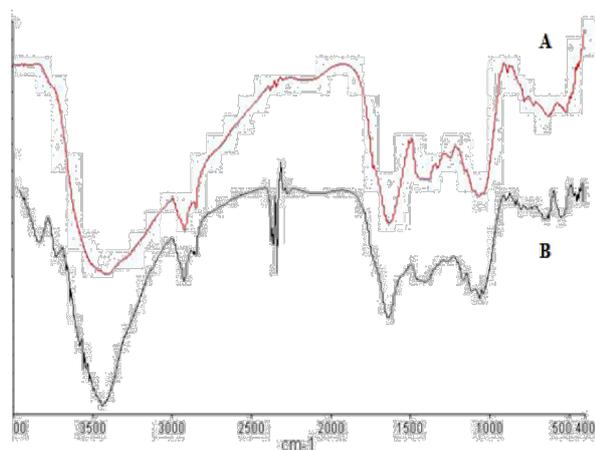
Dalam Erlenmeyer 250 ml dimasukkan sampel kulit pisang, kemudian dicampur dengan perbandingan larutan H_2SO_4 terhadap sampel kulit pisang sebesar 2 : 1 dengan variasi konsentrasi yaitu 0,1 M, 0,5 M, 1 M, 1,5 M, 2 M, 2,5 M, dan 4 M. Kemudian diaduk selama 1–2 jam menggunakan *magnetic stirrer*, dan dilanjutkan dengan pencucian menggunakan aquades hingga netral. Sampel tersebut kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C [8].

Sebanyak satu gram kulit pisang kepok yang telah teraktivasi diinteraksikan dengan 20 mL larutan ion logam Cr(VI) dengan variasi kulit pisang kepok teraktivasi H_2SO_4 0,1 M; 0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M; 2,5 M; dan 4 M. Larutan kemudian diaduk dengan kecepatan 100 rpm, setelah itu disaring. Filtrat yang diperoleh diukur dengan SSA untuk menentukan konsentrasi ion logam Cr(VI) sisa. Jumlah ion logam Cr(VI) yang teradsorpsi dihitung dari selisih antara kandungan ion logam Cr(VI) dalam larutan awal dengan konsentrasi ion logam Cr(VI) dalam filtrat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini diawali dengan pembuatan tepung kulit pisang kepok dengan ukuran 100 mesh. Selanjutnya diukur kadar airnya dan diperoleh kadar air sebesar 16,69%.

Kulit pisang yang didapat dikarakterisasi gugus fungsionalnya menggunakan FTIR, didapat hasil spektra pada gambar 3.



Gambar 3. (a) Spektra FTIR kulit pisang kepok teraktivasi (b) Spektra FTIR kulit pisang kepok teraktivasi setelah berinteraksi dengan ion logam Cr(VI).

Spektra FTIR pada gambar 3 menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang pada puncak-puncak utama dan munculnya puncak baru pada kulit pisang kepok sebelum dan setelah teraktivasi H_2SO_4 2 M. Tampak terjadi perubahan spesifik dari spektra FTIR kulit pisang kepok sebelum dan sesudah teraktivasi H_2SO_4 2 M. Pada kulit pisang kepok terdapat protein tryptophan yang mengandung gugus fungsional $-\text{NH}_2$, pengotor yang terdapat pada protein tersebut larut karena proses aktivasi kulit pisang kepok dengan H_2SO_4 2 M, sehingga pada spektra FTIR kulit pisang kepok setelah diaktivasi muncul puncak baru pada bilangan gelombang $3800\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan pita serapan dari gugus fungsional $-\text{NH}_2$. Selain itu terjadi pergeseran bilangan gelombang dan % T pada gugus fungsional $-\text{OH}$ setelah diaktivasi dengan H_2SO_4 2 M. Hal ini terjadi karena gugus fungsional $-\text{OH}$ setelah diaktivasi dengan H_2SO_4 2 M mengalami protonasi menjadi H_3O^+ . Keadaan yang terprotonasi menunjukkan bahwa ikatan O-H telah dinaikkan karakter ikatannya dan panjangnya bertambah akibatnya terjadi penurunan vibrasi [9]. Penurunan vibrasi tersebut menyebabkan terjadinya pergeseran bilangan gelombang dan kenaikan % T kulit pisang kepok setelah diaktivasi dengan H_2SO_4 2 M.

Pada kulit pisang kepok sebelum teraktivasi H_2SO_4 2 M, serapan FTIR menunjukkan serapan pada bilangan gelombang $2346,42\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan pita serapan dari gugus fungsional $-\text{C}=\text{N}$. Perubahan terjadi setelah diaktivasi dengan

H_2SO_4 2 M dimana muncul dua puncak yang tajam pada bilangan gelombang $2362,36\text{ cm}^{-1}$ dan $2345,64\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan pita serapan dari gugus fungsional tersebut. Munculnya puncak baru dikarenakan senyawa organik mengalami vibrasi [10]. Vibrasi terjadi akibat dari proses aktivasi, dimana pada saat proses aktivasi terjadi penghilangan pengotor-pengotor berupa mineral yang terdapat pada kulit pisang, dan adanya kation H^+ dari asam sulfat yang menggantikan pengotor-pengotor saat terlepas atau larut dari senyawa organik yang diikatnya. Perubahan tersebut diperkuat dengan terjadinya kenaikan % T yaitu sebesar 22,37%.

Sebelum kulit pisang kepok diaktivasi dengan H_2SO_4 2 M, tidak muncul pita serapan pada bilangan gelombang $1300\text{--}1200\text{ cm}^{-1}$, namun setelah diaktivasi muncul pita serapan pada bilangan gelombang tersebut yang menunjukkan vibrasi perenggangan $-\text{C}-\text{O}$. Hal tersebut terjadi karena pengotor-pengotor yang menempel pada gugus C-O larut saat proses aktivasi. Selain itu pada bilangan gelombang $600\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan daerah dari vibrasi logam (mineral) dengan gugus O [11] mengalami perubahan spektra. Sebelum kulit pisang diaktivasi spektra tidak terbelah menjadi dua, namun setelah diaktivasi spektra yang terbentuk terbelah menjadi dua. Perubahan lain juga ditunjukkan dengan adanya pergeseran bilangan gelombang dan % T. Hal tersebut dikarenakan proses aktivasi dengan H_2SO_4 dapat melarutkan pengotor-pengotor yang terdapat pada kulit pisang seperti Ca, K, P, Mg, dan Na [12].

Hasil karakterisasi dengan GSA disajikan pada Tabel 1. Terlihat pada Tabel 1 bahwa luas permukaan kulit pisang kepok sebelum diaktivasi lebih kecil daripada sesudah diaktivasi.

Tabel 1. Data Luas permukaan kulit pisang kepok sebelum dan setelah diaktivasi H_2SO_4 2 M

Adsorben	Luas permukaan (m^2/g)
Kulit pisang kepok	0,43
Kulit pisang kepok teraktivasi H_2SO_4 2 M	16,53

Kulit pisang diaktivasi pada berbagai konsentrasi H_2SO_4 . Proses aktivasi ini menyebabkan gugus fungsional $-\text{OH}$ dan $-\text{NH}_2$ mengalami protonasi, reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Data hasil penelitian untuk konsentrasi aktivasi optimum kulit pisang kepok terhadap adsorpsi ion logam Cr(VI) disajikan pada Tabel 2. Data pada tabel 2 menunjukkan kemampuan adsorpsi ion logam Cr(VI) oleh kulit pisang yang teraktivasi bertambah dari konsentrasi H_2SO_4 0,1-2 dan mencapai titik optimumnya pada konsentrasi 2 M yaitu sebesar 9,85 mg/L, sedangkan pada konsentrasi 2,5 dan 4 M mengalami penurunan. Kenaikan terjadi dikarenakan semakin banyak gugus fungsional yang mengalami protonasi, sedangkan penurunan terjadi dikarenakan rusaknya gugus fungsional pada konsentrasi asam yang tinggi.

Tabel 2. Adsorpsi Ion Logam Cr(VI) Oleh Kulit Pisang Kepok Pada Berbagai Variasi Konsentrasi H_2SO_4 .

Konsentrasi H_2SO_4 (M)	Konsentrasi awal ion Cr(VI) (mg/L)	Cr(VI) akhir (mg/L)	Cr(VI) terserap (mg/L)
0,1	10	7,20	2,80
0,5	10	6,50	3,50
1	10	5,92	4,08
1,5	10	4,70	5,30
2	10	0,15	9,85
2,5	10	0,17	9,83
4	10	2,37	7,63

SIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah luas permukaan kulit pisang kepok sesudah diaktivasi lebih besar daripada sebelum diaktivasi yaitu sebesar 16,53 m^2/g dan konsentrasi aktivasi kulit pisang kepok dengan H_2SO_4 optimum pada konsentrasi 2 M oleh kulit pisang pada konsentrasi aktivasi 2 M sebesar $3,94 \times 10^{-1} \text{ mol/g}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Ramadhan, Bayu dan Marisa Handajani. 2010. *Biosorpsi Logam Berat Cr(VI) dengan Menggunakan Biomassa Saccharomyces cerevisiae*. Bandung: ITB.
- Dewati, Retno. 2008. *Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Ethanol*. Skripsi. Surabaya: UPN "Veteran" Jatim.
- Memon, Jamil R., dkk. 2008. Characterization of banana peel by scanning elektron microscopy and FT-IR spectroscopy and its use for cadmium removal. Pakistan: *Journal Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, hal. 260-265.
- Kaewsarn, Pairat, Wanna Saikaew dan Surachai Wongcharee. 2008. Dried Biosorbent Derived from Banana Peel: A Potential Biosorbent for Removal of Cadmium Ions from Aqueous Solution. Thailand: *Thailand Chemical Engineering and Applied Chemistry Conference*.
- Kamsonlian, Suantak, S. Suresh, C.B. Majumder dan S. Chand. 2011. Characterization Of Banana And Orange Peels: Biosorption Mechanism. India: *International Journal of Science Technology & Management*.
- Gufta FK. 1998. Utilization of bagasse fly ash generated in the sugar industry for removal and recovery of phenol and p-Nitrophenol from wastewater. *J Chem Technol Biotechnol* 70: 180-186.
- Sulaiman, Nur. 2013. Adsorpsi Ion Logam Cr(VI) oleh Kitosan Termodifikasi Silika. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Wattimury, John Hendrik. 2012. Studi Adsorpsi Ion Logam Crom (III) Menggunakan Kulit Pisang Kepok (Musa Normalis L.). Skripsi. Manokwari: Universitas Negeri Papua.
- Sastrohamidjojo, Hardjono. 1991. *Spektroskopi*. Yogyakarta: Liberty Yogyakarta.
- Fessenden, R.J. and Fessenden, J.S. 1986. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Nakamoto K., 1978. *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compound*, Third Edition. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Yusoff, Nor Adlin Bt Md. 2008. Correlation Between Total Phenolics And Mineral Content With Antioxidant Activity And Determination Of Bioactive Compounds In Various Local Bananas (*Musa Sp.*). Thesis.