
PEMANFAATAN DAUN NANAS (*ANANAS COMOSUS*) SEBAGAI ADSORBEN LOGAM Ag DAN Cu PADA LIMBAH INDUSTRI PERAK DI KOTAGEDE YOGYAKARTA

Ardi Yuli Wardani dan Winda Nirmala
Mahasiswa FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

Abstract

This research aims to determine the characteristics, the adsorption and the influence of the adsorbent from the leaves of pineapple (*Ananas comosus*) on the adsorption of metal Ag and Cu.

The study is a basic experimental research. The subject the research is carbon from the pineapple leaves activated by the HCl 15% with a 24 hour immersion time. This research involved three steps. They are making carbon activated from pineapple leaves, characterizing the activated carbon and determine the adsorption towards Ag and Cu metal in the waste water of silver electroplating industry in Kotagede. The object of the research is the ability of the adsorbent from the pineapple (*Ananas comosus*) leaves for Cu and Ag adsorbs metals from the waste water of the silver industries in the town. The independent variable used is the amount of activated carbon, namely 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 grams per 100 mL of liquid waste. Time and pH on the adsorption were carried out under optimum conditions, the contact time of 24 hours and at pH 2. The characterization of the activated carbon used the parameters of the water content, ash and absorption of I₂. The adsorption was determined by comparing the concentrations of Cu and Ag before and after the adsorption .

The research findings showed that the activated carbon from the pineapple (*Ananas comosus*) leaves consisted of 0.6% of moisture content, 3.2% of ash content and the absorption of I₂ 73.67%. For Cu the optimum adsorption was obtained in the adsorbent mass of 2 gram/100 mL with the adsorption power of 69.07% and for Ag the optimum adsorption was obtained in the adsorbent mass of 1.5/100 mL with the adsorption power of 74.56%. The increase in mass of adsorbent increased the adsorption power.

Key words: adsorbents, pineapple leaf, liquid waste

PENDAHULUAN

Segala bidang industri, dewasa ini berkembang semakin pesat, tidak terkecuali perkembangan industri penyepuhan (*elektroplating*) perak di sentra industri perak Kotagede, yang merupakan salah satu Potensi Asli Daerah (PAD) kota Yogyakarta. Akan tetapi, perkembangan ini menimbulkan

masalah baru yaitu pencemaran lingkungan yang dihasilkan oleh limbah industri. Limbah cair merupakan hasil buangan dari industri penyepuhan perak di Kotagede. Limbah cair ini mengandung logam-logam berat, seperti Tembaga (Cu) dan Perak (Ag). Limbah Ag berasal dari hasil pembuangan larutan elektrolit AgNO₃ yang dipakai untuk

penyepuhan perak. Sedangkan limbah Cu, muncul dari pencelupan dengan menggunakan HCl yang bersifat asam dan berfungsi untuk melarutkan kotoran-kotoran yang menempel pada perak setelah proses penempaan. Hal ini dilakukan supaya perak berwarna cemerlang. CuCl_2 yang terlarut pada proses ini akhirnya lolos ke perairan dan menimbulkan pencemaran.

Menurut Giyatmi (2008), kadar Cu dan Ag pada limbah cair industri penyepuhan logam berturut-turut adalah 11,547 ppm dan 0,052 ppm. Angka ini telah melampaui ambang batas maksimal. Jika hal ini dibiarkan maka limbah cair tersebut akan mencemari sungai maupun meresap ke tanah sehingga mempengaruhi kualitas air sumur warga. Cu dan Ag adalah logam berat yang tidak dapat terurai secara alami, maka sangat berbahaya bagi manusia.

Untuk itu, diperlukan pengolahan limbah cair dari industri penyepuhan perak tersebut, sehingga tidak berbahaya bagi lingkungan. Cara yang dapat digunakan adalah menggunakan adsorben logam berat. Salah satu adsorben yang dapat dipakai adalah daun nanas (*Ananas comosus*). Selama ini, pemanfaatan tanaman ini hanya sebatas pada buahnya saja, sedangkan daun nanas (*Ananas comosus*) relatif belum banyak diolah. Untuk 2-3 kali panen, tanaman ini harus diganti dengan tanaman nanas (*Ananas comosus*) baru, sehingga banyak limbah daun nanas (*Ananas comosus*) yang dihasilkan.

Daun nanas (*Ananas comosus*) banyak mengandung bahan kima, salah

satunya selulosa. Menurut Handayani (2010), kandungan selulosa dalam daun nanas (*Ananas comosus*) sebesar 69,6-71%. Kandungan selulosa yang tinggi pada serat daun nanas dapat dijadikan adsorber limbah logam berat, karena struktur rongga dalam selulosa dapat mengadsorpsi logam berat Cu dan Ag.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut : (1) bagaimana karakteristik adsorben yang dihasilkan dari daun nanas (*Ananas comosus*); (2) berapa daya adsorpsi adsorben dari daun nanas (*Ananas comosus*) terhadap logam Cu dan Ag; (3) bagaimana pengaruh jumlah/luas permukaan adsorben dari daun nanas (*Ananas comosus*) terhadap logam Cu dan Ag yang teradsorpsi.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: (1) mengetahui karakteristik adsorben yang dihasilkan dari daun nanas (*Ananas comosus*); (2) mengetahui daya adsorpsi adsorben dari daun nanas (*Ananas comosus*) terhadap logam Cu dan Ag; (3) mengetahui pengaruh jumlah/luas permukaan adsorben dari daun nanas (*Ananas comosus*) terhadap logam Cu dan Ag yang teradsorpsi. Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah memberikan alternatif pengolahan limbah perkebunan berupa adsorben dari serat daun nanas (*Ananas comosus*) sebagai penanggulangan dampak lingkungan akibat limbah industri perak di Kotagede, Yogyakarta.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen pengembangan yaitu mengembangkan suatu bioadsorben dari daun nanas (*Ananas comosus*) untuk limbah cair industri perak di Kotagede. Subjek dari penelitian ini adalah daun nanas (*Ananas comosus*) dan objek dari penelitian ini adalah kemampuan adsorben dari daun nanas (*Ananas comosus*) untuk mengadsorbsi logam Cu dan Ag dari limbah cair industri perak di Kotagede. Variabel bebas yang dipakai dalam penelitian ini adalah berbagai variasi jumlah/luas permukaan bioadsorben daun nanas (*Ananas comosus*), dengan variabel terikat konsentrasi logam Cu dan Ag yang teradsorbsi oleh bioadsorben dan variabel kontrol konsentrasi logam Cu dan Ag dalam limbah cair sebelum diadsorbsi, jumlah sampel, waktu adsorbsi, pH dan suhu.

Penelitian dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu pembuatan arang aktif (adsorben) dari daun nanas (*Ananas comosus*), karakterisasi arang aktif dari daun nanas (*Ananas comosus*) dan penentuan daya adsorbsi terhadap ion logam Ag dan Cu dalam limbah cair industri perak di Kotagede. Pembuatan arang aktif dilakukan dengan menyangrai daun nanas (*Ananas comosus*) kering hingga terbentuk arang. Selanjutnya arang ini dihaluskan hingga kehalusan 50 mesh dan diaktivasi dengan larutan HCl 15% selama 24 jam. Selanjutnya arang aktif disaring dan dicuci dengan akuades hingga netral dan dioven pada suhu 110 °C selama 2 jam.

Tahap kedua adalah karakterisasi arang aktif yang meliputi kadar air, kadar abu dan daya serap terhadap I_2 . Untuk uji kadar air, sebanyak 1 gram arang aktif dioven pada suhu 100 °C selama 1 jam dan ditimbang dan dilakukan pengulangan sampai berat konstan. Pengujian kadar abu dilakukan dengan mengabukan 1 gram arang aktif di dalam *muffle furnace* selama 1 jam pada suhu 900 °C. Pengujian daya serap terhadap I_2 dilakukan dengan cara menimbang 0,5 gram arang aktif dan tambahkan 50 mL larutan iodium 0,1 N dan diaduk selama 15 menit (larutan 1). Selanjutnya, menyaring dan memipet 2mL filtrat, tambahkan 9 mL air suling dan titrasi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N.

Tahap ketiga, yaitu penentuan daya adsorbsi terhadap ion logam Ag dan Cu dalam limbah cair industri perak di Kotagede dilakukan dengan cara mencampurkan 100 mL limbah cair dengan variasi massa adsorben, yaitu 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 dan 2,5 gram lalu didiamkan selama 24 jam pada pH 2. Kadar Ag dan Cu diukur dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian tentang adsorbsi logam Ag dan Cu dari limbah cair industri perak di Kotagede, Yogyakarta menggunakan adsorben dari daun nanas (*Ananas comosus*) telah dilakukan. Pada tahap pertama dilakukan uji kualitatif terhadap sampel.

Sampel sebanyak 6 buah dari 6 titik pengambilan masing-masing dilakukan pengujian dengan penambahan HCl dan larutan KI. Uji coba tentang adanya ion logam Cu dan Ag memberikan hasil positif. Untuk memastikan adanya ion logam tersebut, sampel selanjutnya dicampur dan diperoleh pH campuran 5,2. Dari pengukuran dengan menggunakan AAS (*Atomic Absorbance Spectrofotometer*), diperoleh data kadar Cu 12,2145 ppm dan kadar Ag 0,5114 ppm.

Tahap selanjutnya adalah membuat arang aktif. Arang aktif dibuat dengan pirolisis pada suhu 600-900 °C. Pirolisis dilakukan dengan menyangrai di atas nyala api hingga terbentuk arang. Selanjutnya dihaluskan dan diayak dengan ayakan 50 mesh dan dilakukan aktivasi dengan HCl 15%. Penghalusan arang sampai kehalusan 50 mesh ini bertujuan untuk memperluas permukaan dari adsorben sehingga meningkatkan daya adsorbsinya. Arang aktif ini selanjutnya dicuci dengan akuades, sampai air cucian netral dan dikeringkan dalam oven suhu 100 °C selama 1 jam.

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil karakterisasi arang aktif seperti dalam Tabel 1.

Dari data tersebut, diperoleh bahwa kadar air dan kadar abu sudah sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh SNI No. 06-3730-1995, sedangkan daya serap terhadap I₂ masih di bawah standar SNI. Hal ini akan berakibat pada efektivitas penyerapan terhadap ion logam. Parameter daya serap terhadap I₂ ini belum mencapai nilai minimal yang dipersyaratkan disebabkan pada proses aktivasi arang aktif. Pada penelitian ini prosedur aktivasi diadopsi dari hasil penelitian lain. Untuk mendapatkan daya serap maksimal, dapat dilakukan *optimasi* prosedur aktivasi terlebih dahulu sehingga diperoleh parameter prosedur aktivasi arang aktif dari daun nanas (*Ananas comosus*).

Selanjutnya dilakukan perlakuan terhadap sampel. Dilakukan variasi penambahan arang aktif sebanyak 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 dan 2,5 gram per 100 mL limbah cair dengan waktu kontak 24 jam dan pH 2. Selanjutnya campuran disaring dan filtrat diukur dengan AAS kadar Cu dan Ag. Setelah pengukuran diperoleh data seperti dalam Tabel 2.

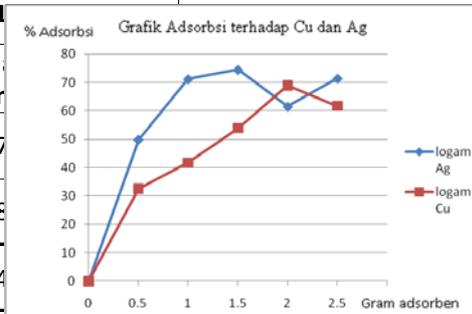
Tabel 1. Hasil karakterisasi arang aktif

No	Parameter	Satuan	SNI No. 06-3730-1995	Arang Aktif dari Daun Nanas
1.	Kadar air	%	Max 4,4	0,6
2.	Kadar abu	%	Max 10	3,2
3.	Daya serap terhadap I ₂	mg/g	Min 750	736,7

Pemanfaatan Daun Nanas (*ananas comosus*) sebagai Adsorben Logam Ag dan Cu pada Limbah Industri Perak di Kotagede Yogyakarta

Tabel 2. Kadar Cu dan Ag setelah adsorpsi

No	Kode Sampel	Adsorben (gram/100 mL)	Kadar Logam Cu (ppm)	% Adsorpsi	Kad. Ag (ppm)
1	A	0,5	22,729	0,17	
2	B	1,0	15,298	0,08	
3	C	1,5	13,234	0,04	
4	D	2,0	10,448	0,044	74,563
5	E	2,5	7,030	0,066	61,553
6	F	2,5	8,681	0,049	71,456



Grafik 1. Adsorpsi terhadap Ag dan Cu

adsorpsi dari adsorben ini dialurkan dalam grafik sebagai berikut.

Hasil tersebut menunjukkan, daya adsorpsi tertinggi Ag diperoleh pada jumlah adsorben 1,5 gram/100 mL limbah cair dengan nilai daya adsorpsi 74,563% dan kadar Ag setelah adsorpsi 0,044 ppm. Dari hasil adsorpsi ini sudah sesuai dengan ambang batas maksimal yang diijinkan yaitu 0,1 ppm, sehingga parameter Ag sudah layak. Untuk Cu, daya adsorpsi tertinggi pada jumlah adsorben 2,0 gram/100 mL limbah cair dengan daya adsorpsi 69,070% dan kadar Cu setelah adsorpsi 7,030 ppm.

PEMBAHASAN

Pembuatan Adsorben dari Daun Nanas

Arang aktif dibuat dengan pirolisis pada suhu 600-900 °C. Pirolisis dilakukan dengan menyangrai di atas nyala api hingga terbentuk arang. Selanjutnya dihaluskan dan diayak dengan ayakan 50 mesh dan dilakukan aktivasi dengan HCl 15%. Penghalusan arang sampai kehalusan 50 mesh ini dimaksudkan untuk memperluas permukaan dari adsorben sehingga meningkatkan daya adsorpsinya. Arang aktif ini selanjutnya dicuci dengan akuades sampai air cucian netral dan dikeringkan dalam oven suhu 100 °C selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan perlakuan terhadap sampel.

Karakterisasi Arang Aktif dari Daun Nanas

Karakterisasi arang aktif meliputi kadar air, kadar abu dan daya serap terhadap I_2 . Untuk uji kadar air, sebanyak 1 gram arang aktif dioven pada suhu 100 °C selama 1 jam dan ditimbang dan dilakukan pengulangan

sampai berat konstan. Pengujian kadar abu dilakukan dengan mengabukan 1 gram arang aktif di dalam *muffle furnace* selama 1 jam pada suhu 900 °C. Pengujian daya serap terhadap I_2 dilakukan dengan cara menimbang 0,5 gram arang aktif dan tambahkan 50 mL larutan iodium 0,1 N dan diaduk selama 15 menit (larutan 1). Menyaring dan memipet 2 mL filtrat, tambahkan 9 mL air suling dan titrasi dengan larutan $Na_2S_2O_3$ 0,1 N.

Dari tabel 1 diperoleh bahwa kadar air dan kada abu sudah sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh SNI No. 06-3730-1995, sedangkan daya serap terhadap I_2 masih di bawah standar SNI. Hal ini akan berakibat pada efektivitas penyerapan terhadap ion logam. Parameter daya serap terhadap I_2 ini belum mencapai nilai minimal yang dipersyaratkan. Ini disebabkan oleh proses aktivasi arang aktif. Pada penelitian ini prosedur aktivasi diadopsi dari hasil penelitian lain. Untuk mendapatkan daya serap maksimal, dapat dilakukan *optimasi* prosedur aktivasi terlebih dahulu sehingga diperoleh parameter prosedur aktivasi arang aktif dari daun nanas (*Ananas comosus*).

Penentuan Daya Adsorpsi terhadap Ion Logam Ag dan Cu

Penentuan daya adsorpsi terhadap ion logam Ag dan Cu dalam limbah cair industri perak di Kotagede dilakukan dengan cara mencampurkan 100 mL limbah cair dengan variasi massa adsorben, yaitu 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 dan 2,5 gram lalu didiamkan selama 24 jam pada pH 2. Kadar Ag dan Cu diukur dengan

menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

Dari tabel 2 diperoleh bahwa kandungan Cu dalam sampel limbah cair penyepuhan perak Kotagede adalah 22,729 ppm. Nilai ini jauh di atas ambang batas yang diijinkan. Kadar Ag dalam sampel limbah cair penyepuhan perak Kotagede adalah 0,172 ppm. Nilai ini juga melampaui ambang batas yang diijinkan. Selanjutnya setelah dilakukan perlakuan dengan adsorben arang aktif dari daun nanas (*Ananas comosus*) terjadi penurunan kadar cemaran Cu dan Ag secara signifikan.

Dari hasil adsorpsi belum sesuai dengan ambang batas maksimal yang diijinkan yaitu 0,5 ppm, sehingga dari parameter Cu belum layak. Hal ini disebabkan oleh proses aktivasi yang kurang sempurna sehingga pori-pori penjerap yang dimiliki oleh arang aktif dari daun nanas (*Ananas comosus*) belum membuka secara maksimal. Mekanisme adsorpsi oleh arang aktif adalah penjeraban molekul ion logam dalam pori-pori dari arang aktif sehingga dapat terpisah dari cairannya. Sehingga jika pori-pori adsorben ini belum terbuka secara sempurna, daya adsorpsinya juga akan berkurang. Pada penerapan di lapangan hal ini dapat diatasi dengan melakukan adsorpsi berulang hingga kadar Cu dalam limbah cair tidak melebihi ambang batas yang diijinkan.

SIMPULAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa karbon aktif dari daun Nanas (*Ananas comosus*) memiliki kadar air 0,6% , kadar abu 3,2% dan daya serap terhadap I_2 73,67%. Untuk logam Cu adsorpsi optimum diperoleh pada massa adsorben 2 gram/100 mL dengan daya adsorpsi 69,07% dan untuk logam Ag adsorpsi optimum diperoleh pada massa adsorben 1,5 gram/100 mL dengan daya adsorpsi 74,56%. Kenaikan massa adsorben memiliki kecenderungan meningkatkan daya adsorpsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andaka, Ganjar. 2008. "Penurunan Kadar Tembaga pada Limbah Cair Industri Kerajinan Perak dengan Presipitasi menggunakan Natrium Hidroksida". *Jurnal Teknologi*. Vol. 1, Nomor 2.
- Artati, E.K., dkk. 2009. "Pengaruh Konsentrasi Larutan Pemasak pada Proses Delignifikasi Eceng Gondok dengan Proses Organosolv". *Ekuilibrum*. Vol. 8, Nomor 1.
- Badan Standardisasi Nasional. 1995. *SNI No. 06-3730-1995*. Jakarta: BSN.
- Giyatmi, dkk. 2008. "Penurunan Kadar Cu,Cr dan Ag Dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede setelah Diadsorpsi dengan Tanah Liat dari Daerah Godean". *Jurnal Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*. ISSN 1978-0176.
- Handayani, Aries Wiwit. 2010. *Penggunaan Selulosa Daun Nanas sebagai Adsorben Logam Berat Cd(II)*. Surakarta: Skripsi UNS.

- Istiyono, Edi, dkk. 2008. *Pengelolaan Limbah Industri Penyepuhan Logam Perak (Elektroplating) di Lingkungan Pengrajin Perak Kecamatan Kotagede*. Yogyakarta: E-prints UNY.
- Salamah, Siti. 2008. *Pembuatan karbon Aktif dari Kulit Buah Mahonidengan Perendaman Larutan KOH*. Prosiding Seminar nasional Teknoin Bidang Teknik Kimia dan Tekstil.
- Sani. 2011. "Pembuatan Karbon Aktif dari Tanah Gambut". *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 5, Nomor 2.
- Tarmansyah, Umar. 2007. *Pemanfaatan Serat Rami untuk Pembuatan Selulosa*. Jakarta: Puslitbang Dephan.