

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI ADSORBEN BIJI TREMBESI TERHADAP PENURUNAN KADAR LOGAM KROMIUM (Cr) TOTAL PADA LIMBAH INDUSTRI SASIRANGAN

Gusti Indah Hayati*), Bunga Pertiwi, Yuli Ristianingsih
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

*E-mail: gustiindahhayati1994@gmail.com

Abstrak- Proses pembuatan kain sasirangan menghasilkan limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan dan pencelupan kain. Salah satu polutan yang terkandung pada limbah cair industri sasirangan adalah logam Cr. Reduksi logam Cr total limbah cair industri sasirangan dilakukan dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben dari biji Trembesi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi adsorben 1, 2, 3 dan 4% w/v terhadap proses reduksi logam Cr total industri sasirangan. Variasi konsentrasi adsorben yang digunakan sebesar 1 g/100 mL, 2 g/100 mL, 3 g/100 mL dan 4 g/100 mL limbah sasirangan dengan pengadukan selama 30 menit pada 100 rpm suhu 55°C dengan ukuran adsorben 250 mikron. Proses pirolisis berlangsung selama 5 jam dengan suhu operasi 450°C. Adsorben diaktifkan menggunakan HCl 0,1 N yang berlangsung selama 24 jam. Analisa yang dilakukan yaitu ICP (Inductively Coupled Plasma) untuk mengetahui kadar logam yang masih tersisa didalam limbah setelah dilakukannya proses adsorpsi. Semakin banyak jumlah adsorben yang ditambahkan maka penurunan konsentrasi logam Cr dalam air limbah semakin besar. Hasil penelitian diperoleh penurunan konsentrasi logam Cr maksimum sebesar 82,65%. Konsentrasi logam Cr mula-mula pada limbah cair kain sasirangan sebesar 2 ppm dan penurunan konsentrasi logam Cr maksimum pada penambahan adsorben 2 g sebesar 0,347 ppm.

Kata kunci: biji Trembesi, logam Cr, adsorpsi, adsorben, pirolisis.

Abstract- The production process of sasirangan fabric produced liquid waste from dyeing and coloring process. One of the pollutant that contained in liquid waste was chrom metal. Reduction of Cr metal from sasirangan industrial liquid waste used tamarind (trembesi) seeds as the adsorbent. The purpose of this research was to know the effect of adsorbent concentration 1; 2; 3 and 4 % w/v to reduction of Cr metal in sasirangan industry. Variation of adsorbent concentration that used 1 g/100 ml, 2 g/100 ml, 3 g/100 ml and 4 g/100 ml Sasirangan liquid waste by stirring for 30 minutes in 100 rpm at 55°C and the size of adsorbent was 250 micron. The pyrolysis process had setting at 450°C temperatures for 5 hours operation. Adsorbent was activated by HCl 0.1N for 24 hours. Chrom metal residu which contained in sasirangan waste was analyzed using ICP (inductively coupled plasma). This analysis aims to determine residual chrom metal concentration in sasirangan industries after adsorption process. The greater adsorbent was added at adsorption process, the less residual chrom metal concentration which contained in sasirangan waste. The results of this research showed that adsorbent can decrease Cr metal up to 80.65%. The initial concentration of Cr metal in sasirangan waste was 2 ppm and the decreasing of Cr metal maximum remaining was 0.347 ppm at 2 g adsorbent.

Keywords: Tamarind seeds, Cr metal, adsorption, adsorbent, pyrolysis.

PENDAHULUAN

Tanaman Trembesi (*Samanea saman*) atau terkenal dengan nama *rain tree* merupakan tanaman penghijauan yang biasa ditemui di trotoar jalan. Trembesi banyak tersebar di kepulauan Samoa, Daratan Mikronesia, Guam, Fiji, Papua Nugini, dan Indonesia, tanaman ini tergolong tanaman yang cepat tumbuh asal Amerika Tengah dan Amerika Selatan sebelah utara (Lubis et al. 2014).



Gambar 1. Biji Trembesi (Lubis et al. 2014)

Komposisi kimia dari biji trembesi dapat dilihat pada Tabel 1 berikut (Delgado et al. 2014) :

Tabel 1. Komposisi Kimia Biji Trembesi

Komposisi	Beltrán (2012), Eastern zone of Cuba	Tacón (1987), Latin America and the Caribbean
Bahan Kering	95,7	86,5
Ash	3,4	4,2
Protein Kasar	25,3	27,3
NDF	29,6	-
ADF	23,2	-
Lignin	5,4	-
Ekstrak Eter	-	0,6
Ca	0,4	0,1
P	0,1	0,3

Biji dari tanaman Trembesi pada penelitian ini digunakan sebagai karbon aktif untuk mengadsorpsi logam Cr pada limbah cair kain sasirangan. Pada prosesnya melalui 3 tahapan, yaitu proses dehidrasi, karbonisasi dan aktivasi. Proses dehidrasi adalah proses penghilangan air pada bahan baku, dimana bahan baku dipanaskan sampai temperatur 170°C. Proses karbonisasi adalah proses pembakaran bahan baku dengan menggunakan udara terbatas dengan temperatur udara antara 300-900°C sesuai dengan kekerasan bahan baku yang digunakan. Material padat yang tertinggal setelah proses karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan permukaan spesifik yang sempit. Proses aktivasi yang dibedakan menjadi 2, yaitu:

- a. Proses Aktivasi Fisika
Pada proses ini karbon dipanaskan dalam *furnace* pada temperatur 800-900 °C. Beberapa bahan baku lebih mudah untuk diaktifasi jika diklorinasi terlebih dahulu. Selanjutnya dikarbonisasi untuk menghilangkan hidrokarbon yang terklorinasi dan akhirnya diaktifasi dengan uap.
- b. Proses Aktivasi Kimia
Pada proses ini merujuk dengan penglibatan bahan-bahan kimia. Menurut Kirk dan Othmer (1940), bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pengaktif diantaranya CaCl₂, Ca(OH)₂, NaCl, MgCl₂, HNO₃, HCl, Ca₃(PO₄)₂, H₃PO₄, ZnCl₂, dan sebagainya.

(Ramdja et al. 2008)

Industri sasirangan merupakan salah satu industri tekstil yang terdapat di Kalimantan Selatan. Industri kain sasirangan di kota Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan seperti industri tekstil pada umumnya pembuatan kain sasirangan melibatkan proses pewarnaan dengan menggunakan pewarna sintetik misalnya *naphtol*, indigosol, reaktif yang dapat menghasilkan limbah cair pekat dalam jumlah yang cukup besar (Hardini et al. 2009). Limbah cair sasirangan yang dibuang bila tidak ditangani secara tepat dapat mengganggu

lingkungan sekitarnya. Salah satu polutan yang berpotensi mencemari lingkungan yaitu kromium (Cr). Berdasarkan penelitian Saputra dan Arsyad (2014) kandungan logam berat pada industri kain sasirangan di kota Banjarmasin sebesar Cr 0,6405 mg/L. Konsentrasi Cr tersebut melewati ambang baku mutu menurut peraturan Gubernur Kalsel No.4 Tahun 2007 dimana kandungan Cr total maksimum yang diizinkan adalah 0,1 mg/L. Konsentrasi Cr yang berlebih akan menimbulkan terganggunya biota perairan dan kesehatan manusia seperti iritasi kulit, anemia berat, kerusakan susunan saraf dan lain-lain yang dapat terjadi dalam waktu jangka panjang (Eddy 2010). Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh ukuran partikel adsorben 250 dan 500 mikron terhadap proses reduksi logam Cr total industri sasirangan serta mengetahui pengaruh konsentrasi adsorben 1, 2, 3 dan 4% w/v terhadap proses reduksi logam Cr total industri sasirangan.

METODE PENELITIAN

Alat yang digunakan adalah ICP (*Inductively Coupled Plasma*) pada panjang gelombang yang disesuaikan, SEM (*Scanning Electron Microscopy*), reaktor pirolisis, oven, *hot plate* dan neraca analitik. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biji Trembesi, HCl 0,1 N, limbah kain sasirangan, kertas saring dan akuades.

Variabel Tetap

Variabel tetap yang digunakan yaitu ukuran adsorben 250 mikron, volume limbah 100 mL, aktivator HCl 0,1 N, waktu aktivasi 60 menit, kecepatan pengadukan aktivasi 150 rpm, suhu aktivasi 55 °C dan larutan pencuci akuades.

Variabel Berubah

Variabel berubah yang digunakan adalah massa adsorben 10 mg/100 mL, 20 mg/100 mL, 30 mg/100 mL dan 40 mg/100 mL.

Proses Karbonisasi

Biji Trembesi dioven pada suhu 60°C selama 3 jam. Lalu dikarbonisasi pada suhu 450°C selama 5 jam dengan alat pirolisis.

Proses Aktivasi Biji Trembesi

Menggiling dan mengayak arang yang terbentuk hingga diperoleh ukuran partikel yang tertahan di ayakan 250 mikron. Merendam arang dengan aktivator HCl 0,1 N selama 60 menit 55°C dan 150 rpm lalu menyaringnya. Mengeringkan arang teraktivasi dalam oven dengan suhu 60°C hingga berat konstan, kemudian didinginkan dalam desikator.

Proses Adsorpsi

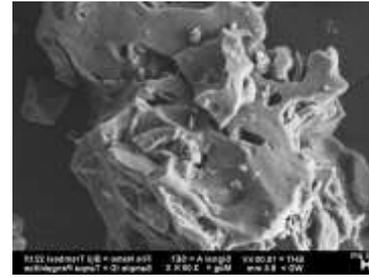
Mengambil sampel limbah kain sasirangan masing-masing sebanyak 100 mL, kemudian memasukkan ke dalam erlenmeyer dengan variasi konsentrasi adsorben sebesar 10 mg/100 mL, 20 mg/100 mL, 30 mg/100 mL dan 40 mg/100 mL. Mengatur *stirrer* pada kecepatan 100 rpm dan 55°C, mengaduknya selama 30 menit, kemudian menyaring dan membilasnya dengan akuades. Menganalisa filtrat yang diperoleh dengan menggunakan analisa ICP (*Inductively Coupled Plasma*) dengan panjang gelombang menyesuaikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adsorpsi merupakan proses pemisahan secara selektif terhadap suatu komponen atau zat pengotor dalam fluida yang mengkontakkan fluida tersebut dengan adsorben padatan (Surest et al. 2008). Biji trembesi digunakan sebagai adsorben dikarenakan mempunyai struktur yang keras, mempunyai kandungan lignin kecil sebesar 5,4% serta mempunyai kandungan bahan kering yang tinggi sekitar 95,7% (Delgado et al. 2014). Berdasarkan hasil analisa, kadar air biji trembesi sebesar 1,31%. Kandungan kadar air pada adsorben biji trembesi ini sudah sesuai dengan nilai SNI No. 06-3730-1995 yaitu di bawah 4,4%. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi antara lain luas permukaan adsorben, diameter partikel adsorben, konsentrasi awal adsorbat pada fasa cairan, kelarutan adsorbat, berat molekul adsorbat, temperatur, kecepatan pengadukan, pH dan waktu kontak (Surest et al. 2008).

Pada penelitian kali ini faktor yang akan dibahas adalah pengaruh perbedaan ukuran partikel dan konsentrasi adsorben dengan kondisi pH tetap sebesar 6,5 dan suhu tetap sebesar 55°C. Penelitian ini menggunakan aktivator HCl 0,1 N karena aktivator HCl banyak digunakan sebagai pengaktif adsorben (Imawati and Adhitiyawardana 2015). Penambahan aktivator HCl agar unsur-unsur non karbon (substansi pengotor) dapat terlepas dari por-pori adsorben sehingga dapat memperluas bidang penyerapan (Affandi and Hadisi 2011).

Analisis dan karakterisasi karbon aktif dilakukan menggunakan analisis SEM (*Scanning Electron Microscopy*) perbesaran 3000 kali untuk mengamati morfologi permukaan dan ukuran pori karbon aktif setelah dikarbonisasi dan diaktifkan. Gambar 2 dan 3 merupakan hasil analisis SEM pada biji trembesi sebelum karbonisasi, setelah karbonisasi dan setelah diaktifkan dengan larutan HCl 0,1 N:



Gambar 2. Arang Biji Trembesi Tanpa Pengaktifan



Gambar 3. Arang Biji Trembesi dengan Pengaktifan Larutan HCl 0,1 N

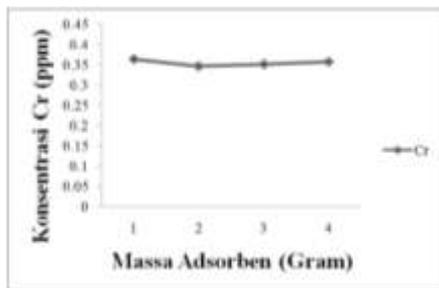
Dari kedua gambar dapat diamati bahwa ukuran pori bertambah besar dengan adanya perlakuan kepada biji trembesi. Semakin besar dan semakin banyak pori yang terbentuk di permukaan biji maka semakin baik karbon untuk dijadikan sebagai adsorben, selain itu permukaan adsorben lebih halus sehingga memudahkan kontak antara aktivator dan limbah terhadap adsorben.

Hubungan antara konsentrasi penurunan kadar logam Cr total dapat dilihat pada Tabel 2 Presentase penurunan kadar logam Cr total adalah 81,8%, 82,65%, 82,4% dan 82,05%.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Penurunan Konsentrasi Logam Cr Total Setelah Proses Adsorpsi Konsentrasi awal (Co) = 2 ppm

Konsentrasi (gram)	Logam Cr (ppm)	Persentase Penurunan Konsentrasi (%)
1	0,364	81,8%
2	0,347	82,65%
3	0,352	82,4%
4	0,359	82,05%

Gambar 4 berikut menunjukkan penurunan kadar logam didalam limbah cair sasirangan seiring dengan penambahan massa adsorben:



Gambar 4. Hubungan antara Konsentrasi Logam Cr Terhadap Massa Adsorben pada Ukuran 250 Mikron

Menurut (Alfiany et al. 2013) semakin banyak jumlah adsorben yang ditambahkan, maka penyerapannya terhadap logam semakin besar. Hal tersebut mengakibatkan nilai adsorpsi terhadap ion logam semakin tinggi dan sebanding dengan bertambahnya jumlah dan luas permukaan adsorben. Tapi pada hasil yang ditunjukkan pada Gambar 4 tidak demikian, menurut Djufri (2009) hal tersebut dikarenakan permukaan adsorben telah berada dalam keadaan jenuh oleh ion-ion logam dimana pusat aktif telah jenuh maka peningkatan berat adsorben relatif tidak meningkatkan penyerapan ion logam oleh adsorben.

Saat keadaan jenuh, terjadi proses desorpsi yang merupakan kebalikan dari proses adsorpsi yaitu proses pelepasan kembali komponen atau zat pengotor yang telah berikatan dengan sisi aktif di permukaan adsorben (Pakiding 2014). Menurut (Diantariani et al. 2008) desorpsi terjadi karena ketidakstabilan ikatan antara ion logam dengan adsorben sehingga logam dapat terlepas kembali dari permukaan adsorben. Adsorpsi bersifat *reversible* dimana reaksinya dapat berbalik, sehingga saat ion logam telah terjerap di permukaan adsorben akan terjadi keadaan jenuh dimana ion logam dapat lepas dari permukaan adsorben sebagai kesetimbangan kearah kiri (Susiantini 2012).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah semakin banyak jumlah adsorben yang ditambahkan maka penurunan konsentrasi logam Cr dalam air limbah semakin besar. Konsentrasi logam Cr sisa dalam air limbah dihasilkan pada penambahan adsorben 2 g yaitu masing-masing sebesar 0,347 ppm dengan presentase penurunan 82,65%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Operasi Teknik Kimia, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat atas fasilitas dan sarana

dalam pelaksanaan penelitian ini dan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi atas dana hibah PKMP.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, F., and H. Hadisi. 2011. Pengaruh Metode Aktivasi Zeolit Alam sebagai Bahan Penurun Temperatur Campuran Berasपाल Hangat. *Pusat Litbang Jalan dan Jembatan*.
- Alfiany, H., S. Bahri, and Nurakhirawati. 2013. Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science 2* (3):75-86.
- Delgado, D. C., R. Hera, J. Cairo, and Y. Orta. 2014. *Cuban Journal of Agricultural Science* 48.
- Diantariani, N. P., I. W. Sudiarta, and N. K. Elantiani. 2008. Proses Biosorpsi Dan Desorpsi Ion Cr(VI) Pada Biosorben Rumput Laut *Euclima Spinosum*. *Jurnal Kimia 2* (2):45-52.
- Eddy, S. 2010. Jurnal Pemanfaatan Teknik Fitoremediasi pada Lingkungan Tercemar Timbal (Pb).
- Hardini, R., I. Risnawati, A. Fauzi, and N. Komari. 2009. Pemanfaatan Rumput Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) sebagai Biosorben Cr (IV) pada Limbah Industri Sasirangan dengan Metode Teh Celup. *Sains dan Terapan Kimia 2* (1):57-73.
- Imawati, J., and Adhitiyawarman. 2015. Kapasitas Adsorpsi Maksimum Ion Pb(Ii) Oleh Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi Hcl Dan H₃PO₄. *JKK 42* (2):50-61.
- Lubis, Y. A., M. Riniarti, and A. Bintoro. 2014. Pengaruh Lama Waktu Perendaman Dengan Air Terhadap Daya Berkecambah Trembesi (Samanea saman). *Jurnal Sylva Lestari 2* (2):25-32.
- Ramdja, A. F., M. Halim, and J. Handi. 2008. Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Kelapa (*Cocos nucifera*). *Jurnal Teknik Kimia 15*.
- Saputra, F., and M. Arsyad. 2014. Pengambilan Logam Pb²⁺ dan Cd²⁺ dari Limbah Cair Kain Sasirangan secara Elektrokoagulasi dengan Elektroda Aluminium.
- Surest, A. H., J. A. F. Kasih, and A. Wisanti. 2008. Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator Dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri. *Jurnal Teknik Kimia 2* (15).
- Susiantini, E. 2012. Adsorpsi Zr(So₄)₃ -2 Dalam Resin Penukar Anion (Dowex-1x8) Pada Kromatografi Anular