

## SABUT KELAPA SEBAGAI PENYERAP Cr (VI) DALAM AIR LIMBAH

Oleh : Shinta Dewi dan Indah Nurhayati

### Abstrak :

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kemampuan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) sebagai penyerap krom heksavalen (Cr(VI)). Penyerapan Cr (VI) pada penelitian ini menggunakan sabut kelapa yang diaktivasi dengan larutan NaOH 1 N dan larutan HNO<sub>3</sub> 1 N. Penyerapan dilakukan dengan dua sistem, yaitu sistem batch dan sistem kontinyu. Penyerapan sistem batch dilakukan pada tahap pra penelitian untuk menentukan persamaan adsorpsi Freundlich dan Langmuir. Penyerapan sistem kontinyu dilakukan pada kolom adsorpsi dengan variabel debit sampel dan waktu operasi. Penyerapan secara batch dilakukan dengan waktu kontak 90 menit dan variasi massa sabut kelapa 1, 3, 6, 12 dan 24 gram dengan kadar Cr (VI) awal 9,54 mg/l. Daya serap optimal diperoleh pada variasi massa sabut kelapa 12 gram dan 24 gram yaitu 99,62 % dan 99,79 %. Persamaan Freundlich yang didapat mempunyai korelasi ( $R^2$ ) 0,9644 dan korelasi persamaan Langmuir yang didapat ( $R^2$ ) 0,9601. Penyerapan secara kontinyu dilakukan dengan mengalirkan sampel pada kolom dengan debit sampel Q<sub>1</sub> 17 ml/menit dan Q<sub>2</sub> 35 ml/menit. Sampel diambil pada waktu operasi 5, 10, 20, 30 dan 40 menit dengan kadar sampel Cr (VI) awal 48,45 mg/l. Hasil penyerapan dianalisis dan diperoleh efisiensi daya serap Cr (VI) pada waktu operasi 5 menit pada debit Q<sub>1</sub> dan Q<sub>2</sub> sudah mencapai 99,98% dan kadar Cr(VI) akhir sudah memenuhi baku mutu limbah cair industri pelapisan logam menurut Kep.Gub. No.45 Tahun 2002. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penyerapan Cr (VI) menggunakan sabut kelapa tidak dipengaruhi oleh besarnya debit dan waktu operasi.

**Kata Kunci :** Adsorpsi, Limbah Cr (Vi), Sabut Kelapa

### PENDAHULUAN

Krom merupakan logam yang memiliki toksisitas tinggi dan bersifat karsinogenik (Shankera et all, 2005). Logam krom secara umum dijumpai dalam bentuk oksida krom trivalen (Cr III) dan krom heksavalen (Cr VI). Cr(VI) merupakan oksidator yang sangat kuat, bersifat kurang stabil, serta mudah membentuk kompleks sehingga lebih berbahaya jika dibandingkan dengan Cr(III). Cr(VI) banyak terkandung di dalam limbah cair industri pelapisan logam, galvanis, tekstil, cat dan penyamakan kulit. Dampak pencemaran Cr(VI) terhadap lingkungan adalah mudah terserap oleh tanaman budidaya karena terakumulasi pada tanah dan juga dapat terakumulasi pada ikan. Konsumsi tanaman dan ikan yang mengandung kadar Cr(VI) tinggi dapat menyebabkan dampak kesehatan bagi manusia, yaitu gagal fungsi ginjal, hati dan usus yang dapat berakibat kematian (Bapedal Prop. Jatim, 2007).

Pencemaran yang semakin parah mendorong dilakukannya penelitian tentang bermacam-macam biomaterial sebagai adsorben logam. Pemanfaatan biomaterial yang relatif murah dan pemilihan teknologi operasional yang tidak terlalu sulit dapat

diterapkan oleh industri skala kecil menengah dalam mengatasi limbah cair yang mengandung Cr(VI). Beberapa bahan alam seperti kulit kacang, kitosan, sekam padi, arang eceng gondok dan sabut kelapa sawit dapat digunakan sebagai biomaterial untuk menyerap logam Cr(VI). Sabut kelapa sawit yang mengandung 20% lignin, 40% selulosa dan 29% hemiselulosa (Munaf,dkk 1999) telah diteliti dapat menyerap Cr (VI) dengan efisiensi mencapai 89% pada larutan adsorbat dengan pH 2 (Munaf dkk, 1999). Penyerapan Cr(VI) terjadi karena struktur kimia selulosa dan hemiselulosa mengandung gugus -OH yang mempunyai pasangan elektron bebas dan membentuk kompleks koordinasi dengan ion logam (Yantri, 1998). Kendala yang dialami adalah sabut kelapa sawit tidak tersedia secara umum di seluruh wilayah Indonesia terutama di Jawa Timur. Pembudidayaan kelapa sawit di daerah Jawa Timur hanya ada di Blitar dengan produksi buah yang kurang melimpah bila dibandingkan dengan kelapa (*Cocos nucifera*).

\*\*) Mahasiswa Teknik Lingkungan

\*) Dosen Teknik Lingkungan  
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Hal inilah yang mendorong peneliti mencoba memanfaatkan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) yang melimpah di seluruh wilayah pesisir untuk menyerap Cr(VI). Sabut kelapa mengandung sebanyak 16,8% hemiselulosa, 68,9% selulosa dan 32,1% lignin (Asasutjarit, et al. 2007).

Penelitian - penelitian yang telah dilakukan merupakan langkah awal dalam pencegahan pencemaran lingkungan. Hasil penelitian dapat menjadi literatur pendukung dalam pengaplikasian pengolahan limbah cair industri yang mengandung logam Cr(VI). Salah satu industri penghasil limbah cair yang mengandung Cr (VI) adalah industri pelapisan logam. Industri pelapisan logam skala kecil dan menengah yang semakin berkembang seperti yang ada di daerah sentra industri logam Waru Sidoarjo, mengakibatkan penurunan kualitas badan air yang ada di daerah tersebut. Hal ini terjadi karena tidak adanya pengolahan limbah cair yang dihasilkan dan limbah langsung dibuang ke badan air. Penelitian tentang Sabut Kelapa Sebagai Penyerap Cr(VI) dalam Air Limbah penting dilakukan sebagai upaya alternatif meminimasi pencemaran perairan oleh Cr(VI) yang terkandung dalam limbah cair industri pelapisan logam.

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini meliputi empat tahapan prosedur yaitu ; tahap preparasi sabut kelapa, analisis Cr(VI) awal, tahap pra penelitian sistem batch dan proses adsorpsi pada kolom adsorpsi.

Bahan yang digunakan antara lain ; sabut kelapa, larutan HNO<sub>3</sub> 0,1 N, larutan NaOH 0,1 N, kristal K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> dan air suling. Alat yang digunakan adalah timbangan analitik, gelas kimia, gelas ukur, pH universal, kertas saring, dan Spektrofotometer UV-Vis.

Tahapan prosedur yang dilakukan yaitu :

### a. Tahapan Preparasi Sabut Kelapa

Tahapan preparasi sabut kelapa yang dilakukan adalah:

1. Sabut kelapa dicuci dengan air suling, kemudian dianginkan pada suhu kamar selama satu minggu.
2. Sabut kelapa dipotong kecil - kecil, kemudian dipanaskan dengan air suling sampai mendidih selama 2 jam.

3. Air sisa pemanasan dibuang dan sabut kelapa direndam dengan larutan NaOH 1 M selama 3 jam.
4. Kemudian sabut kelapa dibilas berulang – ulang dengan air suling dan direndam dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1 M hingga pH netral.
5. Sabut kelapa dibilas dengan air suling dan dianginkan pada suhu kamar selama satu minggu.

### b. Analisis Kadar Cr(VI) Awal

Analisis kadar Cr(VI) awal dilakukan dengan menggunakan metode pengujian SNI 19-1132-1989 menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm.

### c. Tahap pra penelitian sistem batch

Tahap pra penelitian dilakukan secara *batch* untuk mengetahui model adsorpsi pada penelitian ini. Langkah – langkah penyerapan Cr(VI) sistim *batch* mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh Munaf, dkk (1999) :

- 1) Sabut kelapa yang telah dipreparasi ditimbang sebanyak 1, 3, 6, 12 dan 24 gram, kemudian ditempatkan dalam gelas kimia 250 ml.
- 2) Dibuat sampel yang mengandung Cr(VI) dengan konsentrasi 10 mg/l sebanyak 125 ml untuk masing – masing gelas kimia. Sampel dikondisikan pada pH 2 dengan larutan HNO<sub>3</sub> 1 M.
- 3) Sampel dimasukkan ke dalam masing – masing gelas kimia yang berisi sabut kelapa, kemudian diaduk dan dibiarkan selama 90 menit.
- 4) Setelah 90 menit, larutan sampel disaring kemudian dinetralkan dengan menggunakan larutan NaOH 1 M. Sampel ditakar sampai 100 ml.
- 5) Sampel awal dan sampel yang diperoleh dari tahapan nomer 1) sampai 5) diatas dianalisis kadar Cr(VI) dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm, menggunakan metode pengujian SNI 19-1132-1989.
- 6) Data yang diperoleh digunakan untuk menghitung konstanta Langmuir dan Freundlich.

**d. Tahap Proses Adsorpsi**

Sistem operasional kolom adsorpsi dilakukan secara kontinyu dengan aliran *upflow*. Preparasi sampel dan langkah operasional kolom adsorpsi dilakukan dengan tahap berikut :

1. Sampel disaring dengan kertas saring Whatman GF/C.
2. Sampel yang sudah disaring dikondisikan pada pH 2 dengan penambahan HNO<sub>3</sub> 1 M, kemudian dianalisis kadar Cr(VI) dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm, menggunakan metode SNI 19-1132-1989.
3. Sabut kelapa yang telah dipreparasi dimasukkan ke dalam kolom adsorpsi dengan berat media yang sudah dihitung.
4. Kolom adsorpsi dialiri dengan air suling terlebih dahulu untuk membasahi media penyerap.
5. Sampel dengan kadar Cr(VI) ± 50 mg/L dimasukkan ke dalam bak penampung sampel.
6. Tinggi bak sampel diatur sehingga menghasilkan debit sampel Q<sub>1</sub> atau Q<sub>2</sub>. Pengaturan debit dilakukan dengan mengatur elevasi bak penampung sampel dan jarak antara bak penampung sampel dengan kolom. Pada debit sampel Q<sub>1</sub>, elevasi bak sampel adalah 1 meter dan jarak antara kolom adsorpsi dengan bak sampel adalah 30 cm. Pada debit Q<sub>2</sub>, elevasi bak sampel adalah 1 meter dengan jarak antara kolom adsorpsi dengan bak sampel adalah 50 cm.
7. Sampel dialirkan pada bak pengatur debit kemudian dialirkan masuk ke dalam kolom adsorpsi dengan debit Q<sub>1</sub> atau Q<sub>2</sub> secara *upflow*.
8. Air yang keluar dari output kolom pada waktu operasi 5, 10, 20, 30 dan 40 ditampung, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman GF/C.

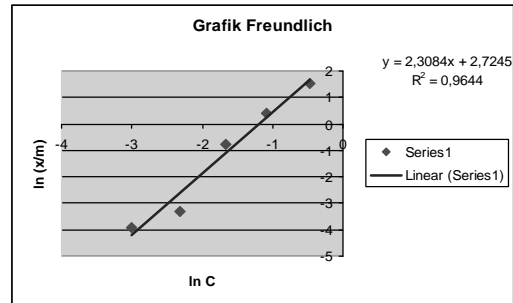
**HASIL PENELITIAN**

**1. Tahapan Pra Penelitian**

Tahapan pra penelitian dilakukan untuk menentukan persamaan adsorpsi Freundlich dan Langmuir pada penyerapan Cr (VI) dengan sabut kelapa. Penyerapan

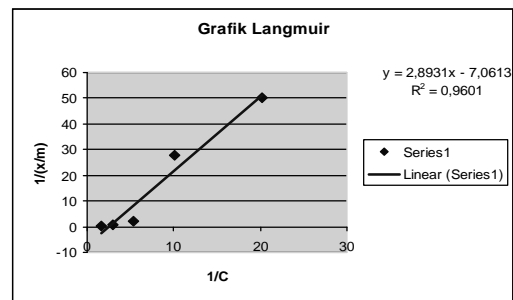
dilakukan secara *batch* dengan variasi massa sabut 1, 3, 6, 12 dan 24 gram.

Untuk mencari konstanta Freundlich, dibuat grafik dari plot data  $\ln(x/m)$  dan  $\ln C$  seperti pada gambar grafik 1.



Gambar1. Grafik Persamaan Freundlich

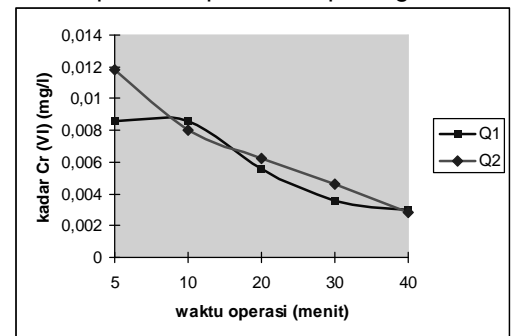
Konstanta Langmuir diperoleh dengan plot data  $1/(x/m)$  dan  $1/C$  seperti grafik pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Persamaan Langmuir

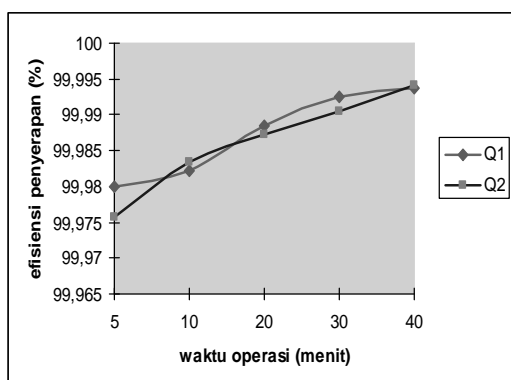
**2. Tahap Penyerapan Cr (VI) Sistem Kontinyu Menggunakan Kolom Adsorpsi**

Daya serap sabut kelapa dikaji dari hubungan antara kadar Cr(VI) akhirdengan waktu operasi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Daya Serap Sabut Kelapa, Terhadap Penurunan Kadar Cr (VI) Pada Sistem Kontinyu

Hubungan antara efisiensi penyerapan dengan waktu operasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Efisiensi Penyerapan Cr (VI) Pada Sistem Kontinyu

## SIMPULAN

Pada penelitian yang telah dilakukan mengenai " Sabut Kelapa Sebagai Penyerap Cr (VI) Dalam Air

Limbah ", ada beberapa hal yang dapat disimpulkan, yaitu :

1. Korelasi persamaan Freundlich yang didapat adalah ( $R^2$ ) 0,9644. Sedangkan korelasi persamaan Langmuir yang didapat adalah ( $R^2$ ) 0,9601. Korelasi antara dua persamaan tersebut hampir sama sehingga model persamaan adsorpsi dalam penelitian ini tidak dapat disimpulkan.
2. Sabut kelapa dapat menyerap Cr (VI) dengan efisiensi daya serap 99,98 % hanya dengan waktu operasi 5 menit pada debit sampel 17 ml/menit maupun 34 ml/menit. Kadar Cr (VI) akhir telah memenuhi baku mutu Kep. Gub. No. 45 Tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair Untuk Kegiatan Industri Elektroplating (pelapisan logam).
3. Waktu operasi kolom tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penyerapan kadar Cr (VI).
4. Debit sampel tidak berpengaruh secara signifikan terhadap penyerapan kadar Cr (VI)

## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Sarmidi. 2009. COCOPRENEURSHIP – Aneka Peluang Bisnis dari Kelapa. Lily Publisher, Yogyakarta.
- Anonymous, 2003. Cocos nucifera, Coconut. <http://www.GeoChemBio.com> (diunduh pada tanggal 07 April 2011)
- Anonymous, 2010. Hexavalent chromium. <http://www.wikipedia.com> (diunduh pada tanggal 13 Desember 2010)
- Anonymous, 2010. Kelapa. <http://www.wikipedia.com> (diunduh pada tanggal 12 Desember 2010)
- Bapedal Propinsi Jawa Timur, 2002. Keputusan Gubernur No. 45 tahun 2002 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Industri / Kegiatan Usaha Lainnya di Jawa Timur, Surabaya.
- Bapedal Propinsi Jawa Timur, 2007. Pedoman Pemantauan Terpadu Kualitas Air Sungai di Jawa Timur, Surabaya.
- Kementerian Lingkungan Hidup RI. 2003. Pengelolaan Limbah Usaha Kecil. [http://www.menlh.go.id/usaha\\_kecil/](http://www.menlh.go.id/usaha_kecil/) (diunduh pada tanggal 03 Desember 2010)
- M. Aliabadi, K. Morshedzadeh and H. Suheli. 2006. Removal of Hexavalent Chromium from Aqueous Solution by Lignocellulosic Solid Waste. International Journal of Environment Science and Technology vol.3, Num.3, 2006, PP.321-325
- Menteri Negara Riset dan Teknologi, 2001. Teknologi Tepat Guna tentang Pengolahan Pangan. <http://www.ristek.go.id> (diunduh pada tanggal 13 Desember 2010)
- Munaf, Edison dkk. 1999. Pemanfaatan Sabut Kelapa Sawit Untuk Menyerap Ion Logam Kadmium Dan Krom Dalam Air Limbah. Jurnal kimia Andalas, Vol 5 No. 1.

Potter, Clifton et all. 1994. Limbah Cair Berbagai Industri di Indonesia ( Sumber, Pengendalian dan Baku Mutu). Project of the Ministry of state for the Enviroment, Republic of Indonesia and Dalhousie University, Canada, hal. 41 – 45

Reynolds, T.D and Richards P.A. 1996. Unit Operation and Processes in Enviromental Engineering (second edition,) Texas A&M University, Brooks/Cole Engineering Division, Monterey, California, USA,. PWS Publising Company, Boston.

Slamet Agus dan Masduqi Ali. 2000. Modul Ajar Satuan Proses. FTSP Teknik Lingkungan ITS, Surabaya

Subiyanto, Bambang et all. 2003. Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong dari Industri Pengolahan Kelapa Sawit untuk Papan Partikel dengan Perekat Fenol Formaldehida. UPT Balai Litbang Biomaterial – LIPI.

Sugito. 2008. Buku Ajar Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Buangan. FTSP Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya, hal. II-1..