

## **Pemanfaatan Tanah Lempung Untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Pb Dan Cr Dari Limbah Cair Industri Percetakan Koran**

**Regina Giantika<sup>1)</sup>, Shinta Elystia<sup>2)</sup>, Zultiniar<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan, <sup>2)</sup>Dosen Teknik Lingkungan dan Teknik Kimia

Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

E-mail: regina.giantika@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Characteristic of newspaper printing industry waste water has never been tested before, because there is still no waste water monitoring in an integrated way. This research utilizing clay to reduce heavy metal content of Cr contained in the waste water of newspaper printing industry. Preliminary analysis for Cr in waste water showed concentrations of these parameters exceed waste water quality standards of PERMENLH/5/2014. This study uses an ion exchange column with 5 cm diameter and 80 cm of height. The medium used is liquid waste newspaper printing and activated clay with a solution of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 M. The variation used is the calcination temperature is 200, 300, 400, and 500°C and flow rate used is 2,7; 4; dan 5,3 ml/dt. The initial concentration Cr<sup>6+</sup> ion is 0.838 mg/L. After processing the decline occurred in the ion concentration Cr<sup>6+</sup> in every variation that is 0.334 to 0.582 mg/L. These results indicate that ion exchange method using activated clays are capable of removing concentration Cr<sup>6+</sup> ion on wastewater printing. Overall, the variety used in this study to give effect to decreased levels of chromium and Lead in wastewater printing, also evidenced in Cr<sup>6+</sup> ion removal efficiency ranged between 60.2% - 30.6%. KTK value of the clay is greater than the value of KA clay. Proving that the clays have a greater ability as compared to the ion exchange resin as an adsorbent.*

*Keywords: printing waste water, ion exchange, activated clay, temperature calcination and flow rate, KTK and KA.*

### **PENDAHULUAN**

Limbah cair percetakan koran selama ini tidak diberi perhatian khusus, karena dianggap limbah yang dihasilkan sedikit. Meskipun dalam jumlah yang sedikit, limbah industri

percetakan koran memiliki potensi untuk mencemari lingkungan air dan tanah dengan cara melepaskan nitrat dan logam – logam berat. Limbah cair industri percetakan koran mengandung logam berat seperti Timbal (Pb), Krom (Cr), Cobalt (Co), Mangan (Mn),

Tembaga (Cu) dan Timah (Sn) (Setiyono, 2002). Logam berat ini menjadi bahan pencemar berbahaya karena sifatnya yang tidak dapat didegradasi, sehingga dapat terakumulasi di lingkungan perairan.

Konsentrasi logam Cr dalam limbah cair industri percetakan koran di Pekanbaru melewati baku mutu air limbah yaitu PERMENLH/5/2014. Sehingga perlu dilakukannya pengolahan agar konsentrasi logam Cr tidak mencemari lingkungan. Pengolahan yang dilakukan dengan metode penukar ion, menggunakan resin alami yaitu tanah lempung. Aktivasi adsorben, dalam penelitian Fatimah (2000), menggunakan zeolit alam untuk meningkatkan kemampuannya sebagai adsorben alami. Variasi metode aktivasi yang diteliti adalah dengan cara refluks menggunakan HCl, refluks menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan pengadukan di dalam NaOH. Hasil pengujian menunjukkan nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) terbaik dihasilkan oleh

zeolit alam yang diaktifasi dengan cara direfluks menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Oleh karena itu akan dilakukan penelitian metode penukar ion menggunakan tanah lempung yang diaktivasi dengan cara direfluks menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Penukar ion adalah bahan padat, yang mengandung bagian aktif dengan ion – ion yang dapat dipertukarkan. Pertukaran ion dengan menggunakan tanah lempung sangat efisien dalam menurunkan kadar logam berat didalam limbah cair dan merupakan bahan yang ekonomis karena tanah lempung tersedia di alam sehingga mudah didapat (Sunardi, 2011).

Lempung adalah mineral lokal yang secara ekonomis dapat digunakan sebagai penukar ion logam dalam limbah cair. Mineral lempung terdiri dari silika dan alumina yang tersusun berlapis-lapis membentuk suatu struktur. Pembentukan kerangka struktur molekuler dari penggabungan molekul – molekul tetrahedral membentuk celah dan saluran yang teratur sehingga menyebabkan adanya

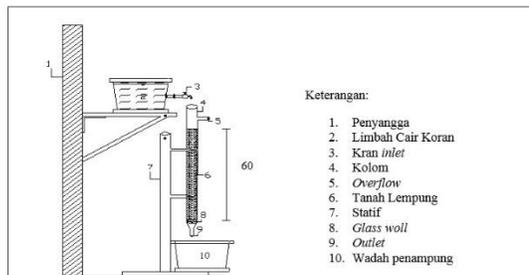
struktur berpori. Celah dan saluran dalam struktur yang terjadi memungkinkan suatu molekul yang mungkin melewatinya dapat terperangkap di dalamnya. Struktur dan sifat ini yang menjadikan mineral lempung dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap logam berbahaya, penyaring molekul dan sebagai penukar ion (Sunardi, 2011). Lempung Kulim yang digunakan dalam penelitian ini merupakan lempung jenis monmorilonit, sesuai hasil penelitian Kurniati (2014), sehingga diperkirakan dapat digunakan sebagai penukar ion yang efisien, terlebih setelah dilakukan pengaktifan fisika maupun pengaktifan kimia.

Penelitian menggunakan tanah lempung untuk mereduksi konsentrasi Ca dan Pb dengan menggunakan metode pertukaran ion. telah dilakukan oleh Kurniati (2014). Variasi yang digunakan yaitu ukuran tanah lempung -3+5, -5+10, dan -10+15 *mesh* serta waktu detensi 60 menit, 120 menit, dan 180 menit. Hasil yang didapat yaitu Efisiensi penurunan kadar logam paling

tinggi yaitu pada variasi waktu detensi 180 menit dan ukuran tanah lempung -10+15 *mesh* dengan penurunan Pb 93,52% dan Ca 93,12%. Selanjutnya penelitian yang akan dilakukan adalah memanfaatkan tanah lempung teraktivasi untuk mereduksi konsentrasi logam Cr dalam limbah cair percetakan koran. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi suhu kalsinasi yaitu 200, 300, 400, dan 500 °C dan variasi laju alir yang dipilih berdasarkan kriteria desain kolom penukar ion dari Reynold (1996), yaitu 2, 3, dan 4 gpm/ft<sup>2</sup> (2,7; 4; dan 5,3 ml/dt). Dengan variasi suhu kalsinasi diharapkan akan didapat efisiensi penyisihan yang optimum karena semakin tinggi suhu kalsinasi akan menyebabkan semakin besarnya pori lempung sehingga penyerapan yang terjadi lebih maksimal. Begitu pula dengan laju alir, semakin kecil laju alir maka kontak limbah cair dengan tanah lempung akan semakin lama sehingga proses pertukaran ion yang terjadi didalam kolom penukar ion akan lebih maksimal.

Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung efisiensi penurunan konsentrasi logam Cr dan mempelajari pengaruh laju alir umpan dan suhu kalsinasi terhadap efisiensi serta menentukan nilai kapasitas tukar kation (KTK) dan nilai kapasitas adsorpsi (KA) dari tanah lempung.

## METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Rangkaian Alat Proses Pertukaran Ion

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: limbah cair industri percetakan koran, tanah lempung kulim, *aquadest*,  $H_2SO_4$  2 M, etilendiamina,  $CuSO_4$ , dan  $HNO_3$  pekat.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: sebuah kolom penukar ion yang terbuat dari PVC berdiameter 2 inci dengan tinggi 80 cm sebagai kolom penukar ion, jirigen 30 liter sebagai wadah sampel air limbah,

*sentrifuse*, oven, *furnace*, *reactor* leher tiga, kondensor, pendingin, batang pengaduk, *thermometer*, buret, labu ukur, *hot plate*, *magnetic stirrer*, timbangan, pipet tetes, ayakan tanah ukuran 10 *Mesh* dan 15 *Mesh*, spektrofotometer UV-Vis, dan *Atomic Absorption Spektrofotometer* (AAS).

## AKTIVASI TANAH LEMPUNG

Tanah lempung kulim diambil dengan cara digerus, selanjutnya tanah lempung dicuci dengan *aquadest* dan dipanaskan pada suhu  $105^\circ C$  selama 24 jam, setelah itu tanah lempung di rendam dengan larutan aktivasi  $H_2SO_4$  2 M kemudian di refluks pada suhu  $60^\circ C$  selama 4 jam. Tahap selanjutnya tanah lempung dibilas dengan *aquadest* kemudian di *furnace* pada suhu 200, 300, 400, dan  $500^\circ C$  selama 3 jam, setelah kering di ayak hingga mendapatkan ukuran  $-10+15\ mesh$ .

## PERCOBAAN UTAMA

a. Tanah lempung dipanaskan pada suhu  $105^\circ C$  selama 24 jam lalu direndam dalam larutan aktivasi  $H_2SO_4$  konsentrasi 2 M, kemudian

- larutan di refluks pada suhu 60°C selama 4 jam dan diaduk secara konstan dengan batang pengaduk. Setelah itu tanah lempung dicuci dengan *aquadest* sampai pH netral. Kemudian tanah lempung dipanaskan di dalam furnace pada suhu 200, 300, 400, dan 500 °C selama 3 jam. Setelah kering tanah lempung diayak menggunakan ayakan ukuran -10+15 *mesh*. Lalu tanah lempung dimasukkan ke dalam kolom penukar ion.
- b. Air limbah dialirkan ke dalam kolom penukar ion dengan membuka katup pada inlet, sementara katup outlet juga terbuka.
  - c. Tampung air di dalam wadah.
  - d. Kemudian limbah cair industri percetakan koran di uji kandungan Cr dengan menggunakan metode yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia.
  - e. Selanjutnya dilakukan uji Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Kapasitas Adsorpsi (KA) pada tanah lempung.
  - f. Hasil analisa akhir untuk menentukan efisiensi penyisihan logam krom (Cr). Perhitungan persentase penyisihan dengan rumus sebagai berikut:
 
$$Efisiensi (\%) = \frac{C_{in} - C_{ef}}{C_{in}} \times 100\%$$
 Keterangan:  
 $C_{in}$  = Konsentrasi *Influent* Krom (Cr) (mg/l).  
 $C_{ef}$  = Konsentrasi *Effluent* Krom (Cr) (mg/l).
  - g. Menghitung nilai KTK dengan cara (Kurniawan, 2008):
    1. Mencampurkan 0,1 gram tanah lempung dengan 8 mL larutan kompleks 0,01 M  $[Cu[(en)_2]^{2+}$ , mengencerkan campuran tersebut dengan menambahkan 17 mL air.
    2. Campuran tersebut distirer selama 30 menit dan disentrifugasi selama 10 menit.
    3. Sebanyak 3 mL dari supernatannya dipindahkan ke kuvet dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang  $\lambda = 546$  nm dengan spektrofotometer UV-Vis.

KTK =  $[Cu(en)_2]^{2+}$  total (mmol muatan/gram) -  $[Cu(en)_2]^{2+}$  tak terserap (mmol muatan/gram)

h. Menghitung nilai KA dengan rumus sebagai berikut:

$$qt = \frac{(Co - Ct)x V}{m}$$

Qt : Kapasitas adsorpsi dalam waktu t (mg *adsorbate*/g *adsorbent*)

Co : Konsentrasi logam (mg/L)

Ct : Konsentrasi residual setelah adsorpsi (mg/L)

V : Volum sampel (L)

M : Massa *adsorbent* (gr)

Data yang telah diolah kemudian dianalisa dan dibandingkan dengan PERMENLH/5/2014 tentang baku mutu air limbah. Kemudian dibahas secara detail kinerja kolom penukar ion akibat variasi suhu kalsinasi dan laju alirnya, sehingga dapat diketahui faktor pengaruhnya serta efisiensi penyisihan dengan menggunakan tanah lempung.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pendahuluan dilakukan sebelum dilaksanakannya penelitian utama. Hal ini dilakukan untuk

mendapatkan data mengenai karakteristik limbah cair yang akan diolah. Data hasil analisa awal dapat dilihat pada Tabel 1.

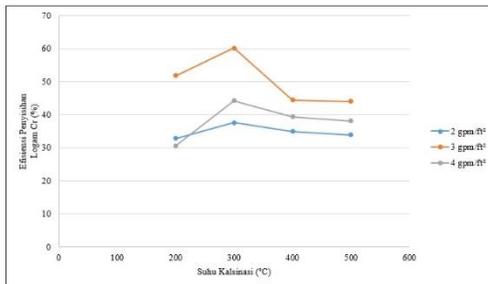
| Parameter | Satuan | Hasil Analisa | Batas Baku Mutu | Ket      |
|-----------|--------|---------------|-----------------|----------|
| Krom      | mg/L   | 0,838         | 0,1             | Melewati |

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil uji logam Cr pada limbah cair industri percetakan koran di Riau telah melewati baku mutu air limbah berdasarkan PERMENLH/5/2014. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengolahan limbah cair industri percetakan koran menggunakan metode pertukaran ion dengan memanfaatkan tanah lempung teraktivasi sebagai media penukar ion.

### EFISIENSI PENYISIHAN KROM

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa variasi suhu kalsinasi dan laju alir berpengaruh terhadap penyisihan konsentrasi logam Cr pada limbah cair. Hasil analisa penyisihan logam Cr yang dilakukan

pada berbagai variasi dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Grafik hubungan antara suhu kalsinasi dan efisiensi penyisihan Cr pada berbagai variasi laju alir

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa efisiensi penyisihan tertinggi didapat pada suhu kalsinasi 300°C dengan laju alir 3 gpm/ft<sup>2</sup>. Hasil efisiensi yang didapat yaitu 60,2%. Sedangkan efisiensi terendah terdapat pada suhu kalsinasi 200°C dengan laju alir 4 gpm/ft<sup>2</sup> yaitu 31%.

Ketika limbah cair yang mengandung ion Cr<sup>6+</sup> (Cr<sup>6+</sup>-Limbah Cair) dilewatkan pada tanah lempung teraktivasi (Tanah Lempung-H<sup>+</sup>), maka ion Cr<sup>6+</sup> di dalam limbah cair akan menggantikan ion H<sup>+</sup>. Hal ini disebabkan koefisien selektivitas H<sup>+</sup> lebih kecil dibandingkan koefisien selektivitas Cr<sup>6+</sup>, sehingga Cr<sup>6+</sup> dapat

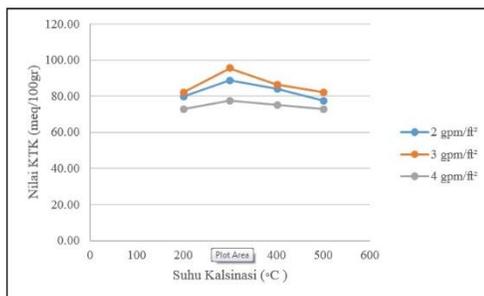
menggantikan ion H<sup>+</sup> pada pori tanah lempung. Ion yang memiliki koefisien selektivitas besar mampu menggantikan ion lain di resin yang koefisien selektivitasnya lebih kecil (Poerwadio dan Masduqi, 2004). Adapun reaksi pertukaran ion tersebut dapat dilihat sebagai berikut:



Melalui penelitian ini juga dapat diketahui apabila suhu kalsinasi terlalu tinggi akan menyebabkan struktur dari tanah lempung rusak, sehingga efisiensi penyisihan akan menurun. Sementara laju alir yang terlalu kecil akan menyebabkan waktu tinggal yang terlalu lama, akan menyebabkan terjadinya desorpsi atau melemahnya ikatan antar gugus yang terdapat dalam tanah lempung dengan logam dan akhirnya lepas kembali ke dalam larutan, sehingga efisiensi penyisihan menurun.

## KTK TANAH LEMPUNG

Variasi suhu kalsinasi dan laju alir berpengaruh terhadap nilai kapasitas tukar kation (KTK) dari tanah lempung. Hasil analisa nilai KTK yang dilakukan pada berbagai variasi dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Grafik hubungan antara suhu kalsinasi dan nilai KTK pada berbagai variasi laju alir

Berdasarkan Gambar 3 terlihat nilai KTK tertinggi pada suhu kalsinasi 300°C dengan laju alir 3 gpm/ft<sup>2</sup> sebesar 95,9 meq/100gr. Sementara nilai KTK terendah pada 200°C dengan laju alir 4 gpm/ft<sup>2</sup> sebesar 73,06 meq/100gr.

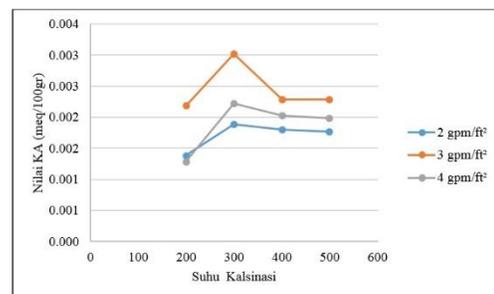
Proses kalsinasi bermanfaat untuk menjaga stabilitas termal lempung dan memperbesar pori-pori permukaannya (Sukamta, 2009). Namun, jika pemanasan dilakukan pada suhu yang

terlalu tinggi, akan menyebabkan kerusakan pada tanah lempung.

Nilai KTK yang semakin besar akan memberikan nilai efisiensi penyisihan ion pencemar yang semakin besar pula (Endro, 2012). Hal ini terjadi karena nilai KTK yang semakin besar akan memberikan peluang terjadinya sorpsi dan juga proses pertukaran ion oleh logam – logam alkali yang ada di dalam kisi – kisi struktur mineral tanah lempung.

## KA TANAH LEMPUNG

Variasi suhu kalsinasi dan laju alir berpengaruh terhadap nilai kapasitas adsorpsi (KA) dari tanah lempung. Hasil analisa nilai KA yang dilakukan pada berbagai variasi dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Grafik hubungan antara suhu kalsinasi dan nilai KA pada berbagai variasi laju alir

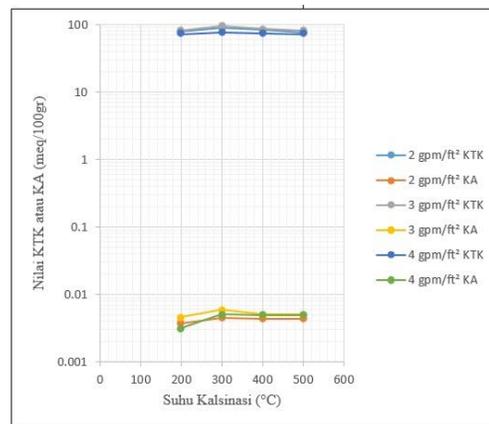
Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat nilai KA tertinggi pada suhu kalsinasi 300°C dengan laju alir 3 gpm/ft<sup>2</sup> sebesar 0,003 meq/100gr. Sementara itu nilai kapasitas adsorpsi terendah pada 200°C dengan laju alir 4 gpm/ft<sup>2</sup> sebesar 0,0013 meq/100gr.

Variasi suhu kalsinasi sangat mempengaruhi nilai KA dari tanah lempung, karena semakin tinggi suhu kalsinasi, maka daya adsorpsi tanah lempung meningkat (Widjaja dkk, 2013). Karena air dalam pori-pori tanah lempung semakin banyak yang hilang sehingga semakin terbuka dan memudahkan tanah lempung untuk mengadsorpsi limbah cair. Akan tetapi kenaikan suhu kalsinasi mempunyai batasan, jika terlalu tinggi akan merusak struktur.

Pemanasan dengan suhu yang rendah tidak akan menguapkan seluruh air yang ada di dalam pori-pori tanah lempung, karena diperlukan suhu yang lebih tinggi dari suhu penguapan air untuk menguapkan air yang ada di dalam pori-pori.

## PERBANDINGAN KTK&KA

Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan teoritis yang menonjol pada tanah lempung, dari segi karakteristik bahannya, apakah sebagai penukar ion ataukah sebagai adsorben. Perbandingan nilai KTK dan KA dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai KTK dengan nilai KA tanah lempung

Berdasarkan Gambar 5 dapat disimpulkan bahwa tanah lempung yang digunakan dalam penelitian ini, lebih menonjol kemampuannya sebagai resin. Hal ini dikarenakan tanah lempung mempunyai struktur kristal dengan daya selektivitas yang tinggi, sehingga tanah lempung dapat menjadi resin penukar ion dan memiliki rongga – rongga dan saluran spesifik di dalam

struktur kristalnya, sehingga dapat pula menjadi adsorben.

### **KESIMPULAN**

1. Dari hasil penelitian didapatkan konsentrasi effluen Cr adalah 0,334 mg/L – 0,582 mg/L dengan efisiensi penyisihan berkisar antara 60,2% - 30,6%. Suhu kalsinasi optimum 300°C dan laju alir yang memberikan hasil penyisihan terbaik adalah 3 gpm/ft<sup>2</sup>.
2. Nilai Kapasitas Tukar Kation (KTK) maksimum pada suhu kalsinasi 300°C dengan laju alir 3 gpm/ft<sup>2</sup> sebesar 95,9 meq/100gr. Nilai Kapasitas Adsorpsi (KA) maksimum pada 300°C dengan laju alir 3 gpm/ft<sup>2</sup> sebesar 0,003 meq/100gr. Nilai KTK tanah lempung lebih besar dibandingkan dengan nilai KA. Tanah lempung memiliki kemampuan lebih besar menjadi resin dibanding menjadi adsorben.

### **SARAN**

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis aliran *up flow* dan menggunakan lebih dari 1 kolom penukar ion, sehingga efisiensi penyisihan lebih tinggi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Endro Kismolo. 2012. *Karakterisasi Kapasitas Tukar Kation Zeolit Untuk Pengolahan Limbah B3 Cair*. PTAPB-BATAN.Yogyakarta.
- Fatimah, Is. 2000. *Penggunaan Na-Zeolit Alam Teraktivasi sebagai Penukar Ion Cr<sup>3+</sup> dalam Larutan*. Graha Ilmu:Yogyakarta.
- Kurnianti, Indah. 2014. *Efisiensi Penurunan Kadar Timbal Dan Kalsium Pada Air Laut Dengan Metoda Penukar Ion Yang Memanfaatkan Tanah Lempung*. Skripsi: Universitas Riau.
- Kurniawan, Danar. 2008. *Modifikasi Bentonit Menjadi Organoclay Dengan Metode Ultrasonik Sebagai Absorben p-Klorofenol dan Hidroquinon*. Skripsi: Universitas Indonesia.
- Poerwadio, Andreas, D dan Masduqi, Ali. 2004. *Penurunan Kadar Besi oleh Media Zeolit Alam Ponorogo secara Kontinyu*. Jurnal Purifikasi ITS:Surabaya.