

ISBN : 978-602-14946-0-8

PROSIDING

SNaTKII 1
SEMINAR NASIONAL
TEKNOLOGI KIMIA, INDUSTRI DAN INFORMASI

Jema :

*"Rekayasa Sains dan Teknologi dalam
Meningkatkan Daya Saing dan Potensi Daerah"*

25 Januari 2014



**Fakultas Teknik
Universitas Setia Budi**

Jl. Let. Jen. Sutoyo, Mojosongo, Surakarta 57127; Telp. 0271-852518 Fax. 0271-853275
www.setiabudi.ac.id/snatkii; snatkii@setiabudi.ac.id

Prosiding

Seminar Nasional Teknologi Kimia, Industri dan Informasi I

“Rekayasa Sains dan Teknologi dalam Meningkatkan Daya Saing dan Potensi Daerah”

Editor dan Reviewer :

Prof. Dr. Ir. Soemargono, S. U. (Teknik Kimia – UPN Surabaya)

Dr. Supriyono, S.T., M.T. (Teknik Kimia – Universitas Setia Budi

Surakarta) Dr. Bambang Suhardi, S.T., M.T. (Teknik Industri – UNS
Surakarta)

Ir. Rosleini Ria P. Z., M.T. (Teknik Industri – Universitas Setia Budi Surakarta)

Petrus Darmawan, S.T., M.T. (Universitas Setia Budi

Surakarta) Argoto Mahayana, S.T., M.T. (Universitas Setia
Budi Surakarta)

Desain Cover dan

Layout : Wisnu Arfian

A. S., M. Sc. Adhie Tri

W., S.T., M.Cs.

G. Prima Indra B., M.Eng.

Diterbitkan oleh :

Fakultas Teknik

Universitas Setia Budi Surakarta

Jln. Letjend. Sutoyo Mojosongo Surakarta

Jawa Tengah 57127

ISBN : 978-602-14946-0-8

Susunan Panitia SNATKII I

1. Penasehat : Winarso S., S.H., M.M. (Rektor USB)
2. Ketua : Wisnu Arfian A. S., M.Sc.
3. Sekretaris : Erni Suparti, M. T.
4. Bendahara : Ir. Rosleini Ria PZ, M.T.
5. Seksi-seksi :
 - a. Kesekretariatan, Makalah dan Prosiding
 - Koordinator : Petrus Darmawan, M.T.
 - Anggota : Adhie Tri Wahyudi, S. T., M.Cs.
Gregorius Prima I. B., M.Eng.
Argoto Mahayana, M.T.
B. Budi Prabowo
 - b. Publikasi, dokumentasi dan sponsorship
 - Koordinator : Bagus Ismail Adi Wicaksono, ST. MT.
 - Anggota : Ign. Yari Mukti Wibowo, S.Si., M.Sc.
Supriyono, M.T.
Drs. Suseno, M. Si.
 - c. Acara dan konsumsi
 - Koordinator : Dewi Astuti Herawati, ST., M.Eng.
 - Anggota : Anita Indrasari, ST., M.Sc.
: Maria Endah P., M. T.
Happy Mulyani, M. T.
 - d. Perlengkapan, Transportasi, tempat dan Dekorasi
 - Koordinator : Ir. Sumardiyono, MT.
 - Anggota : Bambang W., S. Kom.

DAFTAR ISI

<u>Cover Prosiding</u>	i
Makalah Keynote Speech	vi
Daftar Isi	ix
<u>Ana Puspita, Dewi Astuti Herawati. STRATEGI PENGUMPANAN <i>VINASSE</i> PADA PEMBUATAN BIOGAS DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI ALKOHOL</u>	1
<u>Anita Indrasari. <i>BLUE OCEAN STRATEGY</i> DAN <i>KANO MODEL</i> DALAM PENGEMBANGAN PRODUK SUKSES</u>	11
<u>Arif Yulianto, Ahmad Khoirul Anwar. PROSPEK UNGGULAN PRODUK TENUN DENGAN REDESAIN</u>	20
<u>Didik Setyawan, Y. Kristanto. <i>E-BUSINESS</i> DALAM MODEL HUBUNGAN PEMASARAN (SUATU STUDI EMPIRIS DI INDONESIA)</u>	31
<u>Erni Suparti, Petrus Darmawan. PERANCANGAN ALAT PENGEPRESS TAHU UNTUK TINGKAT INDUSTRI RUMAH TANGGA DENGAN <i>GOOGLE SKETCHUP</i></u>	48
<u>Etika Muslimah, Lily Sofwa Intani. ANALISIS <i>TIME AND MOTION STUDY</i> UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI KERJA PADA SIGARET KRETEK TANGAN (SKT) DI PT. DJARUM</u>	58
<u>Hafidh Munawir, Yusuf Bachtiar. PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU DENGAN METODE HEURISTIK <i>SILVER MEAL</i> DAN <i>PART PERIOD BALACING</i> (STUDI KASUS: PT. MEGA ANDALAN KALASAN)</u>	65
<u>Happy Mulyani, Setia Budi Sasongko, Danny Soetrisnanto. PENGARUH PENGATURAN PH LIMBAH CAIR TAPIOKA TERHADAP PERTUMBUHAN MIKROORGANISME DALAM BIOREAKTOR ABR</u>	75
<u>Ida Nursanti, Eny Rokhayati. APLIKASI SPC (<i>STATISTICAL PROCESS CONTROL</i>) DAN <i>QUALITY IMPROVEMENT TOOL</i> DI BAGIAN GILING DAN BATIL ROKOK SKT PT. DJARUM KUDUS</u>	83
<u>Mila Faila Sufa, Dina Ariningsih. STRATEGI PERBAIKAN KUALITAS GULA BERDASARKAN KEMAMPUAN PROSES KONTROL</u>	92
<u>Much. Djunaidi, Veditwo Ashari Suryadamawan. PENGENDALIAN DAN PERBAIKAN KUALITAS PRODUK KAWAT BAJA DENGAN METODE APLIKASI <i>SIX SIGMA</i> (DMAIC) DAN <i>KAIZEN</i> (5W+1H) PADA DIVISI <i>WIRE ROD MILL</i> (Studi Kasus: PT. KRAKATAU STEEL Tbk)</u>	103

<u>Muchlison Anis, Ratih Widyaningrum. PENGGUNAAN METODE NEW SEVEN TOOLS UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK</u>	114
<u>Narimo, Imroatin. PEMBUATAN ASAM CUKA DARI MANGGA DAGING SECARA FERMENTASI</u>	128
<u>Nimas Sulistiya W. Br. G, Argoto Mahayana. KINETIKA ABSORBSI KROM DENGAN ZEOLIT ALAM AKTIF PADA LIMBAH INDUSTRI PELAPISAN LOGAM</u>	141
<u>Nur Hidayati. TEKNOLOGI PENGASINAN TELUR DENGAN PERENDAMAN MEDIA TEH HIJAU (<i>Camellia sinensis</i>) SEBAGAI PENURUN KADAR KOLESTEROL KUNING TELUR HASIL OLAHAN.....</u>	152
<u>Peni Pujiastuti. PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PENGENDALIAN PENCEMARAN PERAIRAN WADUK GAJAH MUNGKUR WONOGIRI.....</u>	160
<u>Rosleini Ria Putri Z, Bagus Ismail Adhi W. PERANCANGAN ALAT PENGEPRES SINGKONG YANG ERGONOMIS DI UKM PENYEDIA BAHAN BAKU PEMBUATAN MAKANAN RINGAN</u>	174
<u>Siti Nandiroh. PENGEMBANGAN ALAT PEMUTIH BERAS MEKANIK GUNA MENINGKATKAN KUALITAS BERAS MENGGUNAKAN METODE QFD (<i>QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT</i>) DAN BIPLLOT.....</u>	183
<u>Sunardi, Maria Endah Prasadja, Ferdianta Sembiring. SINTESIS FERRI KLORIDA DARI SCRAP BESI BENGKEL BUBUT.....</u>	193
<u>Suseno, Peni Pujiastuti, Lupi Pratistiana Dewi. PENENTUAN pH OPTIMUM PADA PROSES KOAGULASI LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK DI KAMPUNG BATIK LAWEYAN SURAKARTA MENGGUNAKAN KOAGULAN KITOSAN SULFAT.....</u>	199
<u>Winarni. ANALISIS TINGKAT KEPUASAN PELANGGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE CUSTOMER SATISFACTION INDEX DAN IMPOTANCE PERFORMANCE ANALYSIS SERTA SERVICE QUALITY</u>	206
<u>Ig. Yari Mukti Wibowo, Mudasir, Harno D. Pranowo. VALIDASI METODA SEMIEMPIRIK AMI DAN PM3 PADA SENYAWA DIMETIL FENIL FOSFAT</u>	223

KINETIKA ABSORPSI KROM DENGAN ZEOLIT ALAM AKTIF PADA LIMBAH INDUSTRI PELAPISAN LOGAM

Nimas Sulistiya W. Br. G.¹⁾, Argoto Mahayana²⁾

¹⁾Mahasiswa Progd Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Setia Budi
nunna_chubbii@yahoo.com

²⁾Progd D3 Analis Kimia, Fakultas Teknik Universitas Setia Budi
Argoto04_usb@yahoo.com

ABSTRAK

KINETIKA ABSORPSI KROM DENGAN ZEOLIT ALAM AKTIF PADA LIMBAH INDUSTRI PELAPISAN LOGAM. Telah dilakukan penelitian penyerapan limbah cair krom pada pelapisan logam oleh zeolit aktif. Limbah cair yang dihasilkan oleh industri pelapisan logam berat krom perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut agar tidak membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia disekitar industri. Zeolit memiliki bentuk kristal sangat teratur dengan rongga saling berhubungan ke segala arah sehingga menyebabkan luas permukaan zeolit menjadi sangat besar dan sangat baik digunakan sebagai adsorben. Penelitian ini bertujuan mengetahui metoda adsorpsi isoterm yang sesuai untuk menentukan kapasitas maksimum adsorpsi zeolit yang sudah diaktifasi dengan menggunakan HCl berbagai konsentrasi terhadap limbah chrom (VI). Persamaan yang digunakan dalam proses adsorpsi adalah persamaan adsorpsi Isoterm Langmuir dan Freundlich. Alat yang digunakan dalam percobaan adalah Spektrofotometer UV-Vis. Hasil percobaan menunjukkan bahwa massa ion logam krom yang terbesar yang teradsorpsi oleh zeolit adalah pada konsentrasi HCl 0,4 zeolit 100 mesh konsentrasi krom 20.537ppm. Proses penyerapan limbah chrom (VI) oleh zeolit mengikuti persamaan Langmuir dan Freundlich dengan $R^2 > 0,9$. Persamaan yang cocok untuk menentukan kapasitas adsorpsi maksimum zeolit yang sudah diaktifasi pada proses penyerapan limbah cair logam berat chrom(VI) adalah persamaan Freundlich. Kapasitas adsorpsi maksimum adalah 27,76 mg/gram.

Kata kunci : Adsorpsi, Zeolit, Limbah Industri

1. PENDAHULUAN

Industri pelapisan logam menghasilkan limbah cair pada proses produksinya yang berasal dari air buang bilasan dan larutan pembersih maupun larutan plating yang telah kotor atau jenuh (Sri Martini, 2000). Jika tidak dilakukan penanganan limbah produksi ini secara khusus maka akan mengakibatkan pencemaran lingkungan disekitar industri yang semakin parah.

Pengolahan limbah cair pelapisan logam yang mengandung krom dapat dilakukan dengan menggunakan zeolit. Dengan pemakaian zeolit limbah cair pelapisan logam dapat di serap kandungan kromnya sehingga dapat mengurangi pencemaran. Metode ini di terapkan mengacu pada harga zeolit yang murah sehingga menghemat biaya pengolahan limbah cair pelapisan logam. Selain itu zeolit yang sudah digunaka juga dapat di regenerasi kembali.

Krom merupakan salah satu logam berat yang termasuk dalam unsur transisi golongan VI-B periode 4. Krom mempunyai nomor atom 24 dan nomor massa 51,996 sma, berwarna putih

dengan massa jenis $7,9 \text{ g/cm}^3$ dan memiliki titik didih 2658°C dan titik leleh 1875°C (Kusnoputranto 1996). Krom dapat membentuk tiga macam senyawa yang masing-masing berasal dari proses oksidasi CrO (krom oksida), yaitu +2 disebut krom divalen, +3 disebut krom trivalen, dan +6 disebut krom heksavalen (Kikuchi *et al.* 2005).

Kromium Heksavalen digolongkan sebagai karsinogenik terhadap manusia. Oleh *United States Environmental Protection Agency* (USEPA). Percobaan laboratorium membuktikan bahwa senyawa-senyawa kromium heksavalen atau hasil-hasil reaksi antaranya di dalam sel dapat menyebabkan kerusakan pada materi genetik. Studi lain pada binatang percobaan menunjukkan bahwa bentuk kromium tersebut dapat menyebabkan masalah reproduksi. Efek yang sangat berbahaya dari kromium heksavalen menyebabkan pemerintah memasukkan kromium heksavalen dalam kriteria nilai baku mutu air. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 tahun 2001, air golongan A, B, dan C hanya boleh mengandung kromium heksavalen maksimum 0.05 ppm. Sedangkan air golongan D hanya boleh mengandung maksimum 0.1 ppm.

Zeolit merupakan material yang memiliki banyak kegunaan. Zeolit telah banyak diaplikasikan sebagai adsorben, penukar ion, dan sebagai katalis. Zeolit adalah mineral kristal alumina silika tetrahidrat berpori yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk oleh tetrahedral $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{5-}$ yang saling terhubung oleh atom-atom oksigen sedemikian rupa, sehingga membentuk kerangka tiga dimensi terbuka yang mengandung kanal-kanal dan rongga-rongga, yang didalamnya terisi oleh ion-ion logam, biasanya adalah logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas (Chetam, 1992).

Struktur zeolit berdasar pada *Secondary Building Unit* (SBU) terdiri dari 24 silika dan/atau alumina tetrahedral membentuk struktur seperti bola basket yang disebut sangkar sodalit (*sodalite unit = sodalite cage = β -cage*). Jenis zeolit ditentukan dari pola penggabungan sangkar sodalit (SOD). Zeolit sintetis terdiri dari zeolit A (penggabungan SOD melalui cincin 8, zeolit Y atau X (faujasit), di mana penggabungan SOD melalui cincin 12, dan mordenit melalui cincin 12 (Dyer, 1988).

Proses aktivasi zeolit dimaksudkan untuk membersihkan permukaan partikel zeolit sehingga akan meningkatkan daya serap zeolit tersebut. Proses aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu secara fisis dan kimiawi. Aktivasi secara fisis berupa pemanasan zeolit dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori Kristal zeolit sehingga luas permukaan pori-pori bertambah (Dian dan Anthonius, 2010). Pemanasan dilakukan dengan oven biasa pada suhu $300\text{--}400^\circ\text{C}$ (untuk skala laboratorium) atau menggunakan tungku putar

dengan pemanasan secara penghampaan selama 3 jam atau penghampaan selama 5 — 6 jam (skala besar).

Aktivasi secara kimia dilakukan dengan cara menyaring zeolit dengan saringan tertentu kemudian diaktivasi dengan merendam dalam larutan asam pada konsentrasi dan waktu tertentu. Setelah di rendam dalam larutan asam dan waktu tertentu, zeolit dikeringkan dalam oven untuk menghilangkan serta meningkatkan aktifitas penyerapan abu zeolit tersebut.

Salah satu metode yang digunakan untuk menghilangkan zat pencemar dari air limbah adalah adsorpsi (Rios *et al.* 1999 dan Saiful *et al.* 2005). Adsorpsi merupakan terjerapnya suatu zat (molekul atau ion) pada permukaan adsorben. Mekanisme penyerapan tersebut dapat dibedakan menjadi dua yaitu, jerapan secara fisika (fisisorpsi) dan jerapan secara kimia (kemisorpsi).

Pada tahun 1918, Langmuir menurunkan teori isoterm adsorpsi dengan menggunakan model sederhana berupa padatan yang mengadsorpsi gas pada permukaannya. Model ini mendefinisikan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terjadi akibat adanya lapisan tunggal (*monolayer*) adsorbat di permukaan adsorben. Konstanta Langmuir adalah nilai absorbs yang terjadi pada satu lapisan.

Dimana persamaan Langmuir ditulis sebagai berikut:

$$X_m/m = \frac{a C}{1 + b C}$$

$$m \cdot c / X_m = 1/a + (b/a) \cdot C$$

Dengan membuat kurva $m \cdot c / X_m$ terhadap C akan diperoleh persamaan linear dengan intersep $1/a$ dan kemiringan (b/a) , sehingga nilai a dan b dapat dihitung, dari besar kecilnya nilai a dan b menunjukkan daya adsorpsi.

Persamaan adsorpsi Freundlich didasarkan atas terbentuknya lapisan monolayer dari molekul-molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Namun pada adsorpsi Freundlich situs-situs aktif pada permukaan adsorben bersifat heterogen. Persamaan adsorpsi Freundlich dapat dituliskan sebagai berikut.

$$X_m / m = k \cdot C^{1/n}$$

$$\text{Log } (X_m/m) = \text{log } k + 1/n \cdot \text{log } C$$

dimana :

X_m = berat zat yang diabsorpsi

m = berat adsorben (zeolit)

C = konsentrasi zat

Kemudian k dan n adalah konstanta adsorpsi yang nilainya bergantung pada jenis adsorben dan suhu adsorpsi. Bila dibuat kurva $\log (X_m / m)$ terhadap $\log C$ akan diperoleh persamaan linear dengan intersep $\log k$ dan kemiringan $1/n$, sehingga nilai k dan n dapat dihitung (Sukarta, 2008). Konstanta Freundlich adalah nilai adsorpsi yang terjadi pada berbagai lapisan.

Proses pengolahan limbah cair adalah suatu perlakuan tertentu yang diberikan pada limbah sebelum limbah tersebut di buang ke lingkungan sehingga limbah tersebut tidak mengganggu lingkungan penerima limbah. Proses pengolahan limbah cair krom yang di maksud adalah dalam bentuk persenyawaan organik. Proses pengolahan ini ada 3 tahap yaitu: proses pemisahan limbah dari padatan-padatan, proses aktivasi adsorben dan proses penyerapan logam berat krom dengan adsorben.

2. METODOLOGI

2.1. Variabel Penelitian

1. Variabel tetap

Jumlah Asam Klorida (HCl) untuk aktivasi : 10 ml/g Abu zeolit

Jumlah zeolit penyerap

waktu penyerapan

2. Variabel berubah

a. Konsentrasi Asam Klorida (HCl) : 0.2N, 0.4N, 0.6N, 0.8N, 1.0N.

b. Ukuran partikel abu zeolit : 30 mesh, 60 mesh, 100 mesh.

2.2 Bahan dan Alat

1. Bahan

a. Limbah cair industri pelapisan logam.

b. Zeolit.

c. Larutan HCl pekat.

d. Larutan baku $K_2Cr_2O_7$.

e. Larutan H_3PO_4 .

f. Difenilkarbazid.

g. Aquadest.

2. Alat

a. Spektrofotometri UV-Vis.

b. Pengaduk (stirrer).

- c. Oven.
- d. Saringan mesh 30, 60, 100.
- e. Saringan kasa
- f. Peralatan gelas dan pengaduk lainnya.

2.3 Rancangan Penelitian

1. Aktifasi zeolit

- a. Menimbang zeolit dengan berat tertentu yang telah disaring dengan saringan masing-masing 30, 60, 100 mesh.
- b. Menambah Asam Klorida sebanyak 10ml/g abu zeolit dengan konsentrasi 0.2N, 0.4N, 0.6N, 0.8N, 1.0N.
- c. Mengaduk dengan stirrer selama 2 jam, kemudian disaring.
- d. Mengeringkan abu zeolit yang telah diaktivasi dalam oven pada suhu 120°C selama 3 jam.

2. Penyerapan krom dengan zeolit aktif

- a. Mengambil limbah cair industri pelapisan logam sebanyak 100ml kemudian ditambahkan dengan 10g zeolit aktif.
- b. Mengaduk campuran tersebut selama 2 jam.
- c. Membiarkan campuran tersebut selama 24 jam.
- d. Menyaring campuran tersebut setelah didiamkan dalam waktu tertentu.
- e. Menentukan kadar logam berat heksavalen sisa dengan Spektrofotometer UV-Vis.

3. Analisa kadar krom (VI) limbah cair industri pelapisan logam

- a. Memipet 20ml sampel dan memasukkan ke dalam labu takar 50ml.
- b. Menambahkan 0.5ml Asam Sulfat (1:1) dan 0.15ml Asam Fosfat 85% dan 1ml larutan Difenil Karbazid.
- c. Mengencerkan sampai tanda batas kemudian dikocok sampai homogen dan didiamkan 5-10 menit,
- d. Membaca serapannya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm.
- e. Menentukan kadar krom (VI) / heksavalen.

2.4 Analisa Data

1. Menganalisa krom yang tersisa setelah diserap dengan zeolit aktif dengan Spektrofotometer UV-Vis. Data dalam kinetika absorpsi dengan zeolit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses penyerapan atau adsorpsi oleh suatu adsorben dipengaruhi banyak faktor dan juga memiliki pola isoterm adsorpsi tertentu yang spesifik. Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam proses adsorpsi antara lain yaitu jenis adsorben, jenis zat yang diserap, luas permukaan adsorben, konsentrasi zat yang diadsorpsi dan suhu. Oleh karena faktor-faktor tersebut maka setiap adsorben yang menyerap suatu zat satu dengan zat lain tidak akan mempunyai pola isoterm adsorpsi yang sama. Diketahui bahwa terdapat dua jenis persamaan pola isoterm adsorpsi yang sering digunakan pada proses adsorpsi dalam larutan yaitu persamaan adsorpsi Langmuir dan Freundlich.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich pada proses penyerapan ion logam Chrom (VI) oleh Zeolit. Metode yang digunakan untuk mengukur proses adsorpsi logam Chrom (VI) adalah metode Spektrofotometer UV-Vis.

Pengujian pola isoterm adsorpsi yang sesuai untuk proses penyerapan ion logam chrom (VI) oleh zeolit dilakukan dengan perhitungan menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich. Uji persamaan Langmuir dilakukan dengan menggunakan persamaan :

$$C_e/(x/m) = 1/ab + 1/a C_e$$

Sedangkan untuk uji persamaan Freundlich dilakukan pengujian menggunakan persamaan :

$$\text{Log } (x/m) = \text{log } k + 1/n \text{ log } C_e$$

dimana:

C_e = konsentrasi ion Cr (VI) dalam larutan setelah diadsorpsi

x/m = massa ion Cr (VI) yang diserap per gram zeolit

b = parameter afinitas atau konstanta Langmuir

a dan k = kapasitas / daya adsorpsi maksimum (mg/gram)

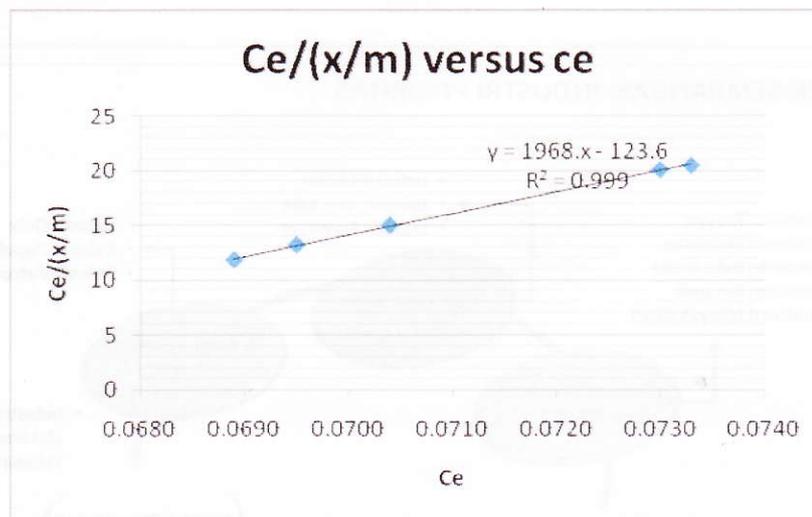
Nilai a dan k menunjukkan kapasitas dari adsorpsi ion logam chrom (VI) oleh zeolit, makin besar nilai a pada persamaan Langmuir Isoterm dan k pada persamaan Freundlich Isoterm menunjukkan kapasitas adsorpsi makin besar pula.

Untuk menentukan persamaan isotherm Langmuir dan Freundlich maka dihitung harga x/m , $Ce/(x/m)$, $\log Ce/(x/m)$ dan $\log Ce$ seperti yang terlihat pada Tabel 1. diambil dari penyerapan oleh zeolit 100 mesh.

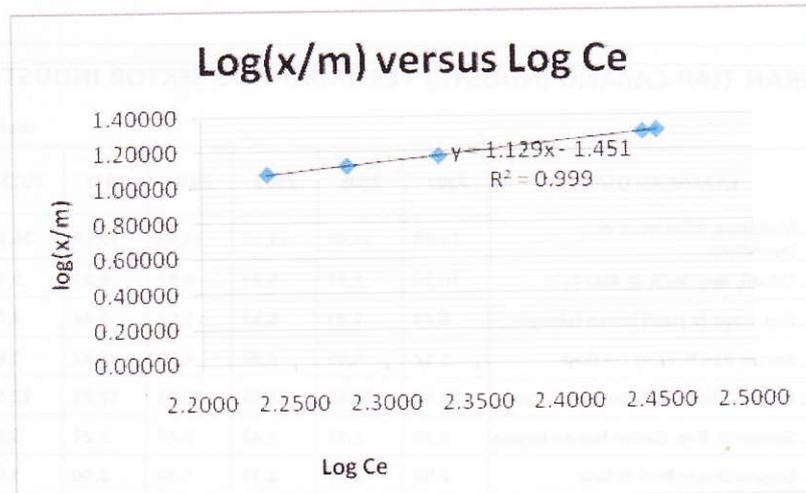
Dari Tabel 1 dan maka dilakukan pemetaan grafik menggunakan Excel dengan memplotkan harga $Ce/(x/m)$ versus Ce untuk mendapatkan persamaan Langmuir dan memplotkan $\log(x/m)$ versus $\log Ce$ untuk mendapatkan persamaan Freundlich. Hasil pemetaan dengan grafik seperti terlihat pada Gambar 1 di bawah ini.

Tabel 1. perhitungan harga x/m , $Ce/(x/m)$, $\log x/m$, dan $\log Ce$ pada ukuran zeolit 100 mesh

Mula- mula	Diabsorpsi	Ce (ppm)	x/m (mg/g)	$Ce/(x/m)$	$\log(x/m)$	$\log Ce$
157.043	142.019	15.024	213.3693	0.0704	2.3291	1.17679
157.043	136.506	20.537	280.3424	0.0733	2.4477	1.31254
157.043	143.811	13.232	190.2907	0.0695	2.2794	1.12163
157.043	145.189	11.854	172.1070	0.0689	2.2358	1.07386
157.043	136.919	20.124	275.5358	0.0730	2.4402	1.30371



Gambar 1. Persamaan adsorbs isotherm Langmuir dari $Ce/(x/m)$ versus Ce



Gambar 2. Persamaan adsorpsi isoterm Freunlich dari $\text{LogCe}/(x/m)$ versus LogCe

Pengujian persamaan adsorpsi Langmuir dan juga persamaan adsorpsi Freundlich dibuktikan dengan grafik linierisasi yang baik dan mempunyai harga koefisien determinasi $R^2 \geq 0.9$ (mendekati angka 1). Dari Gambar 1 dan 2 terlihat bahwa persamaan adsorpsi ion Cr (VI) oleh zeolit aktif memenuhi persamaan adsorpsi Langmuir dengan $R^2 = 0,999$ dan juga persamaan adsorpsi Freundlich dengan $R^2 = 0,999$.

Hal ini menunjukkan bahwa persamaan Langmuir dan Freundlich dapat diterapkan pada proses adsorpsi ion logam chrom (VI) oleh zeolit. Diperoleh persamaan Langmuir $Ce/(x/m) = 1968 Ce - 123,6$. Kemudian persamaan Freundlich $\log (x/m) = 1,129 \log Ce - 1,451$. serta harga konstanta dari keempat persamaan tersebut seperti terlihat pada Tabel 7 dan 8 di bawah ini.

Tabel 2. harga konstanta Langmuir dan freunlich pada zeolit 30 mesh

Isoterm	Konstanta	Harga
Langmuir	a	0,00051
	b	15,922
Freundlich	k	28,25
	n	0,886

Model persamaan Freundlich mengasumsikan bahwa terdapat lebih dari satu lapisan permukaan (*multilayer*) dan sisi bersifat heterogen, yaitu adanya perbedaan energy pengikat pada tiap-tiap sisi dimana proses adsorpsi di tiap-tiap sisi adsorpsi mengikuti isoterm Langmuir. Pada penelitian ini penentuan daya adsorpsi maksimum zeolit pada proses penyerapan logam

krom (VI) dihitung dengan menggunakan persamaan adsorpsi freunlich karena dilakukan lebih dari 1 lapisan (multilayer) zat yang teradsorpsi dari ion logam krom seluruh lapisan zeolit dalam satuan mg ion logam krom yang teradsorpsi/gram zeolit. Hal ini terjadi karena sebelum dilakukan penyerapan zeolit diaktivasi terlebih dahulu dengan menggunakan HCl agar kotoran-kotoran yang terdapat pada permukaan zeolit dapat dibersihkan sehingga daya serap pada permukaan zeolit dapat lebih besar. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya adsorpsi maksimum adalah $k = 28,25$.

4. KESIMPULAN

1. Dari penelitian ini diketahui kadar logam berat krom (VI) dalam limbah cair pelapisan logam adalah 157.043 ppm
2. Konsentrasi logam berat krom pada limbah cair pelapisan logam oleh zeolit yang sudah diaktivasi adalah 7,5 sampai 21 ppm.
3. Penentuan kapasitas adsorpsi zeolit aktif terhadap logam berat krom (VI) dalam limbah cair pelapisan logam yang paling sesuai adalah dengan menggunakan persamaan adsorpsi Freundlich dibandingkan dengan persamaan adsorpsi Langmuir. Daya adsorpsi maksimum zeolit aktif terhadap penyerapan limbah cair krom adalah $k = 21,28\text{mg/g}$ pada zeolit 30 mesh dan $k = 26,76\text{mg/g}$ pada zeolit 60 mesh.



DAFTAR PUSTAKA

- Atkins PW, Shriver DF, and Langford C. 1990. *Inorganic Chemistry*. Oxford University Press.
- Atkins PW. 1999. *Kimia Fisika*. "Ed ke-2 Kartahadiprojo Irma I, penerjemah; Indarto Purnomo Wahyu, editor. Jakarta Erlanga. Terjemahan dari: *Physical Chemistry*.
- Castellan GW. 1982 *Physical Chemistry*. Third Edition. New York: General Graphic Services
- Cheetam, D., A., 1992, *Solid State Compound*, Oxford university press, 234-237.
- Dian, K.S dan Anthonius, L., 2010, *Optimasi Aktivasi Zeolit Alam untuk Dehumidifikasi*,. Skripsi, UNDIP, Semarang.
- Dyer, A., 1988, *An Introduction to Zeolite Molecular Sieves*, John Wiley and Sons Ltd., Chichester, England
- Ertan, A., and Ozkan, 2005, *CO₂ and N₂ Adsorption on the Acid (HCl, HNO₃, H₂SO₄, and H₃PO₄) Treated Zeolites*. *Adsorption*, Vol 11, 151-156.
- Hamdan, H., 1992, *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization, and Modification*, Universiti Teknologi Malaysia, Penang
- Handayani, M., Sulistiyono, E., 2009, *Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Crom (VI) Oleh Zeolit*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR – BATAN, Bandung.
- Hartomo, A.J., Kaneko, T., 1992, *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating)*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Gotawa, H., 2008, *Ekstraksi Krom Heksavalen Sebagai Tetrabutyl Amonium Kromat dan Aplikasinya Pada Air Sungai Ciluar di Bogor*, Skripsi, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITB Bogor;
- Kikuchi S, Kawauchi K, Kurosawa M, Honjo H, Yagishita T. 2005. Non-destructive rapid analysis discriminating between chromium (VI) and chromium (III) oxides in electrical and electronic equipment using raman spectroscopy. *Analytical Sciences* 21:197-198.
- King RB. 1994. *Encyclopedia of Inorganic Chemistry*. New York: John Wiley
- Kusnoputranto H. 1996. *Toksikologi Lingkungan Logam Toksik dan B-3*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat dan Pusat Penelitian Sumber Daya Manusia dan Lingkungan, UI.
- Rios JP, Bess-Oberto L, Tiemann KJ, and Gardea-Torresdey. 1999. Investigation of Metal Ion Binding by Agricultural by Products. *Proceedings of the 1999 Conference on Hazardous Waste Research*

- Sri Martini, R.S., 2000, *Pengolahan Limbah Krom Heksavalen Menjadi Krom trivalent menggunakan Limbah Besi pada Air Limbah Industri Pelapisan Logam*, Tesis, Ilmu Lingkungan UNS Solo.
- Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*, Penerbit UI Press, Jakarta.
- Sukarta, I., 2008, *Absorpsi Ion Cr^{3+} Oleh Serbuk Gergaji Kayu Alibizia*, Sekolah Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Sunardi, Mahayana, A., Wijayanti, K., 2005, *Studi Pemanfaatan Serbuk Besi untuk Menurunkan Krom Heksavalen pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*, Makalah Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri, Mei 2005, Teknik Kimia FT Teknik UGM.
- Sutarti, M. dan M. Rachmawati, 1994, *Zeolit: Tinjauan Literatur*, Jakarta: Pusat dokumentasi dan dan Informasi LIPI.
- Trisunaryati, W., 2009, *Zeolit Alam Indonesia: Sebagai Absorben dan Katalis Mengatasi Masalah Lingkungan dan Krisis Energi*, pidato pengukuhan jabatan guru besar, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UGM Yogyakarta.
- Yuanita, D., 2009, *Hidrogenasi Katalitik Metil Oleat Menjadi Stearil Alkohol Menggunakan Katalis Ni/Zeolit Alam*, Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY.

[http:// www.Liputang.com](http://www.Liputang.com), Sungai Bengawan Solo Tercemar Logam Berat.