

**PEMANFAATAN LUMPUR LIMBAH CAIR INDUSTRI *CRUMB RUBBER*  
SEBAGAI ADSORBEN ION Cr(VI) YANG DIAKTIVASI DENGAN KOH**

**SKRIPSI**

*Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai Salah Satu  
Persyaratan guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



Oleh :

**MARDIATI  
12892-2009**

**PROGRAM STUDI KIMIA  
JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2013**

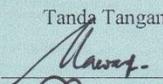
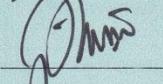
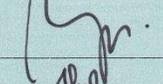
PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Program Studi Kimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang

Judul : Pemanfaatan Lumpur Limbah Cair Industri *Crumb Rubber* Sebagai Adsorben Ion Cr(VI) yang Diaktivasi dengan KOH  
Nama : Mardiaty  
NIM : 12892  
Program Studi : Kimia  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 25 Juli 2013

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Mawardi, M.Si	1. 
2. Sekretaris	: Dra. Salmariza Sy, M.Si	2. 
3. Anggota	: Budhi Oktavia, M.Si, Ph.D	3. 
4. Anggota	: Hary Sanjaya, M.Si	4. 

## ABSTRAK

### **Mardiati (2013): Pemanfaatan Lumpur Limbah Cair Industri *Crumb Rubber* Sebagai Adsorben Ion Cr(VI) yang Diaktivasi dengan KOH**

Penelitian tentang pemanfaatan lumpur limbah cair industri *crumb rubber* sebagai adsorben ion Cr(VI) yang diaktivasi dengan KOH telah dilakukan. Metode yang digunakan adalah metode statis (batch). Digunakan adsorben lumpur segar dan lumpur yang dikarbonisasi dan diaktivasi dengan KOH, dengan tujuan peningkatan serapan. Dipelajari berbagai parameter yang mempengaruhi kapasitas serapan adsorben terhadap Cr(VI), yaitu pH awal larutan, waktu kontak dan konsentrasi Cr(VI). Jenis penelitian adalah eksperimen, sampel yang digunakan sebagai adsorben adalah lumpur limbah cair industri *crumb rubber* dan logam Cr(VI) simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah lumpur mengandung silika dan alumina yang tinggi yaitu 49.02% dan 16,498% , sehingga dapat digunakan sebagai adsorben. pH optimum adsorben untuk lumpur diaktivasi yaitu 1 dan lumpur segar 2. Waktu kontak optimum yaitu 120 menit dan konsentrasi Cr(VI) optimum 70 mg/L untuk masing-masing adsorben. Kapasitas serapan maksimum terhadap Cr(VI) dengan persamaan Adsorpsi Langmuir didapatkan untuk adsorben lumpur diaktivasi 2.232 mg/g dan adsorben lumpur segar sebesar 2.075 mg/g.

**Kata kunci** : adsorpsi, lumpur industri *crumb rubber*, Cr(VI), SSA, Adsorpsi Langmuir

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis dan shalawat serta salam teruntuk Rasulullah Shalallahu ‘Alaihi Wasallam. Alhamdulillah penulis telah dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ *Pemanfaatan Lumpur Limbah Cair Industri Crumb Rubber Sebagai Adsorben Ion Cr(VI) yang Diaktivasi dengan KOH*”.

Penelitian dan Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr. Mawardi, M.Si, sebagai Pembimbing I.
2. Ibu Dra. Salmariza Sy, M.Si sebagai Pembimbing II.
3. Ibu Dra. Hj. Erda Sofjeni, M.Si sebagai Penasehat Akademik
4. Bapak Budhi Oktavia, M.Si., Ph.D. sebagai penguji sekaligus sebagai Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP
5. Bapak Hary Sanjaya, M.Si sebagai Penguji
6. Ibu Dra. Andromeda, M.Si. sebagai Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNP
7. Bapak dan Ibu Staf Jurusan Kimia FMIPA UNP
8. Semua pihak yang turut serta membantu dalam penulisan skripsi ini.

Penulis telah berusaha semaksimal mungkin demi kesempurnaan skripsi ini. Namun demikian tentu saja masih terdapat kekurangan didalamnya. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Terima kasih.

Padang, Juni 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Industri Crumb Rubber .....	6
B. Limbah Industri Karet.....	8
C. Karbonisasi.....	11
D. Aktivasi .....	11
E. Kalium Hidroksida ( KOH) .....	12
F. Adsorpsi .....	13

G. Kromium (Cr) .....	16
H. Spektroskopi Serapan Atom .....	18
BAB III METODELOGI PENELITIAN .....	21
A. Jenis, Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
B. Tahapan Penelitian Secara Umum .....	21
C. Variabel Penelitian .....	21
D. Alat dan Bahan .....	22
E. Metoda.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	38
DAFTAR PUSTAKA .....	40

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Rumus Molekul Karet Cis 1,4- Poliisopren .....	8
2. Proses Pengolahan Lumpur diaktivasi .....	10
3. Grafik Isoterm Adsorpsi Langmuir .....	15
4. Skema Instrument SSA .....	20
5. Grafik pengaruh pH awal larutan Cr(VI) terhadap serapan adsorben.....	30
6. Grafik pengaruh waktu kontak larutan Cr(VI) terhadap serapan adsorben ...	33
7. Grafik pengaruh konsentrasi Cr(VI) terhadap serapan adsorben .....	34
8. Grafik Isoterm Adsorpsi Langmuir Adsorben Lumpur diaktivasi .....	36
9. Grafik Isoterm Adsorpsi Langmuir Adsorben Lumpur Segar .....	37

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Data pengaruh pH awal terhadap serapan Cr(VI) oleh adsorben .....	29
2. Data pengaruh waktu kontak terhadap serapan Cr(VI) oleh adsorben .....	31
3. Data pengaruh konsentrasiCr(VI) terhadap serapan oleh adsorben .....	33
4. Komposisi Kimia Lumpur Limbah Cair Industri Crumb Rubber Data .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Prosedur Kerja.....	43
2. Perhitungan Pembuatan Larutan .....	49
3. Komposisi kimia lumpur dengan instrument XRF .....	52
4. Kurva Standar Cr (VI) dengan SSA.....	53
5. Data Hasil Pengukuran Cr(VI) dengan sistem Batch.....	55
6. Perhitungan Persamaan Isoterm Adsorpsi Langmuir.....	59

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Karet alam (*Havea sp*) merupakan salah satu hasil perkebunan terkemuka di Indonesia. Karet banyak dibudidayakan sebagai tanaman perkebunan yang dibutuhkan untuk bahan industri. Industri pengolahan karet menghasilkan hasil samping berupa limbah padat, cair dan gas selain dari produk yang diinginkan. Limbah yang menjadi masalah di pabrik biasanya berupa limbah cair. Limbah cair industri karet mengandung senyawa organik antara lain dalam bentuk senyawa karbon, nitrogen, air cucian lateks, protein, lipid, karoten dan lain-lain (Wahyu, Sri, 2011). Agar limbah cair pengolahan karet tidak membahayakan lingkungan saat dibuang ke badan air, maka limbah cair harus diolah terlebih dahulu.

Pengolahan limbah cair umumnya menggunakan metode biologi dengan memanfaatkan mikroorganisme. Metode ini dikenal dengan proses lumpur aktif. Proses lumpur aktif adalah proses pengolahan limbah cair dengan menggunakan endapan lumpur yang mengandung mikroorganisme dalam keadaan aerob pada tangki aerasi. Mikroorganisme di dalam sistem akan terus bertambah, maka agar konsentrasinya tetap sesuai dengan desain, dilakukan pembuangan secara berkala dari bak sedimentasi sehingga menyisakan limbah padat berupa lumpur. Selanjutnya limbah lumpur tersebut disaring dan dikeringkan untuk dibuang ke tempat pembuangan akhir (Muslimin, 1996: 116-117).

Saat ini belum ada pemanfaatan lebih lanjut dari limbah lumpur tersebut, seperti yang terjadi pada industri *crumb rubber* PT Kilang Lima Gunung Lubuk Begalung Padang. Limbah lumpur hanya dikumpulkan lalu dibuang ke tempat pembuangan akhir. Pembuangan limbah lumpur tentu saja dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan dan memerlukan biaya tambahan bagi perusahaan dalam hal pengiriman limbah dari pabrik ke tempat pembuangan (Salmariza, dkk, 2011). Berdasarkan uji pendahuluan terhadap komposisi kimia dari limbah lumpur industri *crumb rubber* PT Kilang Lima Gunung Lubuk Begalung Padang dengan menggunakan Instrument *x-ray fluorescence* spektrofotometer di laboratorium kimia Universitas Negeri Padang diperoleh bahwa, komponen utama dari limbah lumpur adalah silika, limestone, alumina, hermatit dan beberapa oksida logam. Untuk lebih jelasnya komposisi kimia lumpur industri *crumb rubber* tersebut diperlihatkan pada Tabel 4 di lampiran 3.

Menurut Marlina (2000) bahwa serapan ion logam dapat menggunakan tanah liat (Kowalska et al., 1994 dan Newton et al., 1995), lumpur ( Lopez et al., 1997 dan Dimitrova, 1996), zeolit (Barrer, 1978), alumina (Jacob dan Marten, 1987), silika (Jacob dan Marten, 1987), dan lain-lain. Maka salah satu alternatif dalam memanfaatkan limbah lumpur industri *crumb rubber* yaitu memanfaatkan limbah lumpur menjadi adsorben ion logam berat yang ada pada limbah cair. Salah satu limbah cair yang berbahaya adalah limbah logam berat Cr(VI) yang biasanya berasal dari industri pelapisan logam (*electroplating*), industri cat/pigmen dan analisa *Chemical Oxygen Demand* (COD) di laboratorium yang menggunakan

metoda spektrofotometri (Slamet, dkk, 2003). Limbah Cr(VI) banyak dipelajari karena sifat racunnya yang sangat toksik dan karsinogenik. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 tahun 2001, ion logam berat Cr(VI) di perairan memiliki ambang batas maksimum 0,05 ppm.

Pemanfaatan limbah lumpur industri *crumb rubber* sebagai adsorben ion logam telah dilakukan oleh Salmariza, dkk (2011) dengan menggunakan aktivator NaOH. Lumpur yang diproses dengan karbonisasi dan aktivasi memiliki daya serap lebih baik dibandingkan dengan lumpur yang tidak dikarbonisasi dan diaktivasi. Pada penelitian ini dipelajari kemampuan limbah lumpur industri *crumb rubber* PT Kilang Lima Gunung Lubuk Begalung Padang sebagai adsorben. Maka untuk meningkatkan daya serap dari lumpur dilakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Aktivator yang digunakan pada penelitian ini yaitu KOH. Menurut Yalcin (2000) beberapa jenis senyawa kimia yang sering digunakan sebagai aktivator adalah  $ZnCl_2$ , KOH,  $H_2SO_4$  dll. Masing-masing jenis aktivator memberikan pengaruh yang berbeda terhadap luas permukaan yang dihasilkan.

Selanjutnya dilakukan pengujian serapan adsorben terhadap ion logam Cr(VI). Agar proses adsorpsi terhadap logam Cr(VI) maksimal, maka perlu dilakukan pengujian kondisi optimum dari beberapa faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, diantaranya : pH, waktu kontak dan konsentrasi ion Cr (VI). Besarnya serapan oleh adsorben terhadap ion logam Cr(VI) dilakukan pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom(SSA).

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang akan menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pH, waktu kontak dan konsentrasi ion krom dalam larutan terhadap adsorpsi ion logam Cr(VI) oleh adsorben lumpur segar dan adsorben lumpur yang telah dikarbonisasi dan diaktivasi?
2. Bagaimana kapasitas serapan maksimum adsorben terhadap Cr(VI) menggunakan *Persamaan Isoterm Langmuir*?

## **C. Batasan Masalah**

Agar lebih terarahnya penelitian ini maka masalah dalam penelitian ini dibatasi pada :

1. Pengaruh pH awal, waktu kontak dan konsentrasi ion krom dalam larutan terhadap adsorpsi ion logam Cr(VI).
2. Analisa kemampuan adsorpsi adsorben terhadap ion logam Cr(VI).

## **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penentuan kondisi optimum adsorpsi Cr (VI) oleh adsorben lumpur segar dan adsorben lumpur yang dikarbonisasi dan diaktivasi seperti : pH, waktu kontak dan konsentrasi ion Cr(VI) dalam larutan.
2. Kapasitas serapan maksimum ditentukan dengan *Persamaan Isoterm Langmuir*.

## **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat Penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi mengenai adsorben berbahan dasar lumpur sisa pengolahan air limbah industri *Crumb Rubber*.
2. Memberikan Gambaran pengaruh pH, waktu kontak dan konsentrasi awal ion Cr (VI) dalam larutan terhadap adsorpsi ion logam Cr(VI) oleh adsorben.
3. Memanfaatkan sisa pengolahan air limbah pada sistem Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Kilang Lima Gunung Lubuk Begalung Pada

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Industri Crumb Rubber**

##### **1. Perkembangan Industri Crumb Rubber di Indonesia**

Industri pengolahan karet berkembang mulai dari memproduksi karet konvensional pada tahun 50-an, sampai era *crumb rubberisasi* pada tahun 1971 (Salmariza, 2011). *Crumb rubber* adalah karet kering yang proses pengolahannya melalui tahap peremahan. Bahan baku berasal dari lump dan lateks. Bahan baku yang paling dominan adalah lump karena pengolahan crumb rubber bertujuan untuk mengangkat derajat bahan baku mutu rendah menjadi produk yang lebih bermutu. *Crumb Rubber* atau sering disebut sebagai Standard Indonesia Rubber (SIR) merupakan salah satu jenis karet alam selain *Ribbed Smoked Sheet* (RSS), lateks pekat, *block rubber*, *tyre rubber*, *reclaimed rubber* yang diproduksi di Indonesia (Saortua, 2006). Menurut Handayani (2008), pada prinsipnya pengolahan SIR merupakan usaha menghasilkan karet yang dapat diketahui dan terjamin mutu teknisnya, disajikan beserta sertifikat uji coba laboratorium, pengepakan dalam bongkah kecil, mempunyai berat dan ukuran yang seragam.

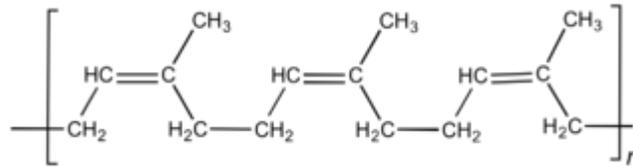
##### **2. Tanaman Karet**

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan pohon yang tumbuh tinggi dan berbatang cukup besar. Tinggi pohon dewasa mencapai 15 – 25 m

Menurut Cahyono(2010) dalam ilmu tumbuhan, tanaman karet diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom/Philum : Plantae (tumbuh-tumbuhan)  
Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)  
Sub divisi : Angiospermae (biji berada dalam buah)  
Kelas : Dycotyledonae (biji berkepin dua)  
Ordo : Euphorbiales  
Famili : Euphorbiales  
Genus : Hevea  
Spesies : Hevea brasiliensis

Karet alam adalah suatu polimer alami yang tersusun dari satuan unit ulang (monomer) trans/cis 1,4-isoprena dengan rumus umum  $(C_5H_8)_n$  dimana n adalah bilangan yang menunjukkan jumlah monomer di dalam rantai polimer. Semakin besar harga n maka molekul karet semakin panjang, semakin besar bobot molekul. Nilai n dapat berkisar antara 3000-15000. Karet alam bergabung secara ikatan kepala ke ekor ( Triwijoso, 1989 dalam Tribawati, 2009). Isoprene atau 2-methyl-1,3-butadiena dengan rumus molekul  $CH_2=C(CH_3)CH=CH_2$ . Rumus molekul karet adalah suatu Cis 1,4 – poliisoprene sebagai berikut:



Gambar 1. Rumus molekul karet Cis 1,4-poliisopren  
( Sumber : wikipedia.org/wiki/Isoprene )

Getah dari tanaman karet atau sering disebut lateks, berpotensi menghasilkan berbagai macam produk. Lateks merupakan suatu dispersi butir-butir karet dalam air, dimana di dalam dispersi tersebut juga larut beberapa garam dan zat organik seperti gula dan protein (Goutara et al., 1985 dalam Tribawati, 2009). Bahan karet mentah antara lain mengandung 90-95% karet murni, 2-3% protein, 1-2% asam-asam lemak, 0,2% gula, dan 0,5% garam-garam mineral (Loo, 1980 dalam Tribawati, 2009).

## B. Limbah Industri Karet

### 1. Jenis Limbah Industri Karet

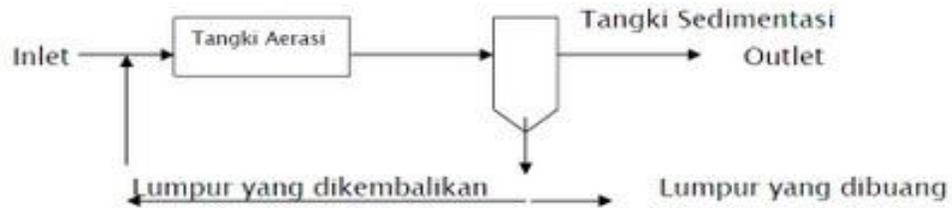
Limbah yang dihasilkan dari industri *crumb rubber* secara garis besar dibagi tiga, yaitu limbah padat, cair dan bau. Limbah cair berasal dari pencucian bongkahan karet (bokar), penggilingan serta peremahan karet. Limbah padat berasal dari pencucian bokar berupa tatal, tanah dan pasir sedangkan limbah padat yang berasal dari pengolahan limbah cair secara biologi berupa lumpur padat yang bersifat organik. Limbah gas berupa bau yang mengganggu kenyamanan (Salmariza, 2011).

## **2. Pengolahan Limbah Cair**

Limbah yang menjadi masalah dipabrik biasanya berupa limbah cair. Proses pengolahan karet membutuhkan banyak air. Air digunakan sebagai bahan pengencer latex, pembuatan larutan kimia, pencuci hasil pembekuan serta pendingin mesin. Agar limbah cair pengolahan karet tidak membahayakan lingkungan saat dibuang ke badan air, maka limbah cair harus diolah terlebih dahulu. Pengolahan limbah cair pada umumnya dilakukan dengan menggunakan metode Biologi. Proses pengolahan limbah dengan metode biologi adalah metode yang memanfaatkan mikroorganisme yang dikenal dengan proses lumpur aktif. Selain menguraikan dan menghilangkan kandungan material, mikroorganisme ini juga menjadikan material yang terurai tadi sebagai tempat berkembangbiaknya (Saortua, 2006).

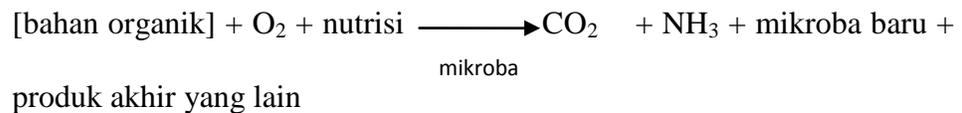
## **3. Lumpur Aktif**

Lumpur aktif merupakan biomassa yang sebagian besarnya terdiri dari bakteri dan protozoa. Dinding sel bakteri umumnya terdiri dari beberapa senyawa organik seperti asam polisakarida, lemak, asam amino dan beberapa senyawa seluler lainnya yang dapat menyerap ion logam berat dan beberapa senyawa organik ( Brandt et al., 1997). Diagram alir sistem lumpur diaktivasi di bawah ini merupakan diagram proses yang disederhanakan. Unit-unit peralatan jauh lebih banyak dan kompleks.



Gambar 2 : Proses Pengolahan Lumpur aktif  
(sumber : Febrina, 2012)

Proses lumpur aktif adalah proses pengolahan limbah cair dalam keadaan aerob dengan menggunakan mikroorganisme yang berupa endapan lumpur pada tangki aerasi. Reaksi dekomposisi/degradasi bahan organik secara aerob dan reaksi pertumbuhan mikroorganisme yang terjadi dalam sistem pengolahan air limbah ditunjukkan sebagai berikut:



Dengan demikian proses dekomposisi bahan organik terjadi bersamaan dengan pertumbuhan mikroorganisme.

Pada proses lumpur aktif influen masuk kedalam tangki aerasi, terjadi pencampuran antara mikroorganisme dan udara dengan air limbah yang masuk. Bakteri, protozoa, algae, fungi berkembang biak dengan sumber nutrisi dari bahan dalam limbah dan secara langsung menguraikan bahan organik yang ada. Pertumbuhan mikroorganisme tersebut menyebabkan

penggumpalan“ flok “ dan pembentukan lumpur aktif. Setelah beberapa jam campuran air limbah dan lumpur aktif dialirkan ketangki pengendap. Flok yang massa jenisnya berat akan terendapkan dan air yang telah diolah bisa dipisahkan dengan metode gravitasi saja (Febrina, 2012). Sebagian mikroorganisme yang ada dalam tangki pengendap diambil dan dikembalikan kedalam tangki aerasi untuk proses penguraian bahan organik kembali dan sebagian lagi dibuang sebagai limbah padat untuk menjaga agar sistem tetap sesuai dengan desain (Muslimin, 1996: 116-117).

### C. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan suatu proses pirolisis dengan cara memanaskan pada suhu 400-900°C yang meninggalkan karbon sebagai residu. Pirolisis adalah penguraian termal senyawa organik tanpa kehadiran oksigen. Bila molekul organik dipanaskan pada temperatur tinggi, ikatan sigma karbon- karbon akan putus dan molekul terpecah menjadi fragmen-fragmen radikal bebas (Fessenden jilid 1, 1982: 237). Tujuan karbonisasi yaitu untuk menghilangkan zat-zat yang mudah menguap (*volatile matter*) yang terkandung pada bahan dasar. Bahan dasar yang telah melalui proses karbonisasi sudah memiliki pori-pori (Hendra, 2008).

### D. Aktivasi

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan

sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring, 2003). Selama proses aktivasi terjadi pergeseran pelat heksagonal, yang semula tingkat keteraturannya tinggi (kristalin) menjadi tidak beraturan (amorf) dan dimensi kristalinitasnya mengalami penataan ulang. Semakin besar konsentrasi zat aktivasi maka daya serap adsorben yang dihasilkan semakin besar, tetapi pada penggunaan konsentrasi yang terlalu tinggi akan mendegradasi atau merusak struktur adsorben yang mengakibatkan daya serap adsorben menurun, Salamah (2008).

#### **E. Kalium Hidroksida ( KOH)**

Kalium Hidroksida (KOH) berupa kristal padat berwarna putih. Dalam perdagangan KOH disediakan dalam 2 bentuk, yaitu teknis dan p.a (pro analyst). KOH p.a biasanya lebih mahal karena kadar kemurniannya lebih tinggi.

Sifat kimia dan fisika Kalium hidroksida adalah sebagai berikut :

##### **1. Sifat Kimia**

- a. Termasuk dalam golongan basa kuat, sangat larut dalam air
- b. Bereaksi dengan  $\text{CO}_2$  di udara membentuk  $\text{K}_2\text{CO}_3$
- c. Bereaksi dengan asam membentuk garam dan air
- d. Bereaksi dengan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  membentuk  $\text{AlO}_2^-$
- e. Bereaksi dengan halida (X) menghasilkan KOX dan asam halida yang larut dalam air
- f. Bereaksi dengan trigliserida membentuk sabun dan gliserol

g. Bereaksi dengan ester membentuk garam dan senyawa alkohol

2. Sifat fisika :

- a. Berat molekul, gr/mol : 56.10564
- b. Titik lebur pada 1 atm, °C : 360
- c. Titik didih pada 1 atm, °C : 1320
- d. Densitas, gr/cm<sup>3</sup>: 2.044
- e.  $\Delta H_f^\circ$  kristal kj/mol : -114.96
- f. Kapasitas panas 0°C, j/K mol : 0.75
- g. Kelarutan di dalam air (25 °C) : 1100 g/L

## F. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan terjerapnya suatu zat (molekul atau ion) pada permukaan adsorben. Molekul yang terikat di permukaan disebut adsorbat, sedangkan zat yang mengikat adsorbat disebut adsorben. Proses ketika pengikatan molekul tersebut disebut adsorpsi. Pelepasan molekul dari permukaan adsorben disebut desorpsi (Masel, 1996:108).

Mekanisme adsorpsi tersebut dapat dibedakan menjadi dua yaitu, adsorpsi secara fisika (fisisorpsi) dan adsorpsi secara kimia (kemisorpsi) (Atkins, 1999)

a. Adsorpsi fisik ( physical adsorption )

Adsorpsi fisik berhubungan dengan gaya Van der Waals dan merupakan suatu proses dapat balik (*reversible*). Panas adsorpsi kecil sekitar 5 kcal/mol. Serapan menurun dengan meningkatnya temperatur. Peningkatan tekanan meningkatkan adsorpsi dan penurunan tekanan menyebabkan

proses desorpsi. Membentuk lapisan multimolekul pada permukaan adsorben.

b. Adsorpsi kimia (chemisorption )

Interaksi adsorbat dengan adsorben melalui pembentukan ikatan kimia (ikatan kovalen). Kemisorpsi terjadi diawali dengan adsorpsi fisik, yaitu partikel-partikel adsorbat mendekat ke permukaan adsorben melalui gaya Van der Waals atau melalui ikatan hidrogen dan diikuti proses adsorpsi secara kimia. Pada kemisorpsi terjadi ikatan kimia yang kuat antara permukaan dengan molekul adsorbat sehingga bersifat *irreversible*. Panas adsorpsi yang dihasilkan dalam kemisorpsi lebih besar daripada fisisorpsi, yaitu sekitar 20- 100 kcal/mol. Serapan meningkat dengan meningkatnya temperature. Membentuk lapisan unimolekul.

### **Isoterm Adsorpsi Langmuir**

Isoterm adsorpsi yaitu persamaan yang menunjukkan banyaknya zat yang teradsorpsi dipermukaan adsorben pada berbagai konsentrasi dan temperatur dalam fasa gas atau larutan.

### **Isotherm Langmuir**

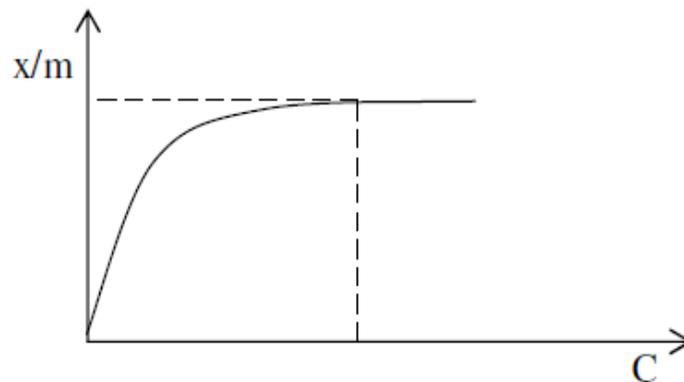
Isoterm adsorpsi Langmuir didasarkan atas beberapa asumsi, yaitu:1). Adsorpsi hanya terjadi pada lapisan tunggal (monolayer) 2). Panas adsorpsi tidak tergantung pada penutupan semua situs dan permukaan. Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat diturunkan secara teoritis dengan menganggap

terjadinya kesetimbangan antara molekul-molekul zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben dengan molekul molekul zat yang tidak teradsorpsi.

Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{C}{x/m} = \frac{1}{(x/m)_{\text{mak}} k} + \frac{1}{(x/m)_{\text{mak}}} C \quad \dots\dots\dots (1)$$

C merupakan konsentrasi adsorbat dalam larutan, x/m adalah konsentrasi adsorbat yang terserap per gram adsorben, k adalah konstanta yang berhubungan dengan afinitas adsorpsi dan (x/m)<sub>mak</sub> adalah kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dapat disajikan seperti pada Gambar 3



Gambar 3. Grafik Isoterm Adsorpsi Langmuir

### **Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi**

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses Adsorpsi diantaranya :

a. Luas permukaan

Semakin besar luas permukaan akan memberikan bidang kontak yang lebih besar antara adsorben dan adsorbat ( terjadi tumbukan efektif ) sehingga

adsorbat dapat terserap lebih banyak dan kapasitas adsorpsi akan semakin besar.

b. pH

Harga pH mempengaruhi perubahan distribusi muatan pada permukaan mineral sebagai akibat terjadinya reaksi protonasi ataupun deprotonasi pada pori aktif pada adsorben

c. Suhu

Adsorpsi merupakan proses eksotermik, maka dalam kesetimbangan kapasitas adsorpsi akan menurun sejalan dengan kenaikan suhu.

d. Waktu kontak

Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik, namun pada kondisi tertentu akan stabil karena sudah jenuh sehingga terjadi proses kesetimbangan

e. Ukuran partikel

Semakin kecil ukuran partikel efisiensi penyerapan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena bertambahnya luas permukaan adsorben, sehingga ion-ion akan lebih banyak terserap pada permukaan.

## G. Kromium

Kromium merupakan logam transisi yang mempunyai nomor atom 24 dengan konfigurasi elektron  $[\text{Ar}] 4s^1 3d^5$ . Logam kromium memiliki massa atom 51,996 g/mol, massa jenis ( $20^\circ\text{C}$ ) sebesar  $7,19 \text{ g/cm}^3$ . Titik didih  $2665^\circ\text{C}$ , titik leleh

1875°C, jari-jari atom 128 pm dan tergolong logam yang mengkilap, keras serta tahan karat sehingga sering digunakan sebagai pelindung logam lain. Dalam lingkungan hidup, kromium ditemukan dalam bentuk kromium logam bivalen (reduktor), trivalen (stabil), dan heksavalen (oksidator) (Zahroh, 2010).

Dalam bentuk heksavalen, kromium terdapat sebagai  $\text{CrO}_4^{2-}$  dan  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , sedangkan bentuk trivalen terdapat sebagai  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $[\text{Cr}(\text{OH})]^{2+}$ ,  $[\text{Cr}(\text{OH})_2]^+$ , dan  $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ . Kedua bentuk kromium tersebut mempunyai karakteristik kimiawi yang sangat berbeda. Kromium heksavalen hampir semuanya berbentuk senyawaan anionik, sangat larut dalam perairan dan relatif stabil meskipun senyawaan ini merupakan agen pengoksidasi yang kuat didalam larutan asam.

Kromium heksavalen memiliki sifat yang lebih toksik dibandingkan dengan bentuk trivalennya. kromium heksavalen dapat menyebabkan kerusakan hati, ginjal, pendarahan di dalam tubuh, kerusakan saluran pernafasan dan kanker paru-paru, walaupun kasus keracunan kromium relatif sudah jarang karena peningkatan keselamatan di daerah industri.

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 hanya boleh mengandung kromium heksavalen maksimum 0.05 ppm.

Semakin tinggi nilai pH, maka kemampuan adsorpsi logam akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin besar pH akan mengubah  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  menjadi  $\text{Cr}^{3+}$  (Khotimah, 2010). Pada pH tinggi konsentrasi  $\text{OH}^-$

larutan juga tinggi sehingga ion Cr lebih mudah mengikat  $\text{OH}^-$  daripada berikatan dengan adsorben. Sebaliknya pada kondisi asam yang paling dominan adalah  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  yang memungkinkan serapan lebih tinggi akibat gaya elektrostatis antara bagian positif dari permukaan adsorben dan bagian negatif dari anion  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  (Weckhuysen, et. al, 1996 dalam Widihati 2012).

## H. SPEKTROSKOPI SERAPAN ATOM (SSA)

Spektroskopi Serapan Atom (SSA) adalah suatu metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metalloid yang pengukurannya berdasarkan serapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. Metode ini sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah (Skoog et al., 2000). Metode SSA berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom, atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas yang bersangkutan maka sebagian cahaya tersebut akan diserap dan intensitas serapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas logam yang berada pada sel. Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari:

**Hukum Lambert:** bila suatu sumber sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.

**Hukum Beer:** Intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut.

Dari kedua hukum tersebut diperoleh suatu persamaan:

$$A = \epsilon b c \quad \text{dan} \quad A = abc \quad \text{serta persamaan} \quad A = -\log T = \log \frac{P_0}{P}$$

Dimana:

$P_0$  = intensitas sumber sinar

$P$  = intensitas sinar yang diteruskan

$\epsilon$  = absorptivitas molar ( satuan c dalam Molar)

$b$  = panjang medium / panjangnya jalan sinar

$c$  = konsentrasi atom-atom yang menyerap sinar

$A$  = absorbansi

$T$  = Transmitan

$A$  = absorbsivity ( satuan c dalam g/L atau ppm)

Dari persamaan di atas, dapat disimpulkan bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi atom (Day & Underwood, 1989).

Setiap alat SSA terdiri atas tiga komponen yaitu:

1. Unit atomisasi (atomisasi dengan nyala dan tanpa nyala)
2. Sumber radiasi
3. Sistem pengukur fotometri

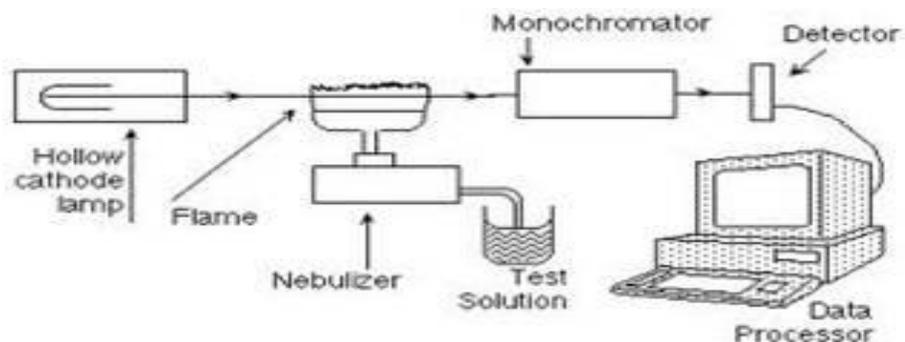
Untuk menganalisis sampel, sampel tersebut harus diatomisasi. Sampel kemudian harus diterangi oleh cahaya. Cahaya yang ditransmisikan kemudian

diukur oleh detektor tertentu. Sebuah sampel cairan biasanya berubah menjadi gas atom melalui tiga langkah:

1. Desolvation (pengeringan) – larutan pelarut menguap dan sampel kering tetap
2. Penguapan – sampel padat berubah menjadi gas
3. Atomisasi – senyawa berbentuk gas berubah menjadi atom bebas.

Sumber radiasi yang dipilih memiliki lebar spectrum sempit dibandingkan dengan transisi atom. Lampu katoda Hollow merupakan sumber radiasi yang paling umum dalam Spektroskopi Serapan Atom. Lampu katoda hollow berisi gas argon atau neon, silinder katoda logam mengandung logam untuk mengeksitasi sampel. Ketika tegangan yang diberikan pada lampu meningkat, maka ion gas mendapatkan energi yang cukup untuk mengeluarkan atom logam dari katoda. Atom yang tereksitasi akan kembali ke keadaan dasar dan memisakan cahaya sesuai dengan frekuensi karakteristik logam.

### Bagian-Bagian pada SSA



Gambar 4. Skema instrumen SSA  
( Sumber : Underwood, 1989)

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Komposisi kimia dari limbah lumpur industri *crumb rubber* PT. Kilang Lima Gunung Lubuk Begalung Padang yaitu silika, limestone, alumina, hermatit dan beberapa oksida logam sehingga berpotensi dijadikan sebagai adsorben
2. Kondisi serapan maksimum adsorben lumpur diaktivasi terhadap Cr (VI) terjadi pada pH 1 dan adsorben lumpur segar terjadi pada pH 2 dengan waktu kontak 120 menit dan konsentrasi larutan optimum masing-masing adsorben 70 mg/L.
3. Data hasil penelitian sesuai dengan kurva Langmuir yaitu jika diplot  $C/m$  sebagai fungsi  $C$  maka didapatkan kurva linear sehingga konstanta afinitas serapan dan kapasitas serapan maksimumnya adsorben dapat diketahui dengan menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir yaitu 0.1529 dan 2.232 mg/g untuk lumpur diaktivasi dan 0.846 dan 2.075 mg/g untuk adsorben lumpur segar.

**B. Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan disarankan agar penggunaan limbah lumpur industri *crumb rubber* sebagai adsorben digunakan dalam keadaan segar agar lebih praktis dan ekonomis.