



**PENGARUH PENGGUNAAN FERI SULFAT
SEBAGAI KOAGULAN UNTUK PENGOLAHAN
LIMBAH INDUSTRI KULIT DENGAN ADSORBEN
ZEOLIT ALAM**

TUGAS AKHIR II

**Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Studi Strata 1
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Sains**

**Oleh:
Yuliana Tri Wahyuni
4350402033**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2007**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir II ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke Sidang Panitia Ujian Tugas Akhir II.

Semarang,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra latifah, M.Si.
NIP. 131931627

F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si.
NIP. 132158472



HALAMAN PENGESAHAN

Telah dipertahankan di hadapan Sidang Panitia Ujian Tugas Akhir II
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang,
pada:

Hari :

Tanggal :

Panitia Ujian

Ketua

Drs. Kasmadi Imam S, M.S
NIP. 130781011

Penguji I

Dra. Sri Mantini RS, M.Si
NIP. 130529945

Sekretaris,

Drs. Sigit Priatmoko, M.Si
NIP. 131965839

Penguji II
(pembimbing I)

Dra. Latifah., M.Si
NIP. 131931627

Penguji III
(pembimbing II)

F. Widhi Mahatmanti., S.Si, M.Si
NIP. 132158472

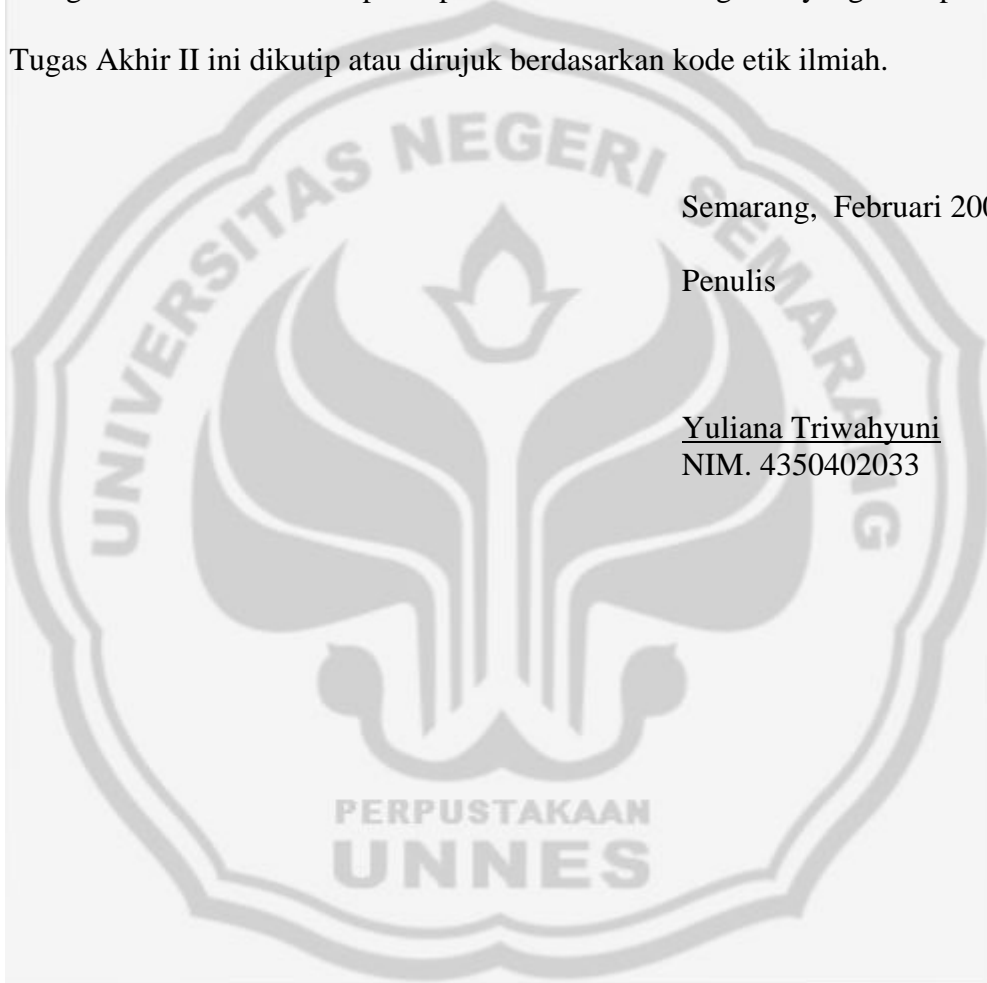
HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam Tugas Akhir II ini benar-benar masih karya saya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain, baik sebagian atau keseluruhan pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam Tugas Akhir II ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Februari 2007

Penulis

Yuliana Triwahyuni
NIM. 4350402033



Motto

† Serahkan kekuatiranmu kepada Tuhan, maka Ia akan memelihara engkau! Tidak untuk selama-lamanya dibiarkannya orang benar itu goyah. (Mazmur 55: 23)

† Sesungguhnya Allah itu baik bagi mereka yang tulus hatinya, bagi mereka yang bersih hatinya.
(Mazmur 71: 1)

† Karena perintah itu pelita, dan ajaran itu cahaya dan teguran yang mendidik itu jalan kehidupan (Amsal 6: 23)

Persembahan:

Aku persembahkan karya kecilku ini untuk:

- ✿ Bapak dan ibu yang telah memberikan dukungan doa dan kasih sayang selama ini
- ✿ Kakakku tersayang, terimakasih atas dukungannya.
- ✿ Seseorang yang selalu ada dihatiku yang jauh disana.
- ✿ Seseorang yang selalu memberikan inspirasi bagi hidupku
- ✿ Sahabat- sahabatku
- ✿ Rekan-rekan kimia 2002
- ✿ Teman- teman kost Panji Sukma 2

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yesus Kristus atas limpahan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir II dengan judul “Pengaruh Penggunaan Feri Sulfat Sebagai Koagulan Untuk Pengolahan Limbah Industri Kulit Dengan Adsorben Zeolit Alam”

Tugas Akhir II ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains 1 (S1) di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir II ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Kepala Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Dosen pembimbing I Dra. Latifah, M.Si, yang telah memberikan pengarahan dalam penelitian maupun dalam penyusunan Tugas Akhir II ini.
5. Dosen Pembimbing II F. Widhi Mahatmanti, S.Si, M.Si, yang telah memberikan bimbingan penyusunan Tugas Akhir II ini.
6. Dra. Sri Mantini, M.Si, penguji utama yang telah memberi arahan, kritik dan masukan sehingga Tugas Akhir II ini menjadi lebih baik.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir II ini.

Penulis berharap Tugas Akhir II ini bermanfaat bagi pembaca pada khususnya dan pengembangan ilmu kimia pada umumnya.

Semarang,

Penulis



ABSTRAK

Triwahyuni Yuliana, 2006. Pengaruh Penggunaan Feri sulfat Sebagai Koagulan Untuk Pengolahan Limbah Industri Kulit Dengan Adsorben Zeolit Alam. Tugas Akhir II. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.

Industri Penyamakan kulit menghasilkan limbah krom yang berbahaya apabila krom trivalen yang digunakan dalam proses penyamakan teroksidasi menjadi krom heksavalen yang mempunyai toksisitas tinggi. Limbah yang bersifat racun ini dapat diolah dengan menggunakan feri sulfat yang berfungsi sebagai koagulan. Tujuan penggunaan koagulan ini adalah untuk menggumpalkan komponen-komponen yang ada dalam air limbah sehingga mudah dipisahkan. Untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam penelitian ini juga akan digunakan zeolit alam yang berfungsi sebagai adsorben. Dimana setelah limbah dikoagulasi dengan feri sulfat akan dilanjutkan dengan proses adsorpsi dengan zeolit alam.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen sebagai variabel bebas adalah massa feri sulfat, massa kapur (CaO), pH limbah. Variabel terikat adalah massa krom yang teradsorpsi. Variabel terkendali adalah massa zeolit alam teraktivasi, suhu, tekanan, reaksi yang terjadi. Kadar krom yang teradsorpsi dihitung dari konsentrasi krom awal dikurangi konsentrasi krom yang terserap dengan menggunakan spektroskopi serapan atom (SSA).

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa pH yang paling baik untuk mengadsorpsi limbah adalah pada pH 6 dengan kemampuan koagulasi 99, 88 %, dan massa feri sulfat 0,4 gram. Penggunaan zeolit alam dalam penelitian ini tidak mengurangi ataupun menambah adsorpsi logam Cr. Jadi Zeolit alam dan feri sulfat tidak dapat digunakan secara bersama-sama.

Kata kunci : Krom, Feri sulfat, zeolit alam.

PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Persetujuan Pembimbing.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pernyataan.....	iv
Motto dan Persembahan.....	v
Kata Pengantar	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Permasalahan	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	5
E. Sistematika Tugas Akhir.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
A. Industri Penyamakan Kulit.....	7
B. Krom	16
C. Zeolit	18
D. Adsorpsi	21

E. Koagulasi dan Flokulasi.....	23
F. Koagulan Feri Sulfat	26
G. Kapur Tohor (CaO).....	27
H. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	27
I. Sinar IR	29
J. Sinar X	31
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Populasi dan Sampel	33
B. Variabel Penelitian.....	33
C. Rancangan Penelitian.....	33
D. Diagram Kerja.....	37
E. Analisis Data	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Karakteristik Limbah Penyamakan Kulit.....	39
B. Aktivasi Zeolit.....	39
C. Karakteristik Zeolit	41
D. Pembuatan Kurva Kalibrasi Cr	44
E. Pengaruh pH Pada Proses Koagulasi	45
F. Pengaruh Penggunaan Feri Sulfat	46
G. Pengaruh Penggunaan Zeolit Alam Teraktivasi.....	48
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	50
B. Saran.....	50

DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN- LAMPIRAN.....	53



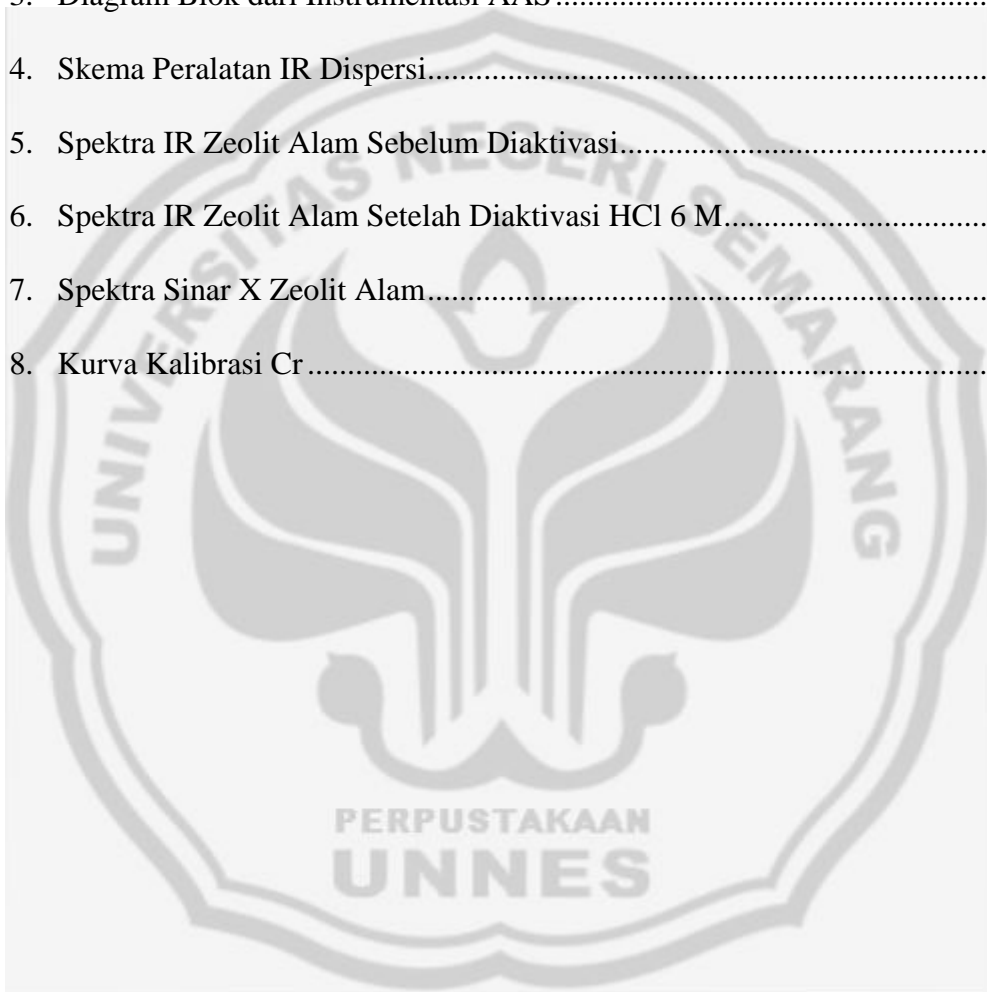
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jenis Zeolit yang Ditemukan Di Indonesia	19
2. Pengaruh pH Dalam Proses Koagulasi	45
3. Pengaruh Konsentrasi Feri Sulfat dan CaO dalam Koagulasi	46
4. Pengaruh Penggunaan Zeolit Alam Teraktivasi Dalam Mengadsorpsi Limbah Industri Kulit.....	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tetrahedra Alumina dan Silika pada Struktur Zeolit	18
2. Proses Koagulasi	25
3. Diagram Blok dari Instrumentasi AAS	28
4. Skema Peralatan IR Dispersi.....	31
5. Spektra IR Zeolit Alam Sebelum Diaktivasi.....	41
6. Spektra IR Zeolit Alam Setelah Diaktivasi HCl 6 M.....	41
7. Spektra Sinar X Zeolit Alam.....	43
8. Kurva Kalibrasi Cr	44



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pembuatan Reagen	53
2. Diagram Alir Kerja	57
3. Diagram Cara Kerja	58
4. Diagram Proses penyamakan Kulit.....	60
5. Baku Mutu Limbah Penyamakan Kulit	61
6. Baku Mutu Limbah Cair	62
7. Spektra IR Zeolit Alam Sebelum Diaktivasi.....	64
8. Spektra IR Zeolit Alam Sesudah Diaktivasi HCl 6 M.....	65
9. Spektra Sinar X Zeolit Alam Sebelum Diaktivasi	71
10. Spektra Sinar X Zeolit Alam Setelah Diaktivasi HCl 6 M	75
11. Hasil Analisis AAS Limbah Awal	77
12. Hasil Analisis AAS Limbah Krom	78
13. Hasil Analisis AAS Besi (Fe)	79

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG MASALAH

Perkembangan di berbagai sektor industri di Indonesia semakin pesat. Hal itu membawa pengaruh positif tetapi juga membawa dampak negatif pada lingkungan, yaitu terjadinya pencemaran lingkungan. Salah satunya adalah buangan limbah cair industri penyamakan kulit. Limbah cair pada industri penyamakan kulit merupakan limbah yang berbahaya bagi lingkungan. Industri penyamakan kulit menghasilkan limbah yang berbahaya apabila logam krom yang dihasilkan yang berupa krom trivalen teroksidasi menjadi krom heksavalen yang sangat beracun.

Pada proses penyamakan kulit, ditambahkan garam krom yang berfungsi untuk menstabilkan kolagen di dalam kulit dan memblokir reaksi kimia. Selanjutnya penambahan garam krom pada proses penyamakan kulit, mengakibatkan proses penyamakan kulit yang semula membutuhkan waktu berhari-hari dapat dilakukan dalam waktu beberapa jam saja.

Garam krom yang ditambahkan tidak sepenuhnya terikat pada kolagen kulit. Sisa krom yang tidak terpakai akan kembali terlarut dalam air sisa. Air sisa ini kemudian dialirkan ke unit pengolahan limbah. Limbah jika tidak segera diolah akan sangat berbahaya bagi lingkungan, karena masih mengandung logam krom dengan konsentrasi yang cukup tinggi.

Krom merupakan logam berat yang dinyatakan sebagai polutan yang toksis dan berbahaya bagi lingkungan karena sifatnya yang sukar terurai oleh mikroorganisme. Sifat inilah yang menyebabkan logam berat dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh makhluk hidup yang dapat keracunan secara akut dan kronis bahkan dapat menyebabkan kematian.

Pengolahan limbah cair dalam proses produksi dimaksudkan untuk meminimalkan volume limbah dengan konsentrasi dan toksisitas yang juga minimal. Pengolahan limbah cair setelah proses produksi dimaksudkan untuk menghilangkan/ menurunkan kadar bahan pencemar yang terkandung didalamnya sehingga limbah cair memenuhi syarat untuk dibuang.

Proses pengolahan limbah cair yang saat ini telah banyak dilakukan oleh pabrik secara kimia yaitu, koagulasi menggunakan bahan kimia seperti fero sulfat (Fe_2SO_4), kapur (CaCO_3), alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), PAC (*Poli Alluminium Chloride*), Feri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) dan polielektrolit (Purwiyati, Evi. 2004). Pada proses ini koagulan digunakan untuk menggumpalkan bahan-bahan yang ada dalam air limbah menjadi flok yang mudah untuk dipisahkan yaitu dengan cara diendapkan, diapungkan dan disaring.

Salah satu jenis koagulan yang biasa digunakan untuk mengolah limbah adalah koagulan Feri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$). Koagulan Feri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), bekerja efektif pada rentang pH yang lebar dan merupakan koagulan yang efektif untuk menghilangkan warna pada pH rendah. Pada pH tinggi bisa digunakan sebagai koagulan besi dan mangan dan sebagai koagulan pada proses pengendapan (Hammer, 1986). Penambahan koagulan

kimia dapat menghilangkan zat warna hingga 90-98 % pada pH optimum 5-6. (Purwiyati evi, 2004).

Potensi Zeolit alam Indonesia sangat besar dan tersebar luas di banyak lokasi, sehingga mudah untuk diperoleh. Dari hasil-hasil penelitian terdahulu diketahui bahwa, zeolit alam Indonesia mengandung alumina-silika amorf, kristal modernit dan kristal klipnoptilolit. Apabila zeolit alam ini diaktivasi dan dimodifikasi, zeolit alam Indonesia akan memiliki kualitas yang baik untuk digunakan sebagai katalis, penyerap dan penukar ion.

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumino silikat terhidrasi dengan mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka 3 dimensi. Ion-ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur Zeolit dan dapat menyerap air secara reversible. Struktur Zeolit yang sangat terbuka terdiri dari rongga dan pori isi, diisi oleh air dan kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori tertentu. Oleh sebab itu zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekul, penukar ion, penyerap bahan, dan katalisator. (Syoufian, 2001)

Dengan mempertimbangkan bahaya limbah dari industri penyamakan kulit bagi kesehatan maka dalam penelitian ini akan digunakan feri sulfat sebagai koagulan untuk mengolah limbah. Diharapkan logam krom akan mengendap membentuk senyawa $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$. Mengingat bahwa zeolit alam sangat melimpah di Indonesia, sehingga mudah didapatkan maka dalam penelitian ini juga akan digunakan zeolit alam sebagai adsorben untuk mengadsorpsi limbah yang masih tersisa dalam filtrate. Setelah proses

koagulasi diharapkan limbah akan dapat terserap maksimal dengan penggubungan antara feri sulfat dan zeolit alam yang bersifat sangat baik sebagai adsorben karena zeolit memiliki banyak pori yang dapat dipertukarkan dengan logam krom dari limbah penyamakan kulit. Selama ini telah banyak penggunaan zeolit alam sebagai adsorben untuk menyerap logam berat salah satunya adalah cadmium (Cd). (Harlinawati Dina.2004).

B. PERMASALAHAN

Berdasarkan uraian diatas, permasalahan yang timbul dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan koagulan Feri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) terhadap kemampuan mengkoagulasi logam kromium dari limbah industri penyamakan kulit.
2. Bagaimana pengaruh penggunaan koagulan Feri Sulfat dan zeolit alam teraktivasi terhadap kemampuan adsorpsi logam kromium dari limbah industri penyamakan kulit
3. Bagaimana hubungan kesinergisan antara Feri Sulfat dan Zeolit alam teraktivasi untuk mengolah limbah industri penyamakan kulit.

C. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari pengaruh penggunaan koagulan Feri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) terhadap kemampuan mengkoagulasi logam kromium dari limbah industri penyamakan kulit.

2. Mempelajari pengaruh penggunaan Feri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) dan Zeolit alam teraktivasi terhadap kemampuan adsorpsi logam kromium dari limbah penyamakan kulit.
3. Mempelajari hubungan kesinergisan penggunaan Feri Sulfat dan Zeolit alam teraktivasi untuk pengolahan limbah industri penyamakan kulit.

D. MANFAAT PENELITIAN

1. Memberikan informasi tentang pengaruh penggunaan Feri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) terhadap kemampuan mengkoagulasi logam kromium dari limbah industri penyamakan kulit.
2. Memberikan informasi tentang pengaruh penggunaan koagulan Feri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) dan zeolit alam teraktivasi terhadap kemampuan adsorpsi logam kromium limbah industri penyamakan kulit
3. Memberi informasi tentang metode yang efektif dan efisien untuk pengolahan limbah industri, terutama limbah industri penyamakan kulit.

E. SISTEMATIKA TUGAS AKHIR

Untuk memberikan gambaran isi dari penelitian ini, maka garis besar sistematika tugas akhir II ini adalah sebagai berikut:

A. Bagian pendahuluan

Bagian ini terdiri dari halaman judul, halaman judul, halaman pengasahan, sari, halaman motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar table, daftar gambar dan daftar lampiran.

B. Bagian isi

Bagian ini terdiri dari lima bab, yaitu :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang alasan pemilihan judul, permasalahan, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika tugas akhir.

BAB II. LANDASAN TEORI

Landasan teori berisi landasan teori yang digunakan dalam penelitian, yaitu tinjauan pustaka tentang industri penyamakan kulit, tinjauan pustaka tentang logam krom, tinjauan pustaka tentang Zeolit, tinjauan pustaka tentang adsorpsi, tinjauan pustaka tentang koagulasi dan flokulasi, tinjauan pustaka tentang spektrofotometri serapan atom (SSA), tinjauan pustaka tentang sinar IR, tinjauan pustaka tentang sinar X.

BAB III. METODE PENELITIAN

Penelitian, variable penelitian, metode penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti di laboratorium kimia FMIPA UNNES.

BAB V. PENUTUP

Penutup ini berisi simpulan dan saran.

C. Bagian Akhir

Bagian ini terdiri dari daftar pustaka dan lampiran- lampiran.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Industri penyamakan kulit

Industri penyamakan kulit adalah industri yang mengolah berbagai macam kulit mentah, kulit setengah jadi (kulit pikel, kulit keras) menjadi kulit jadi (*Finish leather*). Sebagai bahan baku produk kulit (sepatu, tas, jaket, dan lain-lain). Dalam tahapan proses pengolahan limbah cair, padat dan debu, apabila limbah tersebut tidak dikelola secara baik dan benar akan menimbulkan gangguan bagi kesehatan manusia dan pencemaran lingkungan.

Sebelum kulit binatang tersebut digunakan harus disamak terlebih dahulu. Penyamakan adalah proses atau cara untuk memasak atau memproses kulit binatang agar menjadi berwarna, tahan lama dan halus. Penyamakan dilakukan dengan cara menggarami dan mengeringkan kulit tersebut. Seiring dengan kemajuan teknologi penyamakan dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan kimia serta dilakukan dalam skala industri. Salah satu bahan kimia yang lazim digunakan pada proses penyamakan kulit saat ini adalah dengan menggunakan garam krom. Penyamakan kulit dengan menggunakan garam krom biasa disebut dengan penyamakan kulit krom.

Proses penyamakan kulit mentah garaman (kulit yang telah diawetkan dengan cara dilumuri garam dapur), diawali dengan merendam dan mencuci kulit dengan air dalam suatu bejana sambil diaduk-aduk untuk menghilangkan kotoran, garam, dan darah selama 17- 48 jam. Tahap selanjutnya adalah menghilangkan bulu-bulunya dengan menambahkan kapur

yang berbentuk pasta dan larutan natrium sulfat, dibiarkan selama 3- 7 jam. Setelah 3- 7 jam kulit tersebut dilumuri dengan pasta kapur dan larutan natrium sulfat, bulu- bulu yang ada pada kulit dihilangkan dengan menggunakan alat mekanis.

Kulit yang telah digunakan bulunya kemudian dilakukan tahap pengapuran yang akan melarutkan kulit ari, sisa- sisa bulu dan bahan lainnya yang tidak diinginkan. Kulit lalu disimpan dalam bejana selama 24 jam. Kulit yang telah disimpan dalam bejana selama 24 jam kemudian pindahkan ke proses buang daging (*fleshing*) di mana kulit tersebut ditekan dengan sebuah penggiling, lalu dibelah oleh pisau yang terpasang dekat alat penggiling tersebut.

Kulit yang telah melalui tahap *flesing* kemudian, dipindahkan ke dalam sebuah drum kayu yang berputar untuk dinetralisasi dengan air bersih, garam amonium, enzim dan asam organik. Tahap selanjutnya adalah menambahkan adalah emulsifer, bahan penghilang lemak, garam, asam format dan asam sulfat untuk menurunkan pH menjadi 2,8- 3.

Kulit kemudian disamak dengan menggunakan krom sulfat ($\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ dan natrium bikarbonat secara berurutan dengan dicampur selama masing- masing 2 jam dan 6 jam. Kulit yang telah disamak kemudian disimpan selama 24 jam, lalu dilakukan tahap proses penyamakan. Tahap pasca penyamakan terdiri dari pembilasan dan proses penghilangan lemak. Setelah dilakukan tahap pasca penyamakan berarti kulit telah selesai disamak. Tergantung pada mutu dan pemakaian kulit yang diinginkan, kulit mungkin

harus disamak ulang, dinetralisasi dan dicuci. Setelah pasca penyamakan kulit mentah lalu diberi cat dasar, diminyaki agar kulit lemas, dicuci kemudian dikeringkan. (Johny Wahyuadi S, 1996). Menurut bahan penyamak yang digunakan dalam proses penyamakan kulit, maka penyamakan kulit dapat digolongkan menjadi beberapa macam sebagai berikut:

a. Penyamakan nabati

Beberapa tumbuhan yang digunakan sebagai bahan penyamak kulit adalah akasia, gambir, mangrova, quebraco, tara, dll. Bahan penyamak ini biasanya digunakan untuk membuat berbagai macam kulit: kulit sol, kulit tas koper, kulit pelana kuda, dan lain- lain.

b. Penyamakan minyak

Proses penyamakan ini dilakukan dengan menggunakan bahan penyamak yang berasal dari minyak ikan (*fish oil*). Biasanya sebelum kulit disamak dengan bahan minyak kulit disamak dulu dengan formalin.

c. Penyamakan sintesis

Bahan yang digunakan berasal dari bahan-bahan kimia organik. Bahan penyamak ini dapat memberikan warna putih atau kuning tua terhadap kulit jadinya.

d. Penyamakan mineral

Proses penyamakan ini dilakukan dengan menggunakan bahan penyamak mineral yaitu bahan penyamak Cr dan aluminium. Bahan penyamak Cr biasanya menggunakan garam Cr yang bervalensi (III).

Kondisi selama proses pengolahan kulit menyebabkan oksidasi Cr (III) menjadi Cr (VI). Dari hasil penelitian dari beberapa ahli (LGR-Germany, UNIDO) mengatakan bahwa dalam kondisi tertentu selama proses pengolahan kulit, baik perlakuan kimia maupun mekanis selama penyimpanan dalam gudang, maka Cr (III) tersebut dapat teroksidasi menjadi Cr (VI), yang dalam batasan tertentu akan membahayakan bagi kesehatan manusia maupun kelestarian lingkungan.

Adapun kondisi yang dapat menyebabkan teroksidasinya Cr (III) menjadi Cr (VI) antara lain :

- a. proses *retanning*, menggunakan kurang dari 4% bahan nabati (mimosa)
- b. penggunaan bahan pembantu pembasah, sebelum proses *dyeing* (amonia, sodium bikarbonat)
- c. proses netralisasi secara konvensional (NaHCO_3) dengan pemanasan 80°C , selama 24 jam
- d. proses *Fatliquoring* menggunakan bahan fatliquor mengandung asam lemak jenuh dan atau lemak natural, misalnya : minyak ikan (*sulonated fish oil*)
- e. perlakuan mekanik menggunakan panas $> 80^\circ\text{C}$, selama 48 jam
- f. kelembaban nisbi udara dalam penyimpanan dibawah 35 %.

(Suliestiyah wrd, 2003)

Dari uraian diatas dapat diketahui bahwa ada tidaknya Cr (VI) sangat dipengaruhi oleh:

1. bahan penyamak Cr yang digunakan
2. bahan netralisasi yang digunakan
3. pH akhir netralisasi
4. bahan fatliquor yang dipakai
5. perlakuan mekanik

B. Limbah Industri Penyamakan kulit

Secara garis besar limbah industri penyamakan kulit dapat dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Limbah cair
2. Limbah padat
3. Limbah gas

Limbah yang dihasilkan industri penyamakan kulit adalah sebagai berikut :

1. Warna dan bau

Buangan yang bersifat bau yang keluar dari proses *soaking* (perendaman) sampai dengan proses *deliming* (penghilangan kapur) berwarna kuning, coklat dan keruh serta berbau anyir dan busuk.

Bau busuk ini berasal dari pembusukan daging yang terikut dalam air limbah dan adanya gas hidrogen sulfida (H_2S) yang berasal dari zat natrium sulfida.

Gas ini timbul dalam suasana asam sehingga kadang- kadang disekitar pabrik tidak terasa bau tetapi justru diluar lingkungan pabrik bau busuk akan timbul.

Hal ini disebabkan karena pada lingkungan pabrik, buangan tersebut masih bersifat basa dan diluar lingkungan pabrik kemungkinan bercampur dengan air buangan dari sumber yang bersifat asam sehingga terjadi pembentukan gas

H₂S. Buangan asam yang berasal dari proses *Picking* (pengasaman) sampai dengan proses yang terakhir. Warna buangan asam ini hijau kebiruan yang menandakan air ini mengandung krom valensi tiga yang dipakai dalam penyamakan.

2. Padatan

Air buangan industri penyamakan kulit mengandung padatan terlarut dan tidak terlarut. Padatan terlarut berupa daging dan bulu yang dapat dipisahkan dengan penyaringan dan pengendapan. Sedangkan padatan terlarut berupa padatan yang dapat melewati penyaringan asbes atau gelas antara lain : garam dapur (NaCl), surfaktan, garam amonium sulfat.

3. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut adalah oksigen yang larut dalam air, berasal dari fotosintesis atau secara adsorpsi dari atmosfer ke larutan oksigen di dalam air rata – rata 7×10^3 ppm. Oksigen yang larut dalam air dapat mencapai kejenuhan pada suhu air tersebut, makin tinggi suhu air makin berkurang tingkat kejenuhan oksigen didalamnya, pada daerah tropis kelarutan oksigen dalam air pada udara terbuka hanya mencapai 7-8 ppm.

Air yang mengalami polusi yang berat dari bahan- bahan organik seperti halnya air buangan kulit, maka mikroorganisme yang akan mencernanya memerlukan oksigen dalam jumlah yang sangat banyak. Umumnya kandungan oksigen terlarut didalam air buangan industri kulit sangat rendah, bahkan mencapai nilai nol.

4. Garam NaCl

Garam NaCl adalah bahan terlarut yang banyak terdapat di dalam air buangan industri penyamakan kulit, terutama industri penyamakan kulit yang menggunakan bahan baku kulit garaman. Adanya air buangan yang mengandung NaCl merugikan karena dapat menyebabkan menurunnya kemampuan akar untuk menyerap air, sehingga tanaman akan mati dan pengaruhnya terhadap ikan adalah dapat menyebabkan kematian karena ikan mengalami tekanan fisiologis.

5. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD menunjukkan jumlah oksigen yang dilakukan oleh bahan pengoksidasi misalnya kalium dikromat untuk mengoksidasi bahan – bahan organik yang terdapat dalam air. Hasil uji COD pada umumnya mempunyai angka yang lebih tinggi dari pada uji BOD karena uji COD dapat mengoksidasi beberapa komponen yang tidak dapat dioksidasi dengan pertolongan mikroorganisme.

Dalam air buangan industri kulit uji COD memegang peranan penting karena mengandung zat – zat organik yang sukar dioksidasi oleh mikroorganisme dan juga air buangan yang tersebut mengandung zat yang bersifat racun bagi mikroorganisme.

6. Limbah Logam Krom

Sesuai dengan bahan penyamak yang digunakan yaitu krom sulfat, maka air buangannya juga mengandung krom karena tidak semua bahan penyamak dapat masuk kedalam kulit. Krom valensi 3 ini tidak begitu

berbahaya dibandingkan dengan krom valensi 6, akan tetapi krom valensi 3 apabila bertemu dengan oksidator dan kondisinya memungkinkan krom valensi 3 itu akan berubah menjadi krom valensi 6.

Adapun dampak penggunaan bahan penyamak Cr pada proses penyamakan kulit yang mengandung Cr (VI) serta pembuangan limbah padat terhadap kesehatan manusia dan lingkungan adalah sebagai berikut:

1.1. Kesehatan manusia

Resiko bagi tenaga kerja yang disebabkan oleh senyawa Cr (III) maupun Cr (VI) selalu ada, tetapi sangat berbeda pengaruhnya antara Cr (III) dan Cr (VI). Cr(III) mengandung racun berkadar rendah, sedangkan Cr (VI) mengandung racun berkadar tinggi. Cr (VI) menyebabkan kerusakan sel jaringan pada tubuh manusia, antara lain jaringan jantung, ginjal dan jaringan lendir pada hidung.

Cr yang diserap tubuh akan dikeluarkan melalui urine. Oleh karena itu indikator banyaknya Cr yang terserap dalam tubuh manusia dapat dideteksi oleh urine. Menurut beberapa hasil penelitian urine dari karyawan ditempat kerja dapat dibedakan sebagai berikut.

- nilai Cr dalam urine karyawan yang bekerja pada industri penyamakan kulit $\pm 0,3 \mu \text{ mol/L}$ ($< 0,05 \mu \text{ mol/L}$, normal)
- nilai Cr dalam ginjal karyawan yang bekerja pada industri penyamakan kulit $\pm 3 \mu \text{ mol/L}$ ($0,3 \mu \text{ mol/L}$, normal)

- nilai Cr dalam hati karyawan yang bekerja pada industri penyamakan kulit $\pm 1,3 \mu \text{ mol/L}$ ($0,5 \mu \text{ mol/L}$, normal)
 - nilai Cr dalam jantung karyawan yang bekerja pada industri penyamakan kulit $\pm 135 \mu \text{ mol/L}$ ($3,7 \mu \text{ mol/L}$, normal).
- (suliestiyah wrd , 2003)

Cr (III) pada konsentrasi tinggi $1 \mu \text{ mol/L}$ ternyata tidak mengakibatkan kerusakan pada sel ginjal dan hati.

1.2. Dampak pada air

Pada kondisi pH normal (7), senyawa Cr (III) dalam air tidak akan meracuni ikan, rumput laut dan bakteri yang hidup dalam air. Standar yang dikeluarkan oleh organisasi kesehatan dunia (WHO), kandungan Cr total untuk air minum adalah 50 mikromol perliter ($50 \mu \text{ mol/L}$).

1.3. Dampak pada tanah

Menurut hasil penelitian, Cr (III) yang terdapat pada dalam limbah lumpur yang digunakan untuk lahan pertanian, tidak akan mengakibatkan dampak yang buruk bagi tanah itu sendiri.

Pada saat lumpur yang mengandung Cr bercampur dengan tanah, yang teraerasi dengan baik akan menyebabkan timbulnya Cr (VI) dengan potensial rendah.

1.4. Dampak bagi kehidupan dalam tanah dan mikroorganisme

Cr (III) dengan konsentrasi 1.000 ppm dalam tanah, ternyata tidak menimbulkan gangguan pertumbuhan pada

mikroorganisme sampai batas waktu pengamatan 6 minggu. Tetapi Cr (III) dengan konsentrasi 10.000 ppm akan menutup transformasi nitrogen dalam tanah (cacing), ukurannya akan mengecil, cacing tanah dapat bertahan hidup dengan adanya kandungan Cr (III) 100 ppm dalam perutnya (Suliestiyah Wrd: 2003).

B. Krom

Krom adalah logam kristalin yang putih, tidak begitu liat dan tidak dapat ditempa.

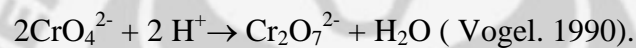
Logam krom memiliki titik lebur pada suhu 1765 ° C. Logam ini larut dalam asam klorida encer maupun pekat. Asam nitrat baik yang encer maupun yang pekat membuat krom menjadi pasif, begitu pula dalam sulfat pekat dingin dan air raja. (vogel : 1996).

Dalam larutan air, krom membentuk tiga jenis ion yaitu: kation – kation krom (II) dan krom (III) dan anion kromat dan bikromat dalam keadaan teroksidasi adalah + 6. Ion krom (II) oksida mengalami oksidasi menjadi krom (III). Ion ini membentuk larutan berwarna biru. Ion ini tidak stabil karena berupa pereduksi yang kuat. Oksigen dari atmosfer dengan mudah mengoksidasinya menjadi ion krom (III).

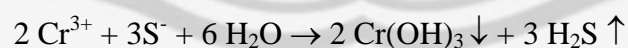
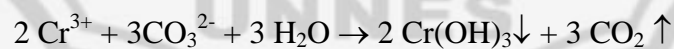
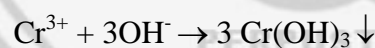
Ion krom (III) diturunkan dari dikromium trioksida (Cr_2O_3). Dalam larutan ion ini berwarna hijau atau lembayung. Dalam larutan hijau terdapat ion kompleks pentaakuomonoklorokrom (III) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$ atau tetraakuodiklorokrom (III) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$, sedangkan dalam larutan

lembayung adalah ion heksaakuokromat (III) $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$. (Vogel: 1990). Ion krom (III) selain ada dalam bentuk kompleks bermuatan positif ada juga dalam bentuk kompleks negatif seperti kompleks $[\text{CrCl}_6]^{3-}$, $[\text{Na}_3\text{CrCl}_6]^{3-}$, $[\text{K}_3\text{CrCl}_6]^{3-}$.

Dalam kromat, CrO_4^- atau dikromat $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ anion kromium adalah heksavalen dengan keadaan oksidasi +6. Ion ini mengalami reduksi dari kromium trioksida. Ion kromat berwarna kuning sedangkan dikromat berwarna jingga. Kromat mudah diubah menjadi dikromat dengan penambahan asam.



Dalam larutan netral/ basa ion kromat stabil, sedangkan jika diasamkan akan terdapat terutama ion- ion dikromat dan kromat yang merupakan zat pengoksidasi yang kuat. Dengan menambahkan natrium hidroksida, natrium karbonat dan ammonium sulfat akan terbentuk endapan kromium (III) hidroksida.



(Vogel. 1990)

Dalam larutan basa diatas $\text{pH} = 6$, CrO_3 membentuk ion CrO_4^{2-} kuning yang tetrahedral. Antara $\text{pH} 2 - 6$, HCrO_4^- dan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ yang merah jingga dalam kesetimbangan.

C. Zeolit

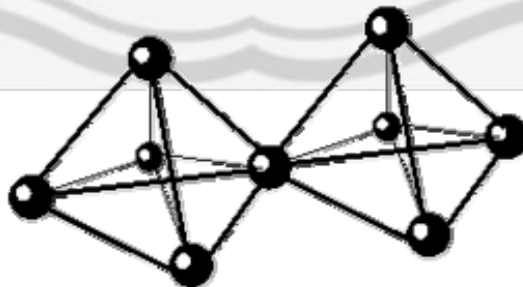
1. Pengertian, Struktur dan Sifat Zeolit

Mineral zeolit telah dikenal sejak tahun 1756 oleh Cronstedt ketika menemukan Stilbit yang bila dipanaskan seperti batuan mendidih (*boiling stone*) karena dehidrasi molekul air yang dikandungnya. Pada tahun 1954 zeolit diklasifikasi sebagai golongan mineral tersendiri, yang saat itu dikenal sebagai *molecularsieve materials*.

Pada tahun 1984 Professor Joseph V. Smith ahli kristalografi Amerika Serikat mendefinisikan zeolit sebagai :

“Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumino silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensi. Ion-ion logam tersebut dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara reversible”.

Zeolit biasanya ditulis dengan rumus kimia oksida atau berdasarkan satuan sel kristal $M_{c/n} \{ (AlO_2)_c (SiO_2)_d \} b H_2O$. (Smart, dkk, 2001). Dimana n adalah valensi kation M , c dan d adalah jumlah tetrahedron per unit sel , dan b adalah jumlah molekul air per unit sel.



Gambar 1. *Tetrahedra alumina dan silika (TO4) pada struktur zeolit* (Las, 2004)

Zeolit mampu menyerap atau menolak molekul secara selektif berdasarkan perbedaan ukuran, bentuk dan polaritas molekul. Sifat-sifat serapan zeolit dipengaruhi oleh muatan kation-kation yang terkoordinasi pada kerangka atom-atom oksigen. Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan jenis Zeolitnya. Ada berbagai macam jenis zeolit alam di Indonesia. Jenis zeolit yang ada di Indonesia dapat dilihat pada tabel

Tabel 1. Jenis Zeolit yang di temukan di Indonesia

Zeolit	Tahun penemuan	Komposisi Unit Sel	Mr
Khalbasit	1772	$\text{Ca}_2[(\text{AlO}_2)(\text{SiO}_2)_8] 18 \text{ H}_2\text{O}$	1120
Analsim	1784	$\text{Na}_{16}[(\text{AlO}_2)_{16}(\text{SiO}_2)_{32}] 16 \text{ H}_2\text{O}$	3520
Leumonit	1801	$\text{Ca}_4(\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}) 24 \text{ H}_2\text{O}$	2744
Phillipsit	1824	$(\text{K}, \text{Na})_{10}[(\text{AlO}_2)_{10}(\text{SiO}_2)_{22}] \text{ H}_2\text{O}$	2558
Heulandit	1785	$\text{Ca}_4 \text{ Al}_8 \text{ Si}_{16} \text{ O}_{48} 16 \text{ H}_2\text{O}$	2222
Mordenit	1864	$\text{Na}_8 [(\text{AlO}_2)_8(\text{SiO}_2)_{40}] 24 \text{ H}_2\text{O}$	3488
Klinoptilotit	1890	$\text{Na}_6 [(\text{AlO}_2)_6(\text{SiO}_2)_{30}] 24 \text{ H}_2\text{O}$	2724
Erionit	1890	$(\text{Ca Mg K}_2 \text{ Na})_{4,5} [(\text{AlO}_2)_9(\text{SiO}_2)_{27}] 27 \text{ H}_2\text{O}$	3379, 5
Ferrierit	1918	$(\text{K}, \text{Na})_2 (\text{Ca Mg})_2 [(\text{Al}_6 \text{ Si}_{30} \text{ O}_{12}] 18 \text{ H}_2\text{O}$	1770

(Rumidi, sukandar. 1999)

Zeolit sebagai adsorben dalam penelitian ini merupakan kristal alumino silikat dengan struktur rangka terdiri dari rongga yang ditempati ion-ion dan molekul-molekul air yang bebas bergerak sehingga

memungkinkan terjadinya pertukaran ion dan dehidrasi reversible. Pada temperatur ruangan dan kondisi kelembaban normal terdapat 3 komponen - komponen penyusun struktur zeolit yang berada dalam kesetimbangan, yaitu kerangka, kation, dan air. Struktur rangka utama zeolit berbentuk tetrahedron, pada pusat terdapat atom silikon atau aluminium yang dikelilingi oleh 4 atom oksigen. Masing- masing atom oksigen menghubungkan 2 tetrahedron sehingga terbentuk struktur yang kontinyu. Kation yang terdapat pada rongga mudah disubstitusi, kecuali untuk ion Si dan Al yang tidak dapat disubstitusi pada kondisi biasa (Tsitsihvili, 1992).

Banyak zeolit sintetik baru telah dikembangkan untuk katalisis, yaitu zeolit dengan kandungan silikat tinggi : ZMS- 5 (MF1) b (*Zeolit Socony Mobil*) dapat mempunyai perbandingan Si/Al antara 20 dan tak hingga, sejauh ini melampaui perbandingan 5-5 ditemukan dalam mordenite dan sebagian besar silikat secara alami menjadi zeolit mineral. Mengubah perbandingan Si/Al berarti mengubah isi kationnya, lebih sedikit adanya atom aluminium, lebih sedikit pula kation yang dapat dipertunjukkan. Zeolit yang mengandung silikat tinggi menjadikannya bersifat hidrofobik. Hal ini sesuai dengan sifat zeolit dan daya tarik - menariknya terhadap hidrokarbon.

(Smart, dkk 2001).

Pemanfaatan zeolit masih belum banyak diketahui secara luas. Pada saat ini zeolit di Indonesia dipasarkan masih dalam bentuk alam terutama pada pemupukan bidang pertanian.. (www. batan.go.id: 2005)

D. Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses fisika atau kimia yang disertai terakumulasinya zat padatan-cairan. Zat padat tersebut dapat berupa bahan alami (seperti permukaan tanah, endapan laut, atau sungai) atau dapat juga berupa anthropogenik alami (karbon aktif) (Michelcic, 1999).

Adsorpsi (penyerapan) adalah proses pemisahan yaitu komponen tertentu dari fasa fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben).(Harriot dkk,1999). Adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding pori atau pada letak-letak tertentu di dalam partikel itu. Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau karena perbedaan polaritas menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan itu lebih erat daripada molekul-molekul lain.

Adsorpsi terjadi karena molekul yang teradsorpsi pada permukaan mempunyai keadaan energi yang lebih rendah di atas permukaan jika dibandingkan ketika berada dalam fasa larutannya. Menurut tinjauan termodinamika molekul-molekul selalu memilih keadaan energi yang lebih rendah.

Interaksi molekul dengan permukaan dapat disebabkan oleh gaya fisika atau kimia. Gaya elektrostatik merupakan prinsip fisika dasar yang bertanggung jawab terhadap interaksi antara adsorbat dan adsorben. Gaya ini meliputi interaksi dipol-dipol, dispersi (gaya London) dan ikatan hidrogen (Michelcic, 1999).

Berdasarkan besarnya interaksi antara adsorben dan adsorbat, adsorpsi dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

1. adsorpsi fisik (fisisorpsi), cirinya:

- a. panas adsorpsi rendah (-10.000 kal/mol)
- b. melibatkan gaya-gaya intermolekuler (gaya Van Der Walls, ikatan hidrogen, dan sebagainya)
- c. kesetimbangan adsorpsi reversibel dan cepat
- d. adsorbat mudah dilepaskan dari permukaan

2. adsorpsi kimia (kemisorpsi), cirinya :

- a. panas adsorpsi tinggi
- b. terjadi dengan pembantuan senyawa kimia, sehingga ikatannya lebih kuat (melibatkan gaya ikatan valensi)
- c. kesetimbangan adsorpsi irreversibel
- d. adsorbat sukar dilepaskan dari permukaan (Oscik, 1982).

E. Koagulasi dan Flokulasi

Menurut Akers dalam Probandari (1996), koagulasi merupakan proses destabilisasi sistem dispersi koloid yang terjadi akibat penambahan elektrolit, yang menyebabkan reduksi gaya tolak lapisan ganda listrik pada permukaan padatan cairan. Sedangkan flokulasi adalah proses destabilisasi sistem koloid akibat kerja polielektrolit dengan berat molekul tinggi yang larut dalam fasa kontinyu.

Efisiensi koagulan timbul akibat kemampuannya membentuk kompleks poli inti ragam muatan dari larutan yang dapat meningkatkan adsorpsi antar molekul padatan koloid dan padatan polimer. Mekanisme yang berlangsung dalam koagulasi :

- a. kemampuan padatan ionik (*ionik layer compression*)
- b. adsorpsi dan penetralan muatan
- c. koagulasi sapan
- d. mekanisme titian (*bridging mechanism*).

Sebagian besar jenis kekeruhan yang dihasilkan zat yang ditemukan dalam air tidak mengendap, seperti contoh senyawa zat warna, partikel tanah liat, organisme mikroskopik dan materi organik dari penguraian tumbuhan atau sampah. Partikel ini disebut koloid, ukurannya berkisar 1-500 nm dan tidak terlihat jika menggunakan mikroskop biasa. Koloid digolongkan menjadi dua, yaitu koloid hidrofobik (benci air) dan hidrofilik (suka air)

Koloid hidrofilik stabil karena gaya tariknya terhadap molekul air lebih besar karena muatannya yang kecil. Contoh koloid hidrofilik adalah sabun,

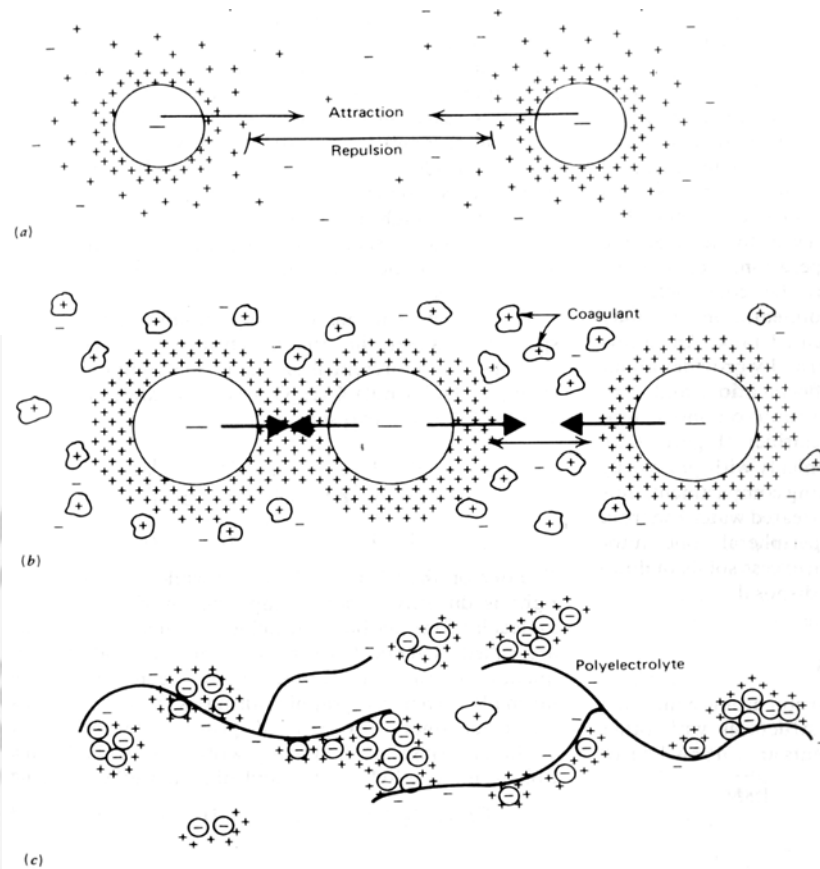
pati, deterjen sintetik, dan serum darah. Karena afinitasnya terhadap air maka mereka tidak mudah berpindah dari suspensi seperti koloid hidrofilik, dan koagulan yang jumlahnya 10-20 kali digunakan dalam pengolahan limbah (*water treatment*) secara konvensional untuk mengkoagulasi materi hidrofilik.

Partikel hidrofobik tidak memiliki afinitas terhadap air, stabilitasnya dalam suspensi tergantung pada muatan listrik. Contoh koloid hidrofobik adalah banyaknya materi organik dan anorganik dalam air keruh.. Masing-masing partikel terpisah karena adanya gaya tolakan (*repulsive*) elektrostatik dari ion positif yang terserap pada permukaan larutan.

Tujuan koagulasi kimia dalam pengolahan limbah adalah untuk mendestabilisasi kontaminan yang tersuspensi seperti partikel-partikel, membentuk flok yang mengendap. Destabilisasi koloid dalam hidrofobik disempurnakan dengan penambahan koagulan kimia seperti, garam aluminium dan besi. Besarnya muatan hidrolisis ion logam yang dihasilkan garam ini dalam larutan dapat menurunkan gaya tolakan antar koloid dengan kompresi difusi lapisan rangkap disekitar partikel.

Pengadukan menghasilkan kontak partikel dan gaya interaksi, menyebabkan partikel menempel satu sama lain menghasilkan gumpalan.

Bantuan koagulan digunakan untuk mempercepat proses flokulasi. Sebagai contoh, polimer organik mempunyai jembatan antar partikel dengan penempatannya pada adsorben permukaan koloid, menghasilkan banyak zat yang terflokulasi. Berikut ini adalah gambar proses koagulasi.



Gambar 2. Proses Koagulasi

Keterangan gambar : a) gaya yang bekerja pada koloid hidrofilik dalam suspensi stabil, b) kompresi muatan lapis rangkap pada koloid (destabilisasi) dengan penambahan koagulan, c) gumpalan yang dihasilkan dari koagulan dengan larutan garam logam dan polimer (Hammer, 1986).

Penghilangan kekeruhan dengan koagulasi bergantung pada jenis koloid dalam suspensi, temperatur, pH, dan komposisi zat kimia dalam air, jenis dan dosis koagulasi, derajat dan waktu pengadukan dan pembentukan flok.

F. Koagulan Feri Sulfat

Proses koagulasi dilakukan dengan cara penambahan bahan kimia (koagulan) yang mengikat bahan pencemar dalam air limbah sehingga mudah untuk dipisahkan. Koagulan logam yang biasanya digunakan dalam pengolahan limbah adalah :

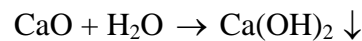
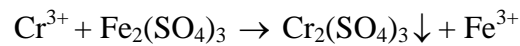
1. garam-garam aluminium, seperti aluminium sulfat, sodium aluminat, potasium alum, dan ammonia alum.
2. garam-garam dari besi, seperti feri sulfat, fero sulfat, feri sulfat terklorinasi dan feri sulfat.

Feri Sulfat, tersedia sebagai koagulan yang dijual di pasaran, berbentuk butiran berwarna merah kecoklatan, bersifat higroskopis, mudah larut dalam air dan terurai jika dipanaskan hingga suhu 480°C . (Hammer,1986).

Feri Sulfat merupakan koagulan yang efektif untuk penghilangan warna pada harga pH yang rendah, sedangkan pH tinggi bisa digunakan sebagai koagulan besi dan mangaan. Penghilangan zat warna limbah tekstil dapat dilakukan dengan penambahan Feri Sulfat dengan pengadukan 60 – 100 rpm selama 1 – 3 menit pada rentang pH 5 – 9. (forlink. dml. Or. 2000)

Reaksi antara koagulan feri sulfat dengan limbah krom dari industri kulit akan membentuk gel yang sulit untuk dipisahkan, oleh karena itu perlu di tambahkan CaO agar terbentuk flok sehingga mudah untuk dipisahkan. CaO disini juga berfungsi untuk membuat suasana asam basa dengan

bertambahnya konsentrasi OH^- , dimana reaksi antara CaO dan air akan menghasilkan Ca(OH)_2 . Reaksi- reaksi yang terjadi adalah:

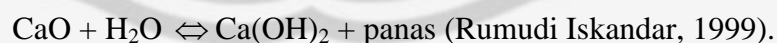


G. Kapur Tohor (CaO)

Kapur tohor dihasilkan dari batu gamping yang dikalsinasi, yaitu dipanaskan dalam dapur pada suhu $600^\circ \text{C} - 900^\circ \text{C}$. Kapur tohor ini apabila disiram dengan air secukupnya akan menghasilkan kapur padam (*hydrated/slaked quicklime*) dengan mengeluarkan panas. Pengkalsinasian batu gamping/ dolomit tersebut umumnya dilakukan dalam dapur tegak untuk produksi kecil- kecilan dan dalam dapur putar (kiln) untuk produksi besar-besaran. Sesuai dengan bahan bakunya maka kapur yang dihasilkan adalah:

- batu gamping: $\text{CaCO}_3 \Leftrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
- Dolomit : $\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3 \Leftrightarrow \text{CaOMgO} + \text{CO}_2$

Kapur tohor tidak dapat disimpan terlalu lama karena dengan air dan udara (kelembaban) akan menimbulkan panas. Reaksi kimianya adalah:



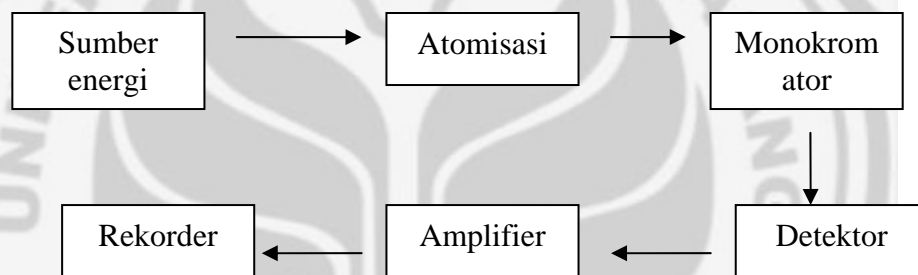
H. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

1. Prinsip-prinsip

Larutan Sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur dalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung unsur-unsur yang dianalisis. Beberapa di antara atom akan tereksitasi secara termal

oleh nyala, tetapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (*ground state*). Atom-atom *ground state* ini kemudian akan menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat dari unsur-unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorpsi oleh atom dalam nyala. Absorpsi ini mengikuti hukum Lambert-Beer, yaitu absorbansi berbanding lurus dengan panjang nyala yang dilalui sinar dan konsentrasi uap atom dalam nyala

2. Instrumentasi AAS



Gambar 3 : Diagram blok dari instrumentasi AAS.
(Sugiarto, eko: 1990)

a. Sumber Energi

Sumber energi ini berupa lampu HCL. Lampu ini merupakan sumber radiasi dengan spektra yang tajam dan mengemisikan gelombang monokromatis. Lampu ini terdiri dari katoda cekung yang silindris yang terbuat dari unsur yang akan ditentukan atau campurannya (*alloy*) dan anoda yang terbuat dari tungsten

b. Unit Atomisasi

Atomisasi dapat dilakukan dengan nyala api. Fungsi pokok nyala api adalah untuk mengubah unsur logam yang dianalisis menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan dasarnya.

c. Monokromator

Monokromator berfungsi untuk meneruskan panjang gelombang emisi dari lampu katode berongga yang diabsorpsi paling kuat oleh atom-atom dalam nyala api. dan menahan garis-garis emisi lain dari lampu katoda berongga yang tidak digunakan untuk analisis.

d. Detektor

Fungsi dari detektor adalah untuk mengubah energi sinar menjadi energi listrik.

e. Amplifier

Amplifier berfungsi sebagai penguat sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor.

f. Pencatat

Recorder (pencatat) berfungsi untuk menampilkan bentuk sinyal listrik menjadi satuan yang dapat dibaca.

I. Sinar IR

Sinar IR ditemukan pertama kali oleh William Herschel pada tahun 1800. Daerah inframerah (infra artinya di bawah) meliputi infra merah dekat, (*near infrared*, NIR) antara 20.000 s/d 4000 cm atau 0,5 s/d 2,5 um. IR

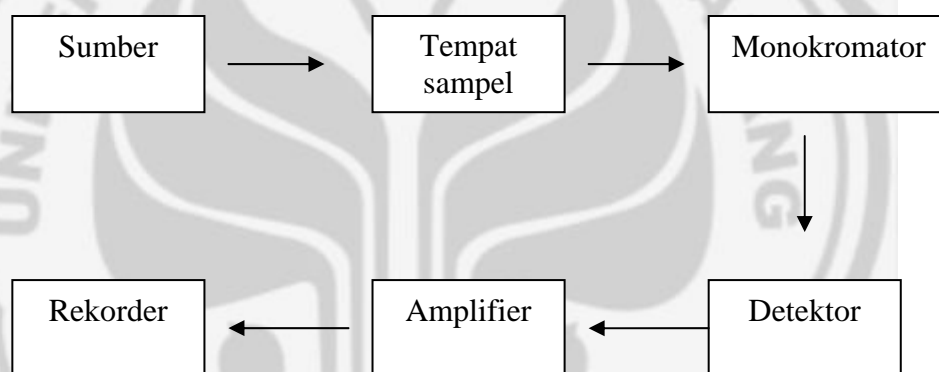
tengah s/d 4000 s/d 400 cm^{-1} atau 2,5 -25 dan inframerah jauh (*far infrared* FIR) berada pada 400 s.d 10 cm^{-1} atau 25- 1000 μm .

Bagian molekul yang sesuai bila berinteraksi dengan sinar IR adalah ikatan di dalam molekul. Proses interaksinya menghasilkan eksitasi vibrasi. Dalam aturan seleksi, proses interaksi positif (yang menyerap sinar IR) hanya terjadi pada molekul yang perubahan momen dipolnya tidak sama dengan nol aktif. Sedangkan yang perubahan momen dipolnya sama dengan nol misalnya molekul nitrogen tidak dapat menyerap sinar IR atau disebut IR tidak aktif .

Daerah yang paling berguna untuk mengenal struktur suatu senyawa adalah pada daerah 1-25 atau 10.000-400 cm^{-1} . (Dalam prakteknya satuan yang lebih umum dipakai adalah satuan frekuensi bukan satuan panjang gelombang). Seperti terlihat pada pembagian di atas, daerah overton berada pada daerah 4000-20000 cm^{-1} daerah vibrasi utama 200-4000 cm^{-1} (di daerah ini dibagi dua yaitu daerah frekuensi gugus 1350-4000 cm^{-1} dan daerah sidik jari 200-1350 cm^{-1}). Untuk molekul yang sangat sederhana yang menyerap energi sinar pada daerah IR-jauh, akan terjadi rotasi molekul. Syarat untuk terjadinya rotasi tersebut adalah cuplikan harus berwujud gas dan berkonsentrasi rendah (tekanan uap rendah). Pada kondisi ini molekul akan berputar bebas, dimana transisi dan rotasi juga akan disertai perubahan energi vibrasi dan pita vibrasi pada daerah IR akan menampakkan struktur halus rotasi.

Untuk ahli kimia organik fungsi utama dari spektrometri infra merah (IR) adalah untuk mengenal (*elucidate*) struktur molekul khususnya gugus fungsional beserta lingkungannya. Walaupun dengan berkembangnya

spektrometri magnetik inti (NIR), nampaknya IR menjadi kurang populer, dalam beberapa hal seperti pada daerah sidik jari (*finger print*), IR tetap lebih unggul untuk mengenal suatu struktur senyawa organik. Dengan diperkenalkannya teknik baru yaitu *Fourier Transform Infrared Spektroskopi* (*ftir*) serta digunakan computer, metoda IR seakan kembali. Aplikasi makin luas, terutama untuk daerah IR dekat ($4000\text{--}20.000\text{ cm}^{-1}$) dan dikembangkan gabungan IR dengan alat lainnya misalnya dengan kromatografi gas (*gc-ftir*). Berikut ini adalah skema peralatan IR dispersi.



Gambar 4: adalah skema peralatan IR dispersi.

J. Sinar X

Difraksi sinar x merupakan metode spektroskopi sinar x, yaitu metode analisis yang didasarkan pada interaksi antara materi dengan radiasi elektro magnetik sinar x. Dasar dari metode ini yaitu pengukuran radiasi sinar x yang didefraksi oleh bidang kristal. Hal ini sesuai dengan hipotesis Laue : “ Jika sinar x dengan panjang gelombang yang jarak, antara bidang kristal (d), maka akan didifraksikan oleh bidang kristal tersebut.”. (Triwahyuni, endang, 2003 : 8) Dalam penelitian ini digunakan sampel

bubuk / serbuk dari monolit yang telah diuji irresabilitas, karena dalam bentuk serbuk, semua bidang kristal yang ada dapat terorientasi sedemikian rupa sehingga dapat mendifraksi sinar X.

Difraksi sinar x pada penelitian ini digunakan untuk menganalisis struktur hasil stabilisasi, yaitu mengetahui perubahan struktur padatan yang terjadi selama proses stabilisasi



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan objek yang diteliti. Populasi dalam penelitian ini adalah limbah Industri penyamakan kulit dari proses picking tanning. Sampel adalah sebagian atau wakil populasi yang diteliti. Sampel yang digunakan adalah cuplikan dari cuplikan sampel limbah yang diambil dari proses picking tanning dari salah satu industri penyamakan kulit yang ada di daerah Yogyakarta.

B. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini meliputi Variabel bebas, terikat dan terkendali.

1. Variabel bebas : massa feri sulfat, massa kapur (CaO), pH limbah.
2. Variabel terikat : massa Cr yang teradsorpsi.
3. Variabel terkendali: massa Zeolit alam teraktivasi, suhu, tekanan, reaksi yang terjadi

C. Rancangan Penelitian

1. Alat dan Bahan

a. Alat

- Penggojok
- Sentrifuge
- Neraca digital

- Gelas piala
- Labu takar
- Labu Erlenmeyer
- pH meter
- Pipet volume

- Pipet tetes
- AAS
- X-ray
- IR

b. Bahan

- Aquades
- Feri Sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) pa
- Zeolit alam
- HCL
- Lar $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pa
- pH buffer
- lar. HNO_3 pa
- Limbah krom dari industri penyamakan kulit.

- CaO

2. Cara Kerja

A. Perlakuan Awal Limbah

1. Penentuan warna limbah awal
2. Penentuan pH awal limbah

3. Penentuan kadar krom pada awal limbah

- a) Sebanyak 100 mL limbah cair yang diperkirakan mengandung logam krom disaring terlebih dahulu.
- b) Ditambahkan beberapa tetes HNO_3 .
- c) Ditentukan kadar kromnya dengan menggunakan alat AAS.
(Melati, Titik, 2004).
- d) Dalam penentuan dengan AAS larutan limbah di encerkan sampai 100 kali. Dari 1 mL limbah menjadi 100 mL, kemudian diukur dengan AAS dan diukur absorbansinya.

B. Aktivasi

- 1) Zeolit awal diayak sampai diperoleh ukuran 200 mesh, kemudian dikeringkan dengan suhu 110°C selama 5 jam.
- 2) Dalam labu leher tiga dimasukkan 2 gram zeolit alam kemudian direfluks dengan 50 mL HCL dengan konsentrasi 6 M dicampur sampai mendidih dengan suhu 250°C , selama 2 jam.
- 3) Didinginkan dan disaring dengan kertas Whatman.
- 4) Dicuci dengan akuades sampai pH filtrat 6-7.
- 5) Residu dikeringkan pada temperatur 70°C selama 5 jam, kemudian dianalisis dengan IR dan X- Ray.

(Herlinawati, dina: 2004)

C. Pembuatan larutan Standar Kromium 1000 ppm.

- 1) Larutan induk $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ pa 1000 ppm, diambil 100 mL, kemudian diencerkan 100 ppm hingga volume menjadi 1000 mL.

- 2) Setiap pembuatan Kromium selalu dilakukan pengawetan larutan dengan ditambah HNO_3 pekat 5 M yaitu 2 mL untuk tiap 100 mL. Konsentrasi divariasikan yaitu 0, 1, 2, 3, 4, 5, 15 ppm. Kemudian dianalisis dengan AAS.
- 3) Dari hasil AAS dibuat kurva kalibrasi.

(Patchiyah, 2003)

D. Variasi pH pada larutan limbah

Menyiapkan 5 buah labu erlenmeyer. Pada masing – masing labu diisi dengan 100 mL larutan limbah, kemudian pada masing- masing larutan ditambah dengan pH buffer samapai diperoleh variasi pH yang diinginkan yaitu 5, 6, 7, 8, 9. pH buffer yang ditambahkan pada masing- masing larutan adalah 100 mL.

E. Pengaruh penggunaan Feri Sulfat terhadap kemampuan adsorpsi logam krom Limbah industri kulit.

a. Proses Koagulasi

- 1) Pada masing-masing labu erlenmeyer yang sudah divariasikan pHnya ditambahkan Feri Sulfat sebanyak 0,2 gram, 0,4 gram, 0,6 gram, 0,8 gram, dan 1 gram.
- 2) Meletakkan labu pada pengojok dan dihentikan setelah 2 menit

3) Campuran disentrifuge, kemudian filtrat ditampung.

b. Proses Flokulasi

- 1) Pada masing- masing labu yang berisi filtrate dari proses koagulasi ditambahkan kapur (CaO) sebanyak 0,2 gram, 0,4 gram, 0,6 gram, 0,8 gram dan 1 gram.

- 2) Meletakkan Labu dalam penggojok dan dihentikan setelah 15 menit (Purwiyati, evi: 2004).
- 3) Campuran disentrifuge, kemudian filtrat ditampung dan diukur absorbansinya dengan AAS.

E . Pengaruh penggunaan Feri Sulfat dan Zeolit alam teraktivasi terhadap kemampuan adsorpsi logam krom Limbah industri kulit.

- 1) Pada masing – masing labu Erlenmeyer yang berisi filtrat 100 mL, kemudian ditambah dengan 1 gram Zeolit alam teraktivasi.
- 2) Meletakkan labu dalam penggojok dan dihentikan setelah 60 menit.
- 3) Campuran disentrifuge, kemudian filtrat ditampung dan diukur absorbansinya dengan AAS.

D. Diagram Alir Kerja

Lihat lampiran 2

E. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara kuantitatif yaitu dengan cara grafis yang telah diplotting dari hasil penelitian dengan kurva kalibrasi sehingga dapat diketahui besarnya konsentrasi yang terserap oleh adsorben yaitu dengan cara mengurangkan besarnya konsentrasi mula- mula dengan konsentrasi larutan setelah diserap oleh adsorben dengan membaca hasil plotting absorbansi.

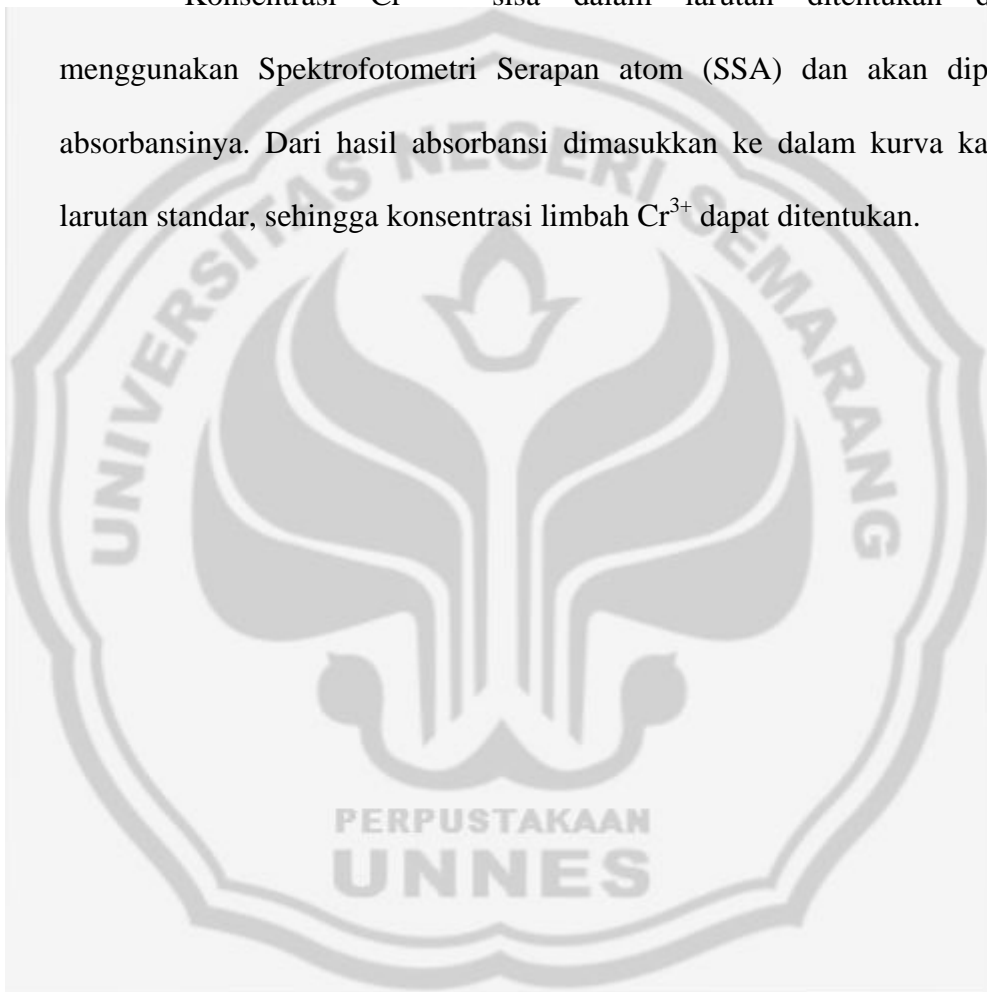
Adsorptivitas adsorben (Limbah Cr (III) yang terserap) ditentukan sebagai berikut:

$$\text{Cr}^{3+} \text{ terserap} = \text{Cr}^{3+} \text{ awal} - \text{Cr}^{3+} \text{ sisa}$$

Cr^{3+} awal = konsentrasi Cr^{3+} mula-mula dalam larutan sebelum diadsorpsi oleh adsorben.

Cr^{3+} sisa = konsentrasi Cr^{3+} sisa dalam larutan setelah teradsorpsi oleh adsorben

Konsentrasi Cr^{3+} sisa dalam larutan ditentukan dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan atom (SSA) dan akan diperoleh absorbansinya. Dari hasil absorbansi dimasukkan ke dalam kurva kalibrasi larutan standar, sehingga konsentrasi limbah Cr^{3+} dapat ditentukan.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Limbah Penyamakan Kulit

Limbah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari proses *picking tanning*. Adapun karakteristik limbah penyamakan kulit adalah sebagai berikut :

Warna	Hijau kebiruan
pH	2
Kadar krom	662 ppm

B. Aktivasi Zeolit

Dalam penelitian ini digunakan zeolit Wonosari. Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah aktivasi Zeolit alam. Zeolit alam berukuran 200 mesh, dicuci dengan aquades dan dikeringkan dengan suhu 110°C selama 5 jam. 15 gram zeolit alam dimasukkan dalam labu leher 3 kemudian di refluks dengan 375 mL HCl 6 M sampai mendidih dengan suhu 250°C , selama 1 jam.

Proses ini bertujuan untuk melarutkan senyawa yang dapat mengganggu kemampuan zeolit alam dalam mengadsorpsi logam, HCl dikenal sebagai senyawa yang mampu melarutkan senyawa anorganik. Setelah 1 jam, campuran didinginkan, disaring dan dicuci sampai pH 6-7. Hal ini dimaksudkan agar ketika terjadi proses adsorpsi zeolit yang dihasilkan mempunyai pH yang sama seperti pada kondisi sebelum aktivasi kapasitas. Residu dikeringkan selama 5 jam, dengan suhu 70°C dengan tujuan untuk

menghilangkan molekul- molekul air yang terdapat dalam permukaan zeolit (Harlinawati, dina, 2004).

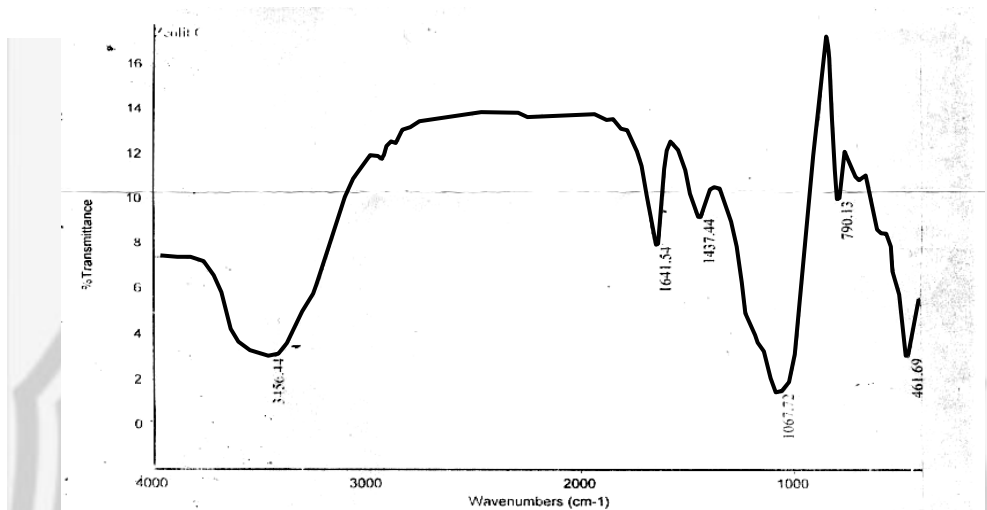
Menurut Nuryono dalam Dina Harlinawati (2004), pada konsentrasi 6 M tersebut memungkinkan terjadinya pemutusan gugus siloksan (Si – O – Si) terbentuk gugus silanol (Si – OH) yang merupakan gugus aktif untuk berinteraksi dengan ion logam. Dengan tingginya gugus Silanol maka berakibat pada peningkatan kemampuan zeolit untuk mengadsorpsi logam.

Aktivasi zeolit bertujuan untuk membersihkan permukaan zeolit, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dipertukarkan. Proses aktivasi zeolit dengan HCl menyebabkan zeolit mengalami dealuminasi (keluarnya Al dan kation- kation dalam kerangka zeolit). Aktivasi asam juga menyebabkan terjadinya dekontaminasi yang akan menyebabkan luas permukaan zeolit bertambah karena berkurangnya pengotor yang menutupi pori-pori zeolit. Luas permukaan yang bertambah, diharapkan meningkatkan kemampuan zeolit dalam menyerap logam.

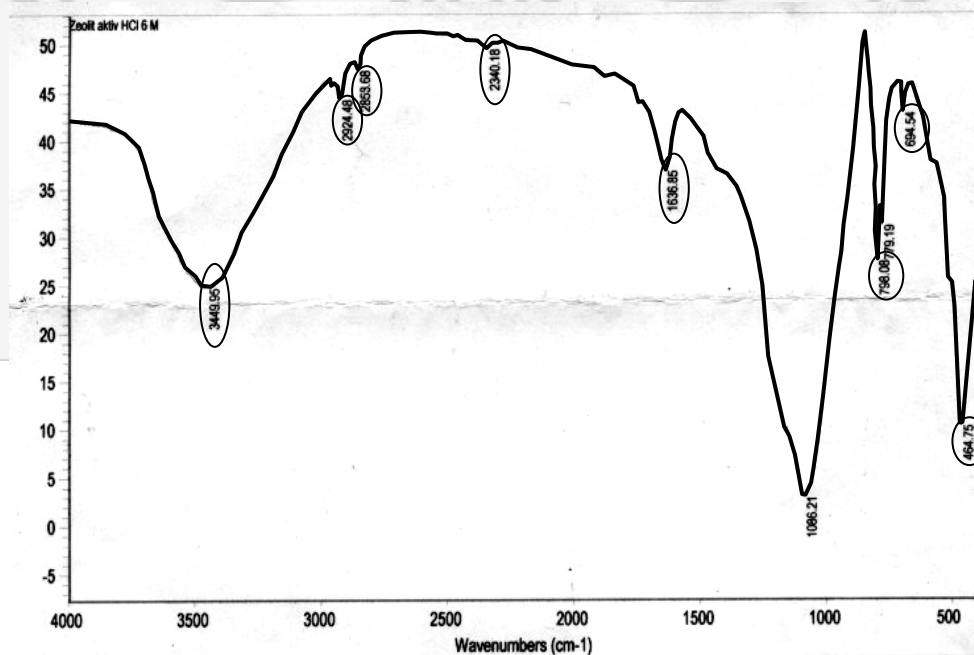
B. Karakteristik Zeolit alam

Dalam penentuan karakteristik dari zeolit alam digunakan spektroskopi infra merah dan sinar X. Berikut ini adalah hasil spektra infra merah.

1. Spektra Infra Merah



Gambar 5. Spektra IR Zeolit Alam sebelum diaktivasi dengan HCL 6 M



Gambar 6. Spektra IR Zeolit Alam setelah diaktivasi dengan HCL 6 M

Identifikasi gugus fungsional terhadap adsorben zeolit alam dilakukan dengan spektrofotometer Inframerah. Dari hasil analisis didapatkan spectra IR untuk zeolit alam dapat dilihat pada gambar 4 dan 5. Dari gambar diatas dapat ditafsirkan bahwa serapan melebar pada $3456,44\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi OH. Setelah diaktivasi dengan HCl 6 M mengalami penurunan intensitas menjadi $3449,95\text{ cm}^{-1}$. hal ini menunjukkan bahwa perlakuan asam menyebabkan hilangnya serapan vibrasi O – H pada struktur zeolit alam. Pada $1641,54\text{ cm}^{-1}$ menjadi $1636,85\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi OH pada air. Adanya pengurangan intensitas molekul air di dalam zeolit tetapi tidak sampai menghilangkan semua molekul air didalam zeolit.

Pada $790,13\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi tekuk Si – O jalinan eksternal dan pada $694,54\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi ulur simetri T – O. Pada $1086,21\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur asimetris Si – O atau Al – O pada TO4. adanya gugus silanol (Si – OH) dalam kerangka zeolit, lebar puncak mengindikasikan gugus Silanol yang semakin banyak sehingga kristalinitas menurun.

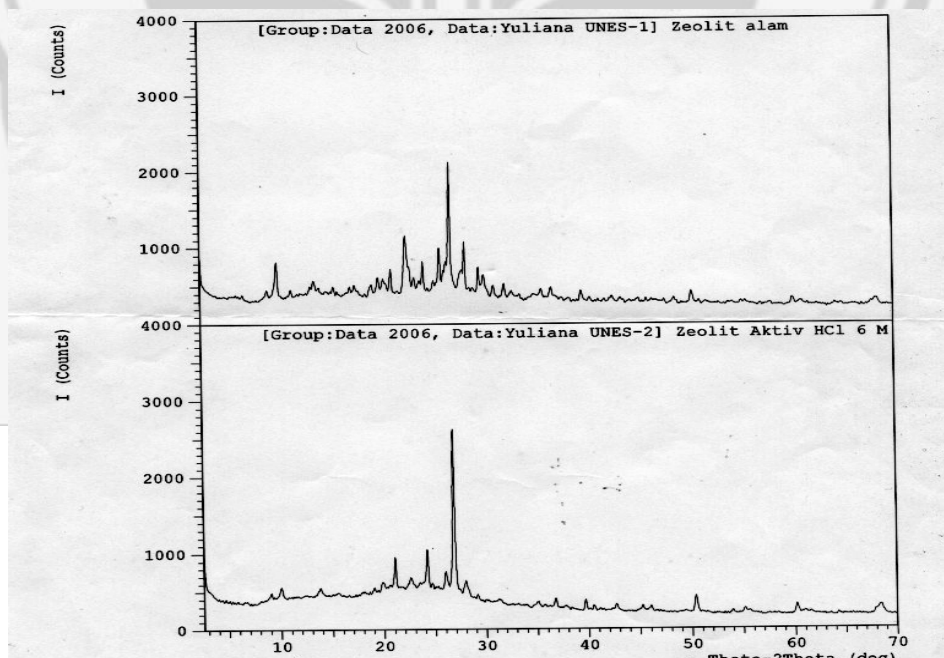
Pada $1067,72\text{ cm}^{-1}$ menjadi $1086,21\text{ cm}^{-1}$ mengalami kenaikan akibat perlakuan asam. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi pengurangan AL – O sehingga bilangan gelombang yang dibutuhkan untuk melakukan vibrasi lebih besar.

Pada kisaran gelombang $420 - 500\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi tekuk dari ikatan T – O. Puncak ini merupakan interpretasi dari jalinan

eksternal. Pada kerangka zeolit, Liu dkk, yang dikutip oleh Tony Suroto mengamati hal tersebut. Pada daerah pita serapan daerah bilangan gelombang $464 \text{ cm}^{-1} - 461, 69 \text{ cm}^{-1}$.

Fenomena ini membuktikan bahwa perlakuan asam mampu menyebabkan dealuminasi pada padatan zeolit, keberadaan pori terbuka semakin banyak. Perlakuan HCl menghilangkan pengotor yang berada pada pori zeolit sehingga pori zeolit semakin terbuka

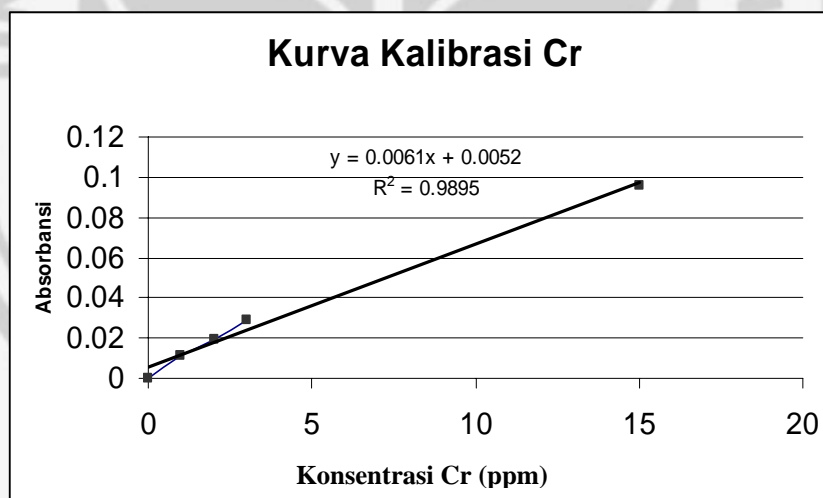
Selain dengan spektroskopi inframerah zeolit alam dapat dikarakteristik dengan sinar X. Tujuan penggunaan sinar X dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis zeolit yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut ini adalah hasil spektra sinar X yang dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik zeolit alam sebelum maupun sesudah aktivasi.



Gambar 7. spektra sinar X zeolit alam

Pada 2 theta 26, 7898; 22, 4892; 28, 2342 menunjukkan bahwa jenis zeolit yang dipergunakan dalam penelitian adalah jenis Mordenite. (Dwita, 2005). Setelah diaktivasi ada peningkatan intensitas pada 2 theta 26, 8170; 24, 1844 dan penurunan 21, 0433, adanya kenaikan dan penurunan ini semakin menunjukkan bahwa jenis zeolit ini adalah mordenite. Mordenit mempunyai rumus molekul $\text{Na}_8[(\text{AlO}_2)_8(\text{SiO}_2)_{30}] \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ (Rumidi, sukandar.1999). Mordenite terdiri dari kerangka tetrahedral yang saling berikatan dengan atom O secara bersama- sama dimana setiap tetrahedron menyusun lima cincin kristal ortorombik dengan stabilitas thermal yang tinggi sampai 1000^0 C dengan rasio Si/Al adalah 9. (Imedia, 2002).

C. Pembuatan kurva kalibrasi Cr



Gambar 8. Kurva Kalibrasi Cr

Untuk mengetahui besarnya kandungan logam krom yang ada dalam sampel, digunakan spektroskopi serapan atom (SSA). Dalam menentukan besarnya kandungan logam dibuat kurva kalibrasi terlebih dahulu dengan cara membuat larutan logam krom dalam berbagai konsentrasi. Panjang gelombang

yang digunakan adalah 359, 3 nm. Bahan bakar yang digunakan adalah gas asetilen (C_2H_2). Setelah diuji dengan SSA, diperoleh absorbansinya sehingga dapat dibuat grafik hubungan antara absorbansi dan konsentrasi krom standar.

Kurva kalibrasi digunakan untuk mencari persamaan garis lurus yang akan digunakan untuk perhitungan kadar Cr air limbah. Caranya dengan membuat grafik antara konsentrasi krom standar sebagai sumbu X dan absorbansi sebagai sumbu Y. Dari kurva kalibrasi diatas diperoleh persamaan $Y = 0.0061x + 0.0052$

Penentuan kadar Cr sampel limbah ini dilakukan dengan memasukkan data absorbansi sampel sebagai Y kedalam persamaan diatas.

E. Pengaruh pH pada proses koagulasi limbah krom (Cr) dari industri penyamakan kulit

Tabel 2. Pengaruh pH dalam proses koagulasi

pH	Konsentrasi Cr awal (ppm)	Konsentrasi Cr terkoagulasi (ppm)	Konsentrasi Cr dalam filtrat (ppm)	% Cr terkoagulasi
5	662	650, 3935	11, 6065	98, 25 %
6	662	661, 2132	0, 7868	99, 88 %
7	662	661, 2132	0, 7868	99, 88 %
8	662	661, 3771	0, 6229	99, 90 %
9	662	661, 2132	0, 7868	99, 88 %

Dalam penelitian ini 100 mL limbah di variasi pHnya antara 5 – 9 dengan penambahan penambahan buffer pH, yaitu larutan yang dapat mempertahankan pH karena penambahan asam. Derajat keasaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses koagulasi. Koagulasi dapat

berlangsung optimum/ minimum pada kondisi pH tertentu. Dalam hal ini digunakan buffer asetat untuk pH 5-7 dan buffer fosfat untuk pH 8-9.

Dari hasil penelitian yang tercantum dalam tabel di atas diperoleh bahwa pada pH 5 limbah krom yang terkoagulasi sebesar 98,25 %, pada pH 6, 7, dan 9 sebesar 99,88 % sedangkan pada pH 8 sebesar 99,90 %. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa pada kondisi pH 6, limbah krom dapat terkoagulasi dengan baik. Hal ini dapat terjadi karena sesuai dengan harga K_{sp} (Cr)₃(OH)₃ yaitu $2,9 \times 10^{-29}$ (Vogel, 1990) dapat dihitung larutan Cr(OH)₃ akan mengendap dengan sempurna pada pH 6, sedangkan pada pH 7-9 sudah tidak efektif.

F. Pengaruh penggunaan feri sulfat dan CaO untuk mengkoagulasi limbah krom (Cr) Industri penyamakan kulit

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi feri sulfat dan CaO dalam proses koagulasi

Massa Fe ₂ (SO ₄) ₃ (gram)	Massa CaO (gram)	Konsentrasi awal (ppm)	Konsentrasi Cr terkoagulasi (ppm)	Konsentrasi Cr dalam filtrat (ppm)	% Cr terkoagulasi
0,2	0,2	662	650,3935	11,6065	98,25 %
0,4	0,4	662	661,2132	0,7868	99,88 %
0,6	0,6	662	661,2132	0,7868	99,88 %
0,8	0,8	662	661,3771	0,6229	99,90 %
1	1	662	661,2132	0,7868	99,88 %

Tujuan koagulasi kimia dalam pengolahan limbah industri penyamakan kulit ini adalah untuk mendestabilisasi kontaminan yang tersuspensi seperti partikel-partikel, membentuk flok yang mengendap. Dari proses koagulasi akan dilanjutkan dengan proses flokulasi. Disini akan

terbentuk flok sehingga akan memudahkan untuk proses pemisahan dengan cara disaring.

Koagulan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Feri Sulfat. Feri sulfat mudah larut dalam air dan terurai bila dipanaskan pada suhu 480°C , selain itu feri sulfat juga mempunyai ukuran atom kecil dan muatan ion besar (+3), dengan pertimbangan tersebut penulis memutuskan untuk menggunakan koagulan feri sulfat untuk pengolahan limbah industri penyamakan kulit Akibat sebagian ion Fe^{3+} dari feri sulfat mengendap dan koagulasi zat menjadi berkurang. Dalam penelitian ini ditambahkan kapur (CaO) dengan tujuan untuk membantu terjadinya proses flokulasi yaitu agar flok- flok yang terbentuk lebih banyak dan lebih besar sehingga dapat dipisahkan dengan mudah.

Dari hasil penelitian yang terdapat dalam tabel diatas massa feri sulfat dan CaO yang dapat mengkoagulasi limbah dengan baik adalah 0,4 gram. Semakin besar massa feri sulfat dan CaO yang digunakan tidak akan efektif karena dengan 0, 4 gram feri sulfat/ CaO untuk tiap 100 mL limbah sudah dapat mengkoagulasi limbah Cr sebesar 99, 88 %. Hal ini dapat terjadi karena pada konsentrasi tersebut larutan sudah jenuh sehingga penggumpalan semakin mudah terjadi dan waktu yang diperlukan untuk mencapai kesetimbangan semakin cepat.

G. Pengaruh penggunaan Zeolit alam teraktivasi 6 M dalam mengadsorpsi limbah Industri kulit

Tabel 4. Pengaruh penggunaan Zeolit alam teraktivasi 6 M dalam mengadsorpsi limbah Industri kulit

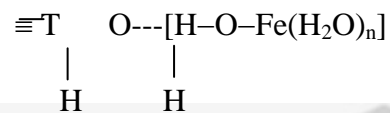
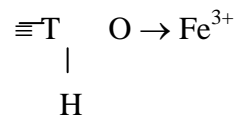
Massa Zeolit (gram)	Konsentras Cr awal (ppm)	Konsentrasi Cr dalam filtrat (ppm)	% Cr terserap
1	11, 6065	11,6065	Tidak ada
1	0, 7868	0,7868	Tidak ada
1	0, 7868	0,7868	Tidak ada
1	0, 6229	0,7868	Tidak ada
1	0, 7868	0,7868	Tidak ada

Dari hasil penelitian yang tercantum dalam tabel diatas logam Cr dari industri penyamakan kulit tidak dapat teradsorpsi. Hal ini disebabkan karena adanya kompetisi antara logam Fe yang tersisa di dalam filtrat yang berasal dari Feri Sulfat pada proses koagulasi dan logam Cr dari limbah industri penyamakan kulit.

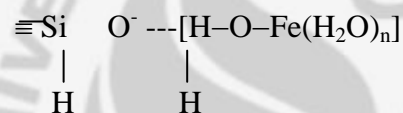
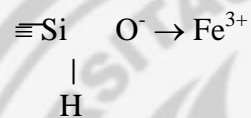
Fe³⁺ mempunyai jari-jari atom 69 (pm) sedangkan Cr 75,5 (pm), dari data tersebut Fe³⁺ lebih mendekati jari-jari atom Al³⁺ yaitu 67,5 (pm) daripada Cr³⁺ (Sugiarto, Kristian: 2003) . Jadi Fe dapat terikat dalam situs aktif menggantikan Al daripada Cr³⁺. Selain itu mungkin karena tidak semua logam dapat diadsorpsi dengan zeolit alam. (Las, Thamzil. 2005)

Interaksi yang terjadi antara Zeolit dengan Fe³⁺ adalah sebagai berikut:

1. Interaksi antara situs T-OH(T = Si/Al) dengan Fe³⁺ membentuk ikatan kovalen koordinasi dengan Fe³⁺ terhidrat melalui ikatan hydrogen.



2. Interaksi antara situs Si-O dengan ion Fe^{3+} membentuk ikatan kovalen koordinasi atau dengan Fe^{3+} terhidrat melalui ikatan hydrogen.



(Nuryono dan suyatno, 2004)

Fe yang terdapat dalam filtrat dari proses koagulasi sebesar 0,47 ppm. Setelah diadsorpsi dengan zeolit alam kadar Fe yang tersisa adalah 0,36 ppm atau sebesar 23,40%.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, adsorben belum cukup efektif untuk menurunkan kadar krom dalam limbah penyamakan kulit konsentrasi logam krom yang tersisa dalam filtrat belum memenuhi standar baku mutu limbah yaitu 0,60 ppm (PP No 10 Tahun 2004 tentang baku mutu limbah penyamakan kulit, lampiran 6).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Feri sulfat dapat mempengaruhi kemampuan mengkoagulasi limbah krom dari limbah penyamakan kulit sebesar 99,88 % pada pH optimum 6 dan massa Feri Sulfatnya 0,4 gram.
2. Zeolit alam tidak dapat mempengaruhi kemampuan mengadsorpsi limbah krom dari Industri penyamakan kulit.
3. Zeolit alam teraktivasi dan ferri sulfat tidak dapat digunakan bersama-sama atau tidak sinergis.

B. Saran

1. Sebaiknya digunakan jenis koagulan lain misalnya Fero Sulfat, PAC dll agar hasil yang diperoleh maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000. *Pengolahan Limbah Cair Dengan Proses Kimia*. [http: forlink. Dml. Or. Id/ pterapto/textile/121. htm](http://forlink.Dml.Or.Id/pterapto/textile/121.htm). 22 November 2005.
- Anonim, 1984. *Teknologi Pengolahan Air Buangan Industri Penyamakan Kulit Krom Dalam Rangka Penanggulangan Pencemaran Lingkungan*. Semarang: BPPI
- Anwar, Chairil. 2003. *FTIR: Prinsip dan Aplikasinya Dalam Industri*. Yogyakarta. UGM
- Hammer, Mark J. 1986. *Water and Waste Water Technology*. Second edition. Newyork: John Wiley and sons, inc.
- Harriot, Peter dkk. 1999. *Operasi Teknik Kimia*. Jilid II Edisi 4 . Jakarta. Erlangga.
- Hendrayana, Sumar, dkk. 1994. *Kimia Analitik Instrument*. IKIP semarang Press.
- Herlinawati, Dina. 2004. *Pengaruh Perlakuan Beberapa Jenis Asam Terhadap Kemampuan Adsorpsi Ion Cd (II) Oleh Zeolit*. Skripsi. Semarang: FMIPA UNNES.
- Imedia, N. L. 2002. *Preparasi, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Pt/Ce/ Zeolit Sebagai Katalis Oksida*. Skripsi. Semarang: FMIPA UNDIP.
- Kim. H. Tan.1991. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Gajah Mada university press
- Las, Thamzil. 2000. *Potensi Zeolit Untuk Mengolah Limbah Industri dan Radioaktif*. [http: www. Teknomira. esdm. go. id. / data/ zeolit/ ulasan.asp?xdir= Zeolit & commid](http://www.Teknomira.esdm.go.id/data/zeolit/ulasan.asp?xdir=Zeolit&commid). (dikunjungi, 18 Oktober 2005,12.06)
- Mihelcic, James R. 1999. *Fundamentals Of environment engineering*. New york : John Wiley and Sons, inc.
- Nugroho Sigit. 2003. *Pemanfaatan Kitin dari Cangkang untuk Adsorpsi Ion tembaga II* Skripsi. Semarang: FMIPA UNNES.
- Nuryono dan Suyanto. 2004. *Kajian Interaksi Cd(II) dengan Adsorben Tanah Diatomit Pada Adsorpsi*. Indonesian Journal Of Chemistry. 125-131.
- Oscik, j. 1982. *Adsorption*. Chichester England: Ellis Harwood, Ltd

Patchiyah. 2003. *Penentuan Kapasitas Adsorpsi Biomassa Chlorella Sp Terhadap Kromium (VI) Dalam Pelarut Air*. Skripsi. Semarang: FMIPA UNNES.

Purwiyati, Evi. 2004. *Pengaruh penggunaan Feri Sulfat ($Fe_2(SO_4)_3$) Sebagai Koagulan Pada Adsorpsi Zat Warna Tekstil Solophenyl Turauoise Blue oleh Biopolimer Kitosan*. Skripsi. Semarang: FMIPA UNNES.

Rumidi, Sukandar. 1999. *Bahan Galian Industri*. Yogyakarta. Gajah Mada

Smart, Lesley and more, Elaine, 2003. *Solid State Chemistry*, Cheltenham : Nelson Thornes ltd.

Sugiarto, Eko. 1990, *Spektrometri Sinar Tampak dan Ultra Ungu*, Yogyakarta, UGM.

Sukardjo. 1985. *Kimia Fisika* . Bina Aksara.

Suliestiyah, wrd. 2003. *Dampak Penggunaan Bahan Penyamak Cr Pada Industri Penyamakan Kulit Terhadap Kesehatan Manusia Dan Lingkungan*. Semarang. Balai Industri Semarang.

Syoufian, A. 2001. *Pengujian Fotokatalitik Oksida Besi (III) yang Terkapsul Dalam Zeolit Y Pada Proses Fotodegradasi Fenol*. Skripsi. Yogyakarta: FMIPA UGM.

Triwahyuni, endang. 2003. *Metode Difraksi Sinar X*. Yogyakarta. UGM

Tsittsihvili, G. V, Andronnikashhvili, T. G, Kirov, G. N and Filizona, L.D, 1992. *Natural Zeolit*, England : Ellish Horwood Ltd.

Vogel, 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Terjemahan Setiono A dan Pujaatmaka Hendayana, Jakarta : PT Kalman Media Pusaka.

Widyastuti, Rery. 2005. *Kapasitas Adsorpsi algae Chlorella Sp Pada Kondisi Optimum yang Diimobilisasi dalam Silika Gel Terhadap ion Ni (II) Dalam Air*. Skripsi. Semarang: FMIPA UNNES.

www. Batan . go . id/ p2pir/artikel/zeolit. html. Zeolit. (dikunjungi 18 Oktober 2005)

Lampiran 1

1. Pembuatan 50 mL Larutan HCl 6 M

$$M_{\text{HCl}} = \frac{\rho \times \text{kadar} \times 1000}{Mr}$$

$$= \frac{1,19 \times 37\% \times 1000}{36,5}$$

$$= 12,06 \text{ M}$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$12 \times V_1 = 6 \times 50$$

$$V_1 = 24,87 \text{ mL}$$

Mengencerkan 24,87 mL larutan HCl 12,06 M dengan aquades dalam labu takar 50 mL sampai tanda.

2. Membuat larutan 250 mL CH_3COOH 0,1 M

$$M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{1,05 \times 99,5\% \times 1000}{60,05}$$

$$= 17,39 \text{ M}$$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$17,39 \times V_1 = 0,1 \times 250$$

$$V_1 = 1,43 \text{ mL}$$

Mengencerkan 1,43 mL larutan CH_3COOH 0,1 M dengan aquades dalam labu takar 250 mL sampai tanda.

3. Membuat Larutan CH_3COONa 0,1 M

$$0,1 \text{ M} = \frac{m}{82} \times \frac{1000}{500}$$

$$m = 4,1 \text{ gram.}$$

Melarutkan 4,1 gram kristal CH_3COONa dengan aquades dalam labu takar 500 mL sampai tanda.

4. Membuat Larutan Buffer Asetat pH 5

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,1 \text{ M}$$

$$V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 50 \text{ mL}$$

$$\text{Mol } \text{CH}_3\text{COOH} = 0,1 \times 50 \text{ mL} = 5 \text{ mol}$$

$$K_a \text{ asetat} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[H^+] = K_a \times \frac{[asam]}{[garam]}$$

$$10^{-5} = 1,8 \cdot 10^{-5} \times \frac{[5mol]}{[garam]}$$

$$[garam] = 9 \text{ mol}$$

$$0,1 \text{ M} \times V = 9 \text{ mol}$$

$$V = 90 \text{ mL}$$

Mencampurkan 50 mL larutan CH_3COOH 0,1 M ditambah dengan 90 mL larutan CH_3COONa 0,1 M.

5. Membuat larutan Buffer asetat pH 6

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,1 \text{ M}$$

$$V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 10 \text{ mL}$$

$$\text{Mol } \text{CH}_3\text{COOH} = 0,1 \times 10 \text{ mL} = 1 \text{ mol}$$

$$K_a \text{ asetat} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[H^+] = K_a \times \frac{[asam]}{[garam]}$$

$$10^{-6} = 1,8 \cdot 10^{-5} \times \frac{[1mol]}{[garam]}$$

$$[garam] = 18 \text{ mol}$$

$$0,1 \text{ M} \times V = 18 \text{ mol}$$

$$V = 180 \text{ mL}$$

Mencampurkan 10 mL larutan CH_3COOH 0,1 M ditambah dengan 180 mL larutan CH_3COONa 0,1 M.

6. Membuat larutan Buffer asetat pH 7

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,1 \text{ M}$$

$$V_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1 \text{ mL}$$

$$\text{Mol } \text{CH}_3\text{COOH} = 0,1 \times 1 \text{ mL} = 1 \text{ mol}$$

$$K_a \text{ asetat} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$[H^+] = K_a \times \frac{[asam]}{[garam]}$$

$$10^{-7} = 1.8 \cdot 10^{-5} \times \frac{[1mol]}{[garam]}$$

$$[garam] = 18mol$$

$$0,1 M \times V = 18 mol$$

$$V = 180 mL$$

Mencampurkan 1 mL larutan CH_3COOH 0,1 M ditambah dengan 180 mL larutan CH_3COONa 0,1 M.

7. Membuat larutan Buffer fosfat pH 8

$$[Na_2HPO_4] = 0,1 M$$

$$V_{Na_2HPO_4} = 50 mL$$

$$Mol Na_2HPO_4 = 0,1 \times 50 mL = 5 mol$$

$$K_a \text{ phosphate} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$10^{-8} = 6,2 \cdot 10^{-8} \times \frac{[5mol]}{[garam]}$$

$$[garam] = 31mol$$

$$0,1 M \times V = 31 mol$$

$$V = 310 mL$$

Mencampurkan 50 mL larutan Na_2HPO_4 0,1 M ditambah dengan 310 mL larutan $Na_2H_2PO_4$ 0,1 M.

8. Membuat larutan Buffer fosfat pH 9

$$[Na_2HPO_4] = 0,1 M$$

$$V_{Na_2HPO_4} = 1 mL$$

$$Mol Na_2HPO_4 = 0,1 \times 1 mL = 0,1 mol$$

$$K_a \text{ asetat} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$[H^+] = K_a \times \frac{[0,1mol]}{[garam]}$$

$$[garam] = 6,2mol$$

$$0,1 M \times V = 6,2 mol$$

$$V = 62 mL$$

Mencampurkan 50 mL larutan Na_2HPO_4 0,1 M ditambah dengan 310 mL larutan $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ 0,1 M

9. Pembuatan larutan induk $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

$$1000 \text{ ppm} = 1000 \text{ mg/L}$$

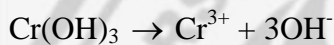
$$1000 \text{ mg/L} = \frac{2 \times ArC}{MrK_2Cr_2O_7} \times \text{massa } K_2Cr_2O_7 \text{ yang diperlukan} \rightarrow$$

$$\text{massa } K_2Cr_2O_7 \text{ yang dibutuhkan adalah } \frac{1000 \times 294}{2 \times 52} = 2827 \text{ gram}$$

Jika $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang tersedia adalah 99,5 % maka $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang harus ditimbang adalah $2,827 \times (100/1000) \times (100/99,5) = 0,2841 \text{ gram}$.

10. Perhitungan pH $\text{Cr}(\text{OH})_3$ dari harga Ksp

$$K_{sp} \text{Cr}(\text{OH})_3 = 2,9 \times 10^{-29}$$



$$S \quad S \quad 3S$$

$$K_{sp} \text{Cr}(\text{OH})_3 = S \times (3S)^3$$

$$2,9 \times 10^{-29} = 27 S^4$$

$$S = 3,2 \times 10^{-8}$$

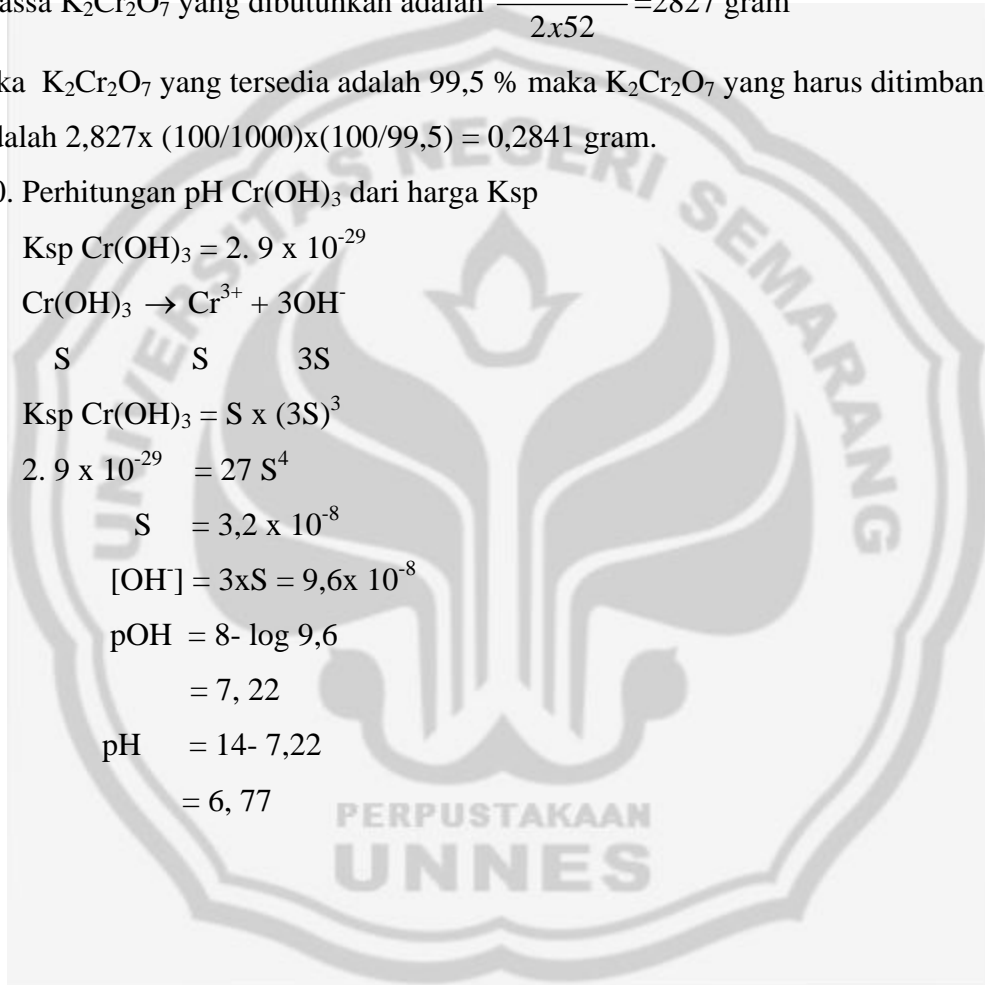
$$[\text{OH}^-] = 3 \times S = 9,6 \times 10^{-8}$$

$$\text{pOH} = 8 - \log 9,6$$

$$= 7,22$$

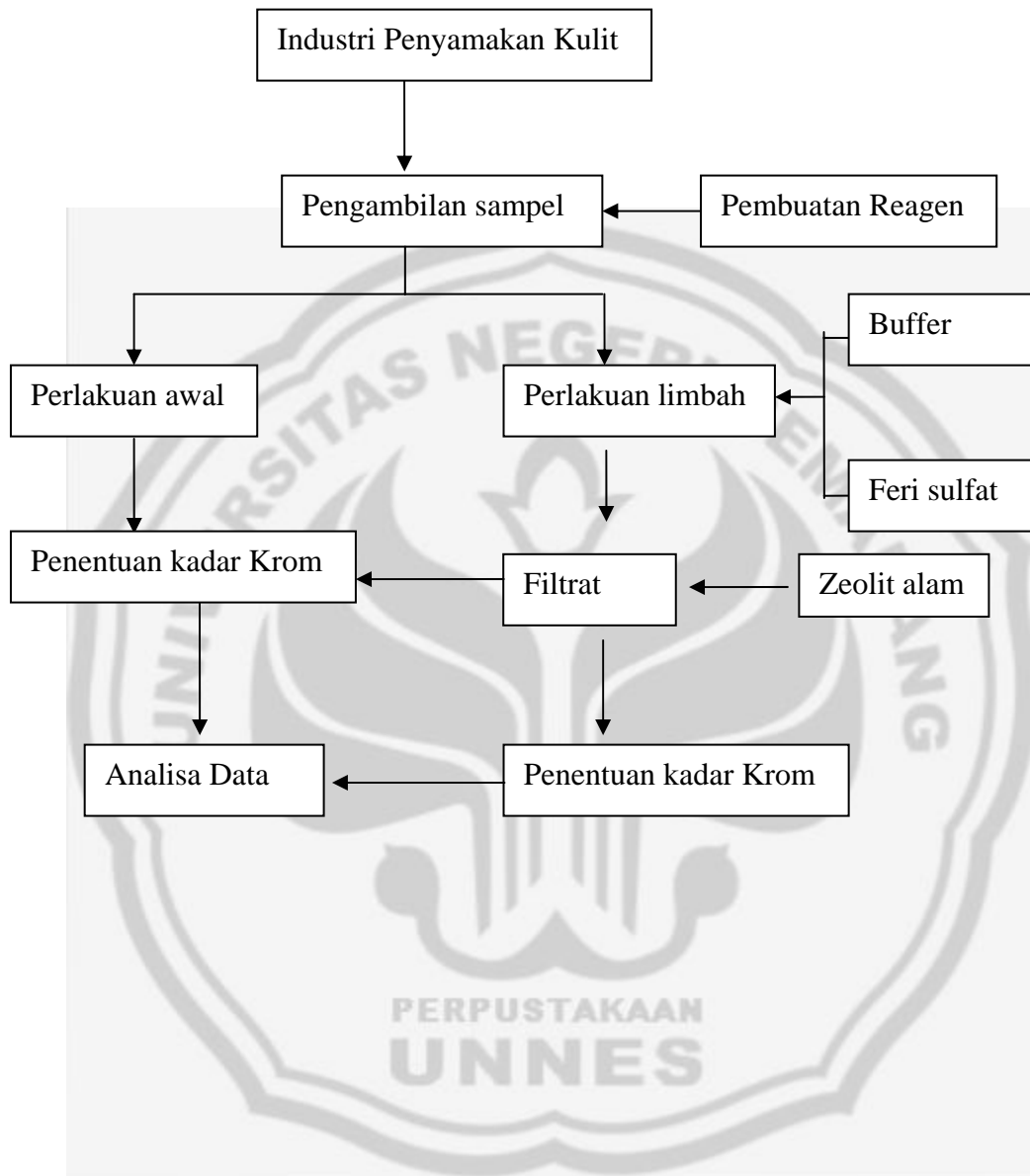
$$\text{pH} = 14 - 7,22$$

$$= 6,77$$



Lampiran 2

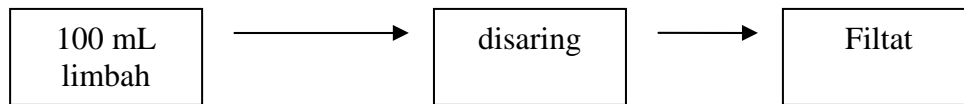
Diagram Alir Kerja



Lampiran 3:

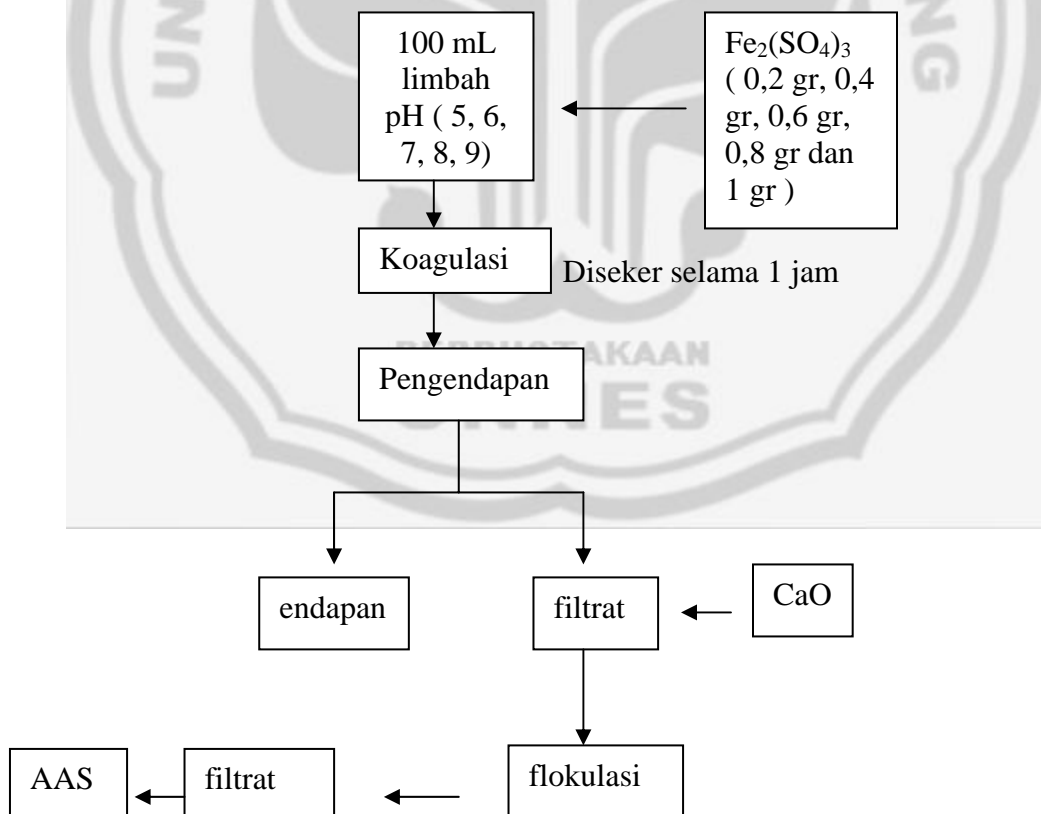
Diagram Cara Kerja

1. Perlakuan Limbah awal

Ditambah
HNO₃

dianalisis dengan AAS

2. Pengaruh penggunaan Koagulan Feri Sulfat (Fe₂(SO₄)₃) terhadap kemampuan adsorpsi logam krom limbah industri kulit.

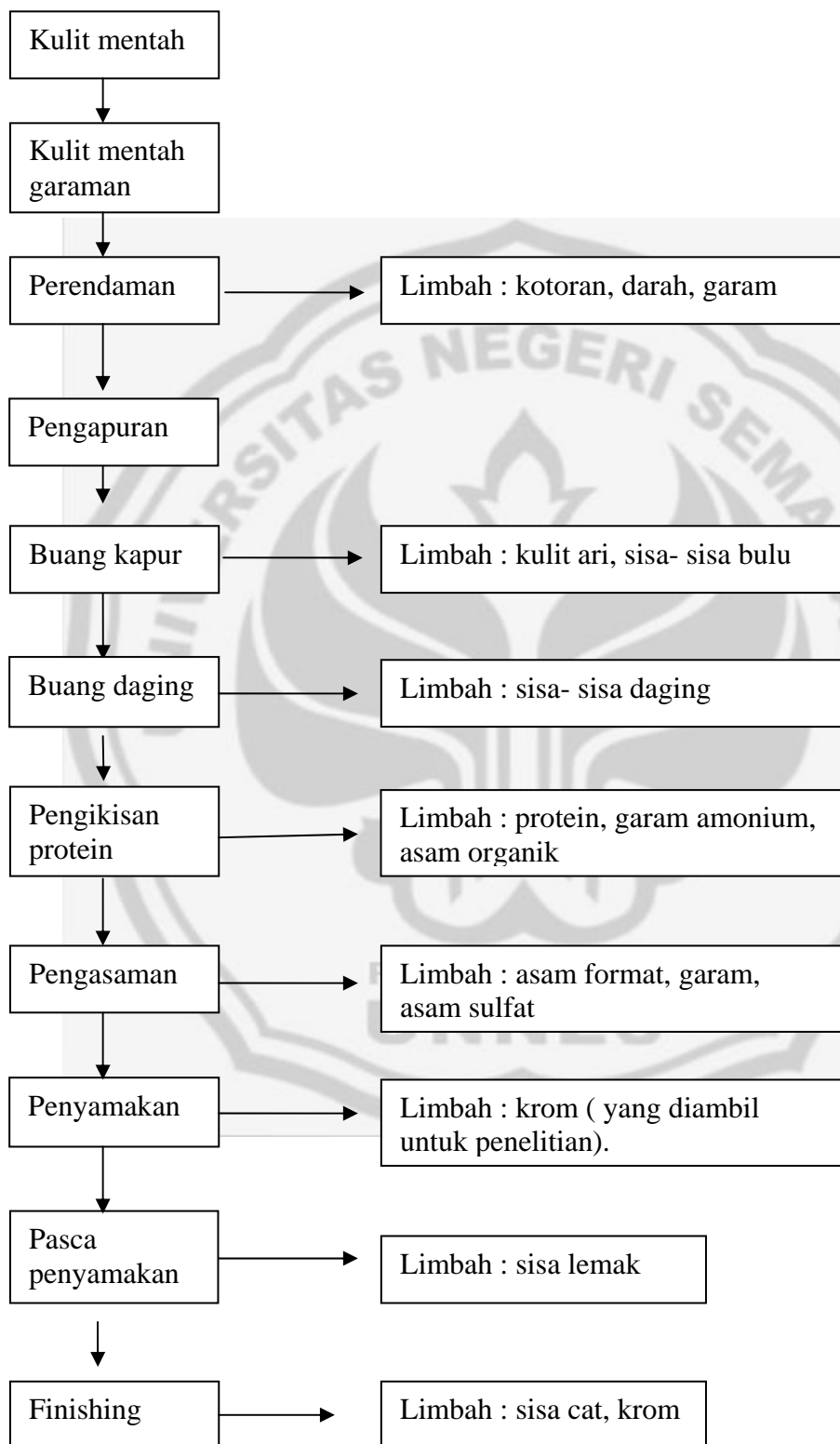


3. Pengaruh penggunaan Feri Sulfat dan Zeolit alam teraktivasi terhadap kemampuan adsorpsi logam krom Limbah industri kulit.



Lampiran 4

Diagram Proses Penyamakan Kulit

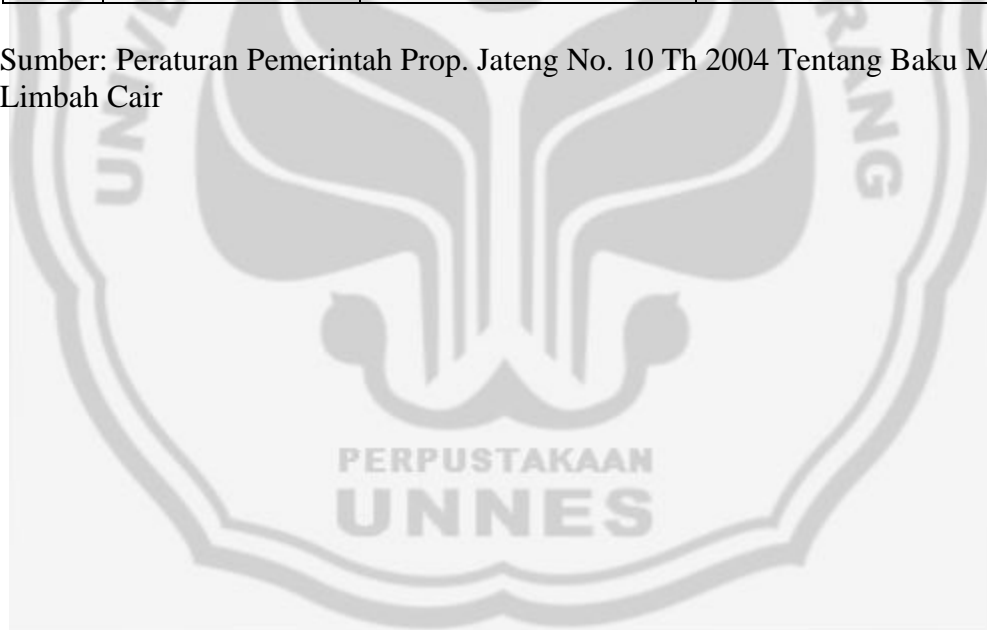


Lampiran 5:

Tabel Baku Mutu Air Limbah Industri Penyamakan Kulit menurut Peraturan Pemerintah Prop. Jateng No. 10 Th 2004

NO	Parameter	Samak Krom		Samak Nabati	
		Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)
1	BOD _s	50	2.0	70	2.80
2	COD	110	4.40	180	7.20
3	TSS	60	2.40	50	2.0
4	Khrom total (Cr)	0.60	0.024	0.10	0.004
5	Minyak dan Lemak	5.0	0.20	5.0	0.20
6	N total (sebagian N)	10.0	0.40	15.0	0.60
7	Amonia total (N)	0.5	0.02	0.50	0.02
8	Sulfida (sebagai S)	0.8	0.032	0.50	0.02
9	pH	6.0-9.0		6.0-9.0	
10	Debit Maksimum	40 m ³ /ton bahan baku		40 m ³ /ton bahan baku	

Sumber: Peraturan Pemerintah Prop. Jateng No. 10 Th 2004 Tentang Baku Mutu Limbah Cair



Lampiran 6

Tabel Baku Mutu Limbah Cair menurut Peraturan Pemerintah Prop. Jateng No. 8 Th 2001 Tentang Baku Mutu Limbah Cair

NO	Parameter	Satuan	Baku mutu limbah cair golongan I	Baku mutu Limbah cair golongan II
	Fisika			
1	Temperatur	⁰ C	38	38
2	Zat padat terlarut	mg/L	2000	4000
3	Zat padat tersuspensi	mg/L	100	200
	Kimia			
1	pH		6,0 – 9,0	6,0 – 9,0
2	Besi terlarut	mg/L	5	10
3	Mangan terlarut	mg/L	2	5
4	Barium	mg/L	2	3
5	Tembaga	mg/L	2	3
6	Seng	mg/L	5	10
7	Krom Hexavalen	mg/L	0,1	0,5
8	Krom total	mg/L	0,5	1
9	Cadmium	mg/L	0,05	0,1
10	Raksa	mg/L	0,002	0,005
11	Timbal	mg/L	0,1	1
12	Stanum	mg/L	-	3
13	Arsen	mg/L	0,1	0,5
14	Selenium	mg/L	0,2	0,5
15	Nikel	mg/L	0,2	0,5
16	Kobalt	mg/L	0,05	0,5
17	Sianida	mg/L	0,05	0,5
18	Sulfida	mg/L	0,05	0,1
19	Flourida	mg/L	2	3
20	Klorin bebas	mg/L	1	2
21	Amonia bebas	mg/L	1	5
22	Nitrat	mg/L	20	30
23	Nitrit	mg/L	1	3
24	BODS	mg/L	50	100
25	COD	mg/L	5	10
26	Senyawa aktif biru	mg/L	5	10

	metilen			
27	Fenol	mg/L	0,5	1
28	Minyak nabati	mg/L	5	10
29	Minyak mineral	mg/L	10	50
30	Radiktivitas	mg/L	-	-

Sumber : Peraturan Pemerintah Prop. Jateng No. 8 Th 2001 Tentang Baku Mutu Limbah Cair

