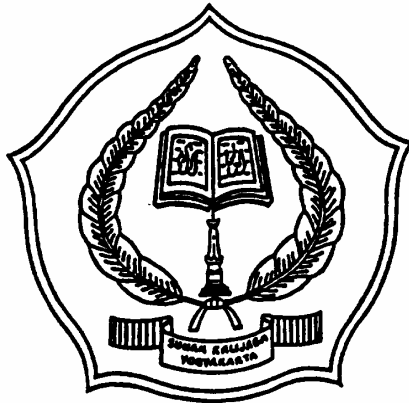


**PENGARUH LIMBAH CAIR INDUSTRI PENYAMAKAN
KULIT TERHADAP KADAR KROMIUM DALAM TANAMAN
JAHE (*Zingiber officinale*)**

**Skripsi
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1**

Program Studi Kimia



Disusun Oleh :
Elisa Nurwati
NIM : 04630042

**Kepada
PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2009



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2365/2009

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit terhadap Kadar Kromium dalam Tanaman Jahe (*Zingiber Officinale*)
Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Elisa Nurwati
NIM : 04630042
Telah dimunaqasyahkan pada : 2 Juli 2009
Nilai Munaqasyah : B
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Susy Yunita Prabawati, M.Si
NIP. 19760621 199903 2 005

Penguji I

Esti Wahyu Widawati, M.Si
NIP. 19760830 200312 2 001

Penguji II

Imelda Fajriyati, M.Si
NIP. 19750725 200003 2 001

Yogyakarta, 29 Juli 2009
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dra. Maizer Said Nahdi, M.Si
NIP. 19550427 198403 2 001

MOTTO

Dosa terbesar adalah takut

Rekreasi terbesar adalah bekerja

Keberanian terbesar adalah sabar

Rahasia yang paling berarti adalah mati

Keuntungan terbesar adalah anak shaleh

Kebanggaan terbesar adalah anak kepercayaan

Pemberian terbesar adalah partisipasi

Kesalahan terbesar adalah putus asa

Modal terbesar adalah percaya diri

Guru terbesar adalah pengalaman

(Imam Ali)

*Hidup akan menjadi lebih baik kalau kita memandang dari segi yang baik
berpikir yang baik tentang diri sendiri. Baik tentang orang lain, berpikir
baik tentang keadaan dan berpikir baik tentang Tuhan*

(Anonim)

"Man Jadda Wajada"

*Barang siapa yang sungguh-sungguh Maka ia Akan
Mendapatkannya...*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur yang tiada terkira penulis persembahkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan karunia, serta kekuatan luar biasa, sehingga saya dapat melalui masa-masa berat, panjang dan melelahkan dalam proses pembuatan skripsi ini. Selalu saya ingat ayat Al-Qur'an yang menginspirasi saya dalam melalui ini semua, yaitu, "Didalam kesulitan ada kemudahan." Shalawat serta salam dan tidak lupa penulis ucapkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahilliyah menuju zaman yang terang benderang ini.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari arahan, bimbingan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dra. Maizer Said Nahdi, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Susi Yunita Prabawati, M.Si., selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi sekaligus sebagai pembimbing skripsi yang dengan ikhlas dan sabar dan telah meluangkan

waktunya dalam membimbing, mengarahkan dan memotivasi dalam penyusunan skripsi ini.

3. Khamidinal, M.Si., selaku Ketua kaprodi Program studi kimia yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi..
4. Seluruh Staf Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu mengarahkan penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
5. Sri Sutiasmi, S.T, dan Drs. Sunaryo selaku petugas laboratorium pencemaran Balai Besar Kulit, Karet, Plastik yang selalu memberikan pengetahuan dan pengarahan selama melakukan penelitian.
6. Mas Wijayanto, S.Si, selaku laboran kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu sabar, dalam memberikan pengarahan dan penjelasan selama melakukan penelitian.
7. Lisa bingkiskan karya kecil ini teruntuk “ Ibunda Tercinta yang tenang disisi-Mu ya Allah, Terimakasih banyak atas pengorbanamu. Damaimu akan selalu bersamaku, sekarang Lisa hanya bisa berdoa. Untuk Bapakku dan Eyangku mungkin ini adalah karya kebanggaan pertama yang baru bisa Lisa kasih. Memberikan kebahagiaan untuk Bapak dan Eyang adalah impian terbesar dalam hidup Lisa. Terimakasih banyak atas pengorbanan kalian selama ini sama Lisa. Buat Eyang tak henti-hentinya menyebut namaku dalam setiap doanya, memberikan nasihat, selalu jadi teman Lisa berbagi, Eyang adalah pengganti Ibu. Lisa sangat sayang dan bangga sama kalian. Semoga suatu saat nanti Allah mengijinkanku membalas semuanya.

8. Buat Adek-adek Mbak Lisa, Erik dan Hetyk, Emi, Ervan weiss akhirnya Mbak Lisa bisa lulus. Keren kan? Rajin belajar ya kalian dan jadilah kebanggan keluarga. Mbak lisa sayang kalian *Ilove u all*.
9. Mas Seagate H.P Trimakasih banyak atas semua doa dan bantuanya selama ini, yang selalu sabar menantiku..
10. Teman-teman Program Studi Kimia`04 : yang tak mampu Lisa sebutkan satu persatu terimakasih kebersamaan kita selama ini.

Kepada semua pihak tersebut, semoga bantuan, bimbingan, dan pengarahan serta do'a yang diberikan kepada penulis dapat dinilai ibadah oleh Allah SWT dan mendapatkan ridho-Nya. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat keterbatasan kemampuan, pengalaman, dan pengetahuan sehingga dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membantu, membangun sangat penulis harapkan. Akhirnya besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan bagi kemajuan dan perkembangan ilmu pengetahuan terutama dalam bidang kimia. Amiin Ya Robbal 'Alamin.

Yogyakarta, 10 Juni 2009

Penyusun

Elisa Nurwati
NIM. 04630042

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN NOTA DINAS PEMBIMBINGAN	ii
HALAMAN NOTA DINAS KONSULTASI	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Pembatasan Masalah	6
C. Perumusan Masalah	7
D. Tujuan Penelitian	7
E. Manfaat Penelitian	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
A. Diskripsi Teori.	9

	Halaman
1. Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit	9
2. Kromium Sebagai Logam Berat	11
3. Bahan Koagulan	14
4. Penentuan Kadar Cr	16
5. Spektrofotometri UV-Visibel.....	17
6. Tanaman Jahe.....	22
B. Penelitian yang Relevan.....	27
C. Kerangka Berfikir	28
D. Hipotesis.....	29
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Alat dan Bahan Penelitian.....	30
B. Metode Pengumpulan Data.....	31
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Analisis Kualitatif.....	40
B. Hasil Analisis Kuantitatif.....	40
C. Kemampuan Larutan NaOH 10% dan Larutan MgO 10% dalam Mengendapkan Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit.....	44
D. Pembahasan.....	50
 BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan	59
B. Saran-saran.....	59

	Halaman
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Spektrum Sinar Tampak dan Warna Komplementer	18
Table 2 Perhitungan ANAVA-A.....	39
Table 3. Data Absorbansi Larutan Standar Kromium.....	41
Table 4. Absorbansi Larutan Sampel Pada Kromium.....	42
Tabel 5. Kadar Kromium Pada Jahe	43
Tabel 6. Ringkasan Perhitungan Statistik ANAVA-A.....	43
Tabel 7. Pengukuran Konsentrasi Kromium Sebagai Pengaruh dari Penambahan Larutan NaOH 10% dan Larutan MgO 10% dalam 3 Variasi pH.....	50
Tabel 8. Konsentrasi Kromium dalam Umbi Jahe	54
Tabel 9. Pertumbuhan Tanaman Jahe Setelah Penyiraman dengan Air Sumur, dan Limbah hasil pengendapan dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%	55
Tabel 10 Data fisiologi pertumbuhan umbi tanaman jahe setelah dilakukan penyiraman terhadap pertumbuhan daun sebelum dipanen.....	56
Tabel 11. Data fisiologi pertumbuhan umbi tanaman jahe setelah dilakukan penyiraman terhadap umbinya pada waktu dipanen	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 kurva kalibrasi.....	21
Gambar 2. Bagian-bagian spektroskopi UV-Vis Single Beam.....	22
Gambar 3. Tanaman Jahe.....	22
Gambar 4. Grafik Larutan Standar Kromium.....	4
Gambar 5. Volume larutan yang digunakan untuk mengendapkan krom.....	47
Gambar 6. Histogram Konsentrasi Kromium dalam Supernatan Hasil Pengendapan dengan Larutan NaOH 10% dan Larutan MgO 10%	51

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Absorbansi Larutan Standar Kurva Kalibrasi Larutan Standar Kromium	63
Lampiran 2. Data Absorbansi Larutan Sampel.....	64
Lampiran 3. Penentuan Garis Regresi Linier Larutan Standar Kromium.....	65
Lampiran 4. Penentuan Uji Korelasi Larutan Standar Kromium.....	67
Lampiran 5. Uji Linieritas Persamaan Garis Regresi Larutan Standar Kromium	68
Lampiran 6. Perhitungan Kadar Kromium dalam Sampel.....	70
Lampiran 7. Simpangan Baku Kromium	73
Lampiran 8. Perhitungan Batas Ketanguhan Kadar Kromium	76
Lampiran 9. Perhitungan ANAVA-A Kadar Kromium dalam Jahe	78
Lampiran 10. Perhitungan Konsentrasi Larutan Standar Kromium.....	81
Lampiran 11. Prosedur Penelitian.....	84
Lampiran 12. Tabel Nilai-nilai r Product Moment	91
Lampiran 13. Tabel Nilai F	92
Lampiran 14. Tabel Harga Distribusi t	93
Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian.....	94

ABSTRAK

PENGARUH LIMBAH CAIR INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT TERHADAP KADAR KROMIUM DALAM TANAMAN JAHE (*Zingiber officinale*)

Oleh :

Elisa Nurwati

04630042

Dosen Pembimbing : Susy Yunita Prabawati,M.Si

Pada penelitian ini dilakukan pengurangan kadar kromium pada limbah cair industri penyamakan kulit dengan menggunakan dua larutan yaitu larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%. Kemudian air limbah hasil pengendapan dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10% diujikan terhadap tanaman jahe (*Zingiber officinale*), untuk mengetahui berapa besar kandungan kromium yang dapat terabsorb pada tanaman jahe setelah ditanam dan disirami dengan air limbah hasil pengendapan dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%. Kadar kromium dianalisis dengan menggunakan spektroskopi UV-Visibel Simadzu U-1800.

Sampel air limbah yang digunakan berasal dari industri penyamakan kulit yang terdapat di desa Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta. Masing-masing sampel dibuat variasi limbah yang kemudian disebut sebagai Cr I, Cr II, Cr III, Cr IV, Cr V, dan masing-masing Cr dengan variasi pH yaitu pH 5, 7, 9. kadar Cr dianalisis dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis pada panjang gelombang 540 nm. Teknik analisis data penelitian ini menggunakan regresi linier.

Hasil penelitian menunjukkan limbah yang diendapkan dengan larutan NaOH 10% variasi Cr III pada pH 9 adalah yang paling optimum dalam mengendapkan kromium. Penelitian ini dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji ANAVA-A pada taraf signifikansi 5%. Dari analisis data diperoleh besarnya kadar Cr pada umbi jahe terendah sebesar (6,727)% dan terbesar sebesar (13,123)%. Pada uji ANAVA-A tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara umbi jahe yang disiram dengan air sumur, air limbah hasil pengendapan dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%.

Kata kunci : koagulan, kromium, limbah, spektroskopi UV-Visibel, *zingiber officinale*.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Industri penyamakan kulit merupakan industri yang mengolah kulit mentah menjadi kulit jadi yang proses pengerjaannya menggunakan air dalam jumlah besar. Industri ini merupakan salah satu industri yang didorong perkembangannya sebagai penghasil devisa non migas. Melihat pertumbuhan dan proyeksi untuk industri penyamakan kulit, maka produksi dan perusahaan penyamakan kulit akan terus bertambah.

Dampak positif dari teknologi dan industri memang sangat diharapkan oleh manusia dalam rangka meningkatkan kualitas dan kenyamanan hidup, namun dampak negatif tentu tidak diharapkan karena dapat menurunkan kualitas dan kenyamanan hidup manusia.¹

Bahwa teknologi modern telah menyebabkan terjadinya perubahan dan pencemaran secara besar-besaran terhadap lingkungan. Akan tetapi teknologi yang didasari oleh kesadaran lingkungan yang tinggi juga akan menyelesaikan masalah pencemaran dan kerusakan lingkungan.²

¹ Nurlaela, Farida, 2006, "Penurunan Kadar BOD, COD, dan Cd Pada Pengolahan Lindi/Leachate (air sampah) Yang Berasal Dari Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Sampah Piyungan Yogyakarta dan Tinjauan Islam Terhadap Pencemaran Lingkungan", *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: Program Studi Tadris Kimia UIN.hlm.2

² Manahan, E.S. 2000, *Environmental Chemistry*, Seventh Edition, CRC Press, Inc: Florida.

Limbah industri yang tidak diolah atau tidak sempurna pengolahannya, yang kemudian dibuang ke lingkungan secara sembarangan merupakan problem besar yang melanda negara-negara industri di dunia termasuk Indonesia. Salah satu contoh limbah yang dapat mencemari lingkungan adalah limbah cair yang mengandung logam berat berbahaya, misalnya kromium (Cr) yang berasal dari industri penyamakan kulit. Sebagaimana diketahui, bahwa industri penyamakan kulit, selain memberi nilai tambah pada kualitas kulit mentah, juga dapat membahayakan lingkungan, jika para pelaku industri tidak mengelola limbahnya dengan baik. Dari proses industri ini dihasilkan limbah yang masih sering dipermasalahkan karena mengganggu kelestarian lingkungan hidup terutama lingkungan perairan. Hal ini karena penyamakan kulit masih memanfaatkan Cr sebagai bahan penyamak, dimana unsur ini masih tergolong bahan berbahaya dan beracun. Cr termasuk jenis logam berat dan bersifat karsinogen (penyebab kanker), salah satunya bila terhirup dapat menimbulkan kerusakan tulang hidung. Apabila limbah cairan yang mengandung Cr dibuang ke lingkungan perairan maka perairan tersebut akan tercemar, sehingga ekosistem yang ada di dalamnya akan terganggu bahkan rusak. Contohnya, jika limbah ini masuk ke area pertanian atau perikanan, maka akan menimbulkan bahaya bagi kesehatan apabila hasil pertanian atau perikanan ini dikonsumsi oleh manusia.

Pencemaran logam berat yang dihasilkan dari industri penyamakan kulit ini sudah sangat memprihatinkan.

Hal ini terlihat dari tingginya angka pencemaran yang ditimbulkan oleh

Cr, yang telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan untuk berada di perairan, yaitu maksimum 2 ppm. Hal paling mendasar untuk menanggulangi dampak negatif pencemaran air adalah dengan memelihara mutu perairan. Mutu perairan ini berkaitan erat dengan aktivitas yang terjadi di daerah sekitarnya, terutama aktivitas industri seperti industri pangan, industri kimia dan bahan bangunan, industri sandang, kulit, industri logam, dan lain-lain, merupakan sektor utama yang berpotensi besar dalam mencemari lingkungan. Air limbah dari industri kimia termasuk industri penyamakan kulit, dapat dikategorikan sebagai bahan beracun berbahaya (B3).

Allah SWT telah mengisyaratkan dalam Al-Qur'an bahwa kerusakan yang terjadi di alam ini, sebagian besar diakibatkan oleh ulah manusia, sebagaimana disebutkan dalam QS. Ar-Rum ayat 41 :

بَعْضَ لِيُذِيقَهُمُ النَّاسِ أَيْدِي كَسَبَتْ بِمَا وَالْبَحْرِ الْبَرِّ فِي الْفَسَادُ ظَهَرَ

يَرْجِعُونَ لَعَلَّهُمْ عَمِلُوا الَّذِي ﴿٤١﴾

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”³

Dari ayat di atas terlihat jelas, bahwa kerusakan yang terjadi di bumi, khususnya di lingkungan hidup, pada dasarnya disebabkan oleh ulah manusia.

³ RI, Depag, 2006, *Al-Qur'an Tajwid dan Terjemahnya*, PT Syamil Cipta Media: Bandung.hlm.408

Baik disadari ataupun tidak, setiap usaha atau hasil teknologi yang dilakukan manusia ternyata mempunyai potensi merusak lingkungan. Maka, Allah menjelaskan dalam surat lain bahwa manusia jugalah sebagai pelaku kehidupan di bumi yang akan mampu menanggulangnya.

﴿وَالَّذِينَ مِنْ دُونِهِمْ مِنْ لَكُمْ وَمَا لَهُمْ مَرَدٌّ لَكُمْ فَلَآ سُوْءَ بَقْوَمٍ اَللّٰهُ اَرَادَ وَاِذَا

”... sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sehingga sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri ” (QS. Ar-Rad : 11)⁴

مِنْ نَّصِيْبِكَ تَنْسَ وَلَا اَلْاٰخِرَةَ اَلدَّارِ اَللّٰهُ اَتٰنَكَ فَيَمَّا وَاَبْتَعِ
اَلْاَرْضِ فِي الْفَسَادِ تَبِعِ وَلَا اِلَيْكَ اَللّٰهُ اَحْسَنَ كَمَا وَاَحْسَنَ اَلدُّنْيَا
سُحْبُ لَا اَللّٰهُ اِنَّ

﴿اَلْمُفْسِدِيْنَ﴾

“Dan carilah pada apa yang Telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah Telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.” (QS. Al-Qashash: 77).⁵

Bagi seorang ilmuwan, ayat di atas dapat dijadikan sebagai sebuah motivasi ilmiah yang mengantarkan manusia pada pentingnya menemukan solusi alternatif bagi setiap permasalahan yang ditimbulkan oleh perkembangan sains dan teknologi, seperti halnya permasalahan yang

⁴ Ibid. hlm.205

⁵ Ibid.hlm.394

disebabkan oleh limbah industri penyamakan kulit. Limbah cair dari industri penyamakan kulit perlu diolah lebih lanjut karena kandungan bahan buangnya, baik yang bersifat organik, anorganik, maupun bahan-bahan kimia berbahaya lainnya. Pengolahan lanjutan dan pengolahan akhir sangat diperlukan untuk menjamin keamanan limbah ini untuk dibuang ke lingkungan.

Pada prinsipnya Cr yang terdapat di dalam cairan buangan penyamakan kromium dapat diatasi dengan cara sederhana. Cr dapat dipisahkan dari cairan buangan dengan cara mengendapkan kembali sebagai krom hidroksida $[\text{Cr}(\text{OH})_3]$ dengan penambahan koagulan dan flokulan. Dengan jalan pengendapan lalu penyaringan, maka endapan tersebut dapat dipisahkan untuk kemudian dilarutkan kembali sebagai sulfat. Pengurangan kromium dalam limbah cair juga dapat dikurangi dengan cara adsorpsi menggunakan adsorben tertentu, seperti polimer (zeolit dan *clay*). Berdasarkan tahapan proses pengolahan limbah inilah, maka dilakukan penelitian pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit dengan dua tahap pengolahan, yaitu melalui tahapan pengendapan menggunakan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10% dalam upaya menurunkan kadar bahan buangan melalui parameter logam berat Cr.

Limbah cair yang telah diolah tersebut kemungkinan masih memiliki kadar Cr yang tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai uji penanaman dengan menggunakan tanaman jahe. Dalam penelitian ini dipilih tanaman jahe sebagai tanaman model uji, karena tanaman jahe merupakan tanaman

yang mudah tumbuh, selain itu penduduk di sekitar pembuangan limbah banyak yang menanam tanaman obat salah satunya tanaman jahe yang biasa digunakan sebagai bumbu masak atau obat tradisional.

B. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penyusunan penelitian skripsi ini digunakan untuk menghindari kesalahan persepsi dan untuk memudahkan penelitian. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Subyek penelitian adalah limbah cair industri penyamakan kulit yang terdapat di Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta.
2. Obyek penelitian adalah kadar Cr dalam limbah cair industri penyamakan kulit.
3. Tempat penelitian adalah Balai Besar Kulit Karet Plastik, yang terletak di Jl. Sukonandi No. 9 Yogyakarta.
4. Proses pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit dilakukan dengan pengendapan menggunakan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10% selanjutnya limbah cair terolah diuji pengaruhnya terhadap tanaman jahe.
5. Instrumen yang digunakan untuk analisis Cr adalah Spektrofotometer UV-Visible.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan pembatasan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, dapat ditentukan rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Berapakah penurunan kadar Cr pada proses pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit yang berasal dari industri penyamakan kulit Sitimulyo, Piyungan, Bantul Yogyakarta setelah proses pengendapan dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%?
2. Bagaimanakah pengaruh limbah cair Cr terolah terhadap tanaman jahe?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini, berdasarkan rumusan masalah yang telah ditentukan di atas, adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui penurunan kadar Cr pada proses pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit yang berasal dari industri penyamakan kulit desa Sitimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta setelah dilakukan pengendapan dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%.
2. Mengetahui apakah limbah cair Cr terolah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jahe atau tidak.

E. Kegunaan Penelitian

Manfaat yang diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi pribadi, penelitian ini sangat berguna sebagai sarana untuk menerapkan teori yang telah diperoleh di bangku kuliah dalam bentuk aplikasi penelitian.

2. Bagi Industri/lembaga, penelitian ini sangat bermanfaat sebagai salah satu acuan untuk mengolah limbah cair yang mengandung logam-logam berat berbahaya dari industri, khususnya limbah cair yang mengandung logam berat Cr.
3. Bagi masyarakat, penelitian ini sangat bermanfaat sebagai kerangka dasar pemikiran tentang cara alternatif yang optimal untuk mengatasi pencemaran lingkungan khususnya lingkungan air.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori

1. Limbah Cair Industri penyamakan Kulit

Industri penyamakan kulit adalah industri yang mengolah kulit mentah (*hides* dan atau *skins*) menjadi kulit jadi atau kulit tersamak (*leather*) dengan menggunakan bahan penyamak. Dalam industri penyamakan kulit ada tiga pokok tahapan proses, yaitu:

- a. Proses pengerjaan basah (*beam house*)
- b. Proses penyamakan (*tanning*)
- c. Proses akhir (*finishing*)

Setiap proses terdiri dari beberapa tahapan, dimana setiap proses memerlukan tambahan bahan kimia dan pada umumnya memerlukan banyak air, tergantung dari jenis kulit mentah yang digunakan serta jenis kulit jadi yang dikehendaki.⁶ Adapun proses penyamakan menggunakan bahan penyamak Cr dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Kulit yang telah diasamkan, diputar di dalam drum dengan 80 – 100 % air dan 3 – 4 % garam dapur (NaCl), selama 10 – 15 menit.
- b. Bahan penyamak Cr kemudian dimasukkan sekaligus dengan basisitas 33,5 % dan diputar selama 1 – 1,5 jam.

⁶ Anonim, 1994, *Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri Penyamakan Kulit*, Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, Yogyakarta.

- c. Proses selanjutnya adalah menaikkan basisitas Cr menjadi $\pm 50\%$ dengan penambahan soda abu yang sudah diencerkan dengan air (1:10) dalam 3 tahapan pemasukan dengan interval waktu 15 menit. Selanjutnya diputar terus menerus selama 5 – 6 jam.
- d. Kulit kemudian diuji kemasakannya dalam air mendidih selama satu menit. Kulit telah dianggap masak adalah apabila setelah direbus luas kulit tidak mengkerut lebih dari 10 % dan tetap lemas. Bila kulit belum masak, maka basisitasnya dinaikkan lagi dengan menambahkan 0,1 – 0,2 % Na_2CO_3 dan diputar lagi dalam drum selama 1 – 2 jam kemudian direbus kembali.
- e. Jika kulit telah masak, kulit dikeluarkan dari drum, kemudian digantung (*aging*) selama 1 – 2 hari.

Dari serangkaian proses di atas, ternyata dihasilkan limbah cair yang mengandung Cr dalam jumlah yang cukup besar, sehingga keberadaannya di lingkungan perairan cukup berbahaya. Air limbah piket dan Cr akan menimbulkan pencemaran air berupa BOD, COD, SS, DS, asam, garam, Cr dan sisa samak nabati. Selain itu, hampir dari setiap proses penyamakan yang dimulai dari perendaman kulit mentah (*soaking*) sampai pada tahap *finishing* ternyata menghasilkan limbah cair yang cukup banyak.

2. Kromium Sebagai Logam Berat

Kromium adalah unsur yang secara alamiah ditemukan dalam konsentrasi yang rendah dalam batuan, hewan, tanaman, tanah, debu vulkanik dan juga gas.

Kromium terdapat di alam dalam beberapa bentuk senyawa yang berbeda. Bentuk yang paling umum adalah Cr^0 , Cr^{3+} dan Cr^{6+} . Cr^{3+} terdapat di alam secara alamiah dan merupakan salah satu unsur nutrisi yang penting bagi manusia. Cr^{6+} dan Cr^{3+} umumnya dihasilkan dari proses industri.

Kromium berupa logam baja berwarna abu-abu, ditambang dalam bentuk biji kromit, tidak berbau dan mengkilat. Kromium stabil pada tekanan dan temperatur normal. Sebagai logam berat, Cr termasuk logam yang mempunyai daya racun yang tinggi. Daya racun yang dimiliki logam Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Ion Cr^{6+} merupakan bentuk logam Cr yang paling banyak dipelajari sifat racunnya bila dibandingkan dengan ion-ion Cr^{2+} dan Cr^{3+} . Sifat racun yang dibawa oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan kronis.⁷

Kromium adalah unsur yang berada pada golongan VI B periode keempat. Sebagai logam transisi, dia memiliki sifat-sifat khas yang membedakannya dari unsur golongan utama.

Adapun sifat-sifat kromium yaitu sifat fisika dan kimia kromium:

- a. Titik didih $2672\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b. Titik lebur $1837 - 1877^{\circ}\text{C}$
- c. Berat jenis $7,20\text{ mg/L}$ pada 28°C

⁷ Palar, Heryando. 1994, *Logam Berat Dan Toksikologi*, Erlangga: Surabaya. Hlm.139

- d. Energi ionisasi 652 kJ/mol
- e. Kromium tidak larut dalam air dan asam nitrat, namun ia larut dalam asam sulfat encer dan asam klorida.
- f. Kromium tidak dapat bercampur dengan basa, oksidator, halogen, peroksida dan logam-logam lainnya.

Sumber pencemar kromium pada umumnya berasal dari limbah industri-industri yang menggunakan kromium sebagai bahan bakunya, seperti industri penyamakan kulit yang sebagian besar menggunakan krom sebagai bahan penyamak.

Kromium dalam konsentrasi tertentu bersifat racun bagi manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan. Senyawa kromium masing-masing mempunyai peranan berbeda di lingkungan dan efek yang berbeda pula terhadap kesehatan manusia sesuai dengan bilangan oksidasinya. Dilaporkan bahwa Cr^{6+} merupakan senyawa krom yang paling berbahaya (misalnya kalium kromat K_2CrO_4 atau CrO_3). Maka, dilihat dari efek toksisitasnya dapat dikatakan bahwa Cr dapat dikategorikan sebagai bahan beracun berbahaya (B3).⁸ Logam berat termasuk Cr, biasanya akan menimbulkan efek tertentu pada makhluk hidup, jika terakumulasi dalam jumlah yang banyak di dalam organ tubuh.

⁸Agung,2004,*Chromium*,<http://bappedal.jawatengah.go.id/v3/artikel/kromium.php>.

Adapun bahaya akut jangka pendek dan jangka panjang yang ditimbulkan dari kromium adalah sebagai berikut: bila debu dan uap kromium terhirup (inhalasi) dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan iritasi pada hidung.

Jika kontak langsung antara kulit dengan debu atau serbuk kromium dapat menyebabkan iritasi pada kulit. Kontak langsung antara mata dengan debu atau serbuk kromium dapat menyebabkan iritasi pada mata. Logam kromium sangat sulit diabsorpsi melalui saluran pencernaan. Absorpsi dalam jumlah yang cukup banyak dari beberapa senyawa kromium dapat menyebabkan pusing, haus berat, sakit perut, muntah, syok, oliguria atau anuria dan uremia yang mungkin bisa fatal.

Bila kontak dengan kulit, dalam jangka waktu yang lama dari beberapa senyawa kromium, dilaporkan dapat menyebabkan berbagai tipe dermatitis, termasuk eksim "*Chrome holes*" sensitisasi dan kerusakan kulit dan ginjal. Bila kontak dengan mata, untuk beberapa senyawa krom dapat menyebabkan radang selaput mata (*konjungtivities*) dan lakrim.⁹

Krom yang bersifat asam sangat korosif pada kulit serta membran mukasoid (selaput lendir). Kontak dengan Cr secara langsung dan terus menerus bagi kulit yang sensitif dapat menyebabkan korengan (ulcer) selebar ujung pensil disekitar kuku maupun punggung tangan.¹⁰

⁹ <http://bappedal.jawatengah.go.id/v3/artikel/kromium.php>

¹⁰ Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 1994, *Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri Penyamakan Kulit*, Yogyakarta

Adapun bahaya kronis (jangka panjang) dari logam kromium adalah sebagai berikut: Bila terhirup/inhalasi dalam jangka waktu yang lama dari beberapa senyawa kromium, dilaporkan dapat menyebabkan borok (*ulcerasi*), iritasi pada tenggorokan dan saluran pernafasan bagian bawah, gangguan pada darah serta gangguan pada saluran pencernaan akan tetapi hal ini jarang terjadi.

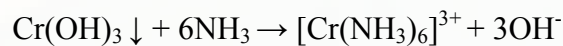
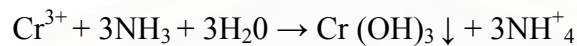
Dapat dikatakan bahwa pada dasarnya semua logam berat dapat menjadi bahan racun dan berbahaya jika berada dalam kondisi tertentu, sehingga keberadaannya akan meracuni tubuh makhluk hidup.

3. Koagulan

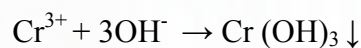
Koagulan adalah bahan yang dipakai pada proses koagulasi. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ dalam konsentrasi yang cukup tinggi dapat mempercepat terbentuknya endapan. Pada pH netral atau basa terjadi proses hidrolisis dan terbentuk ikatan OH. $\text{Cr}(\text{OH})_3$ yang digunakan sebagai koagulan dengan konsentrasi tinggi akan menyebabkan pengendapan secara cepat dan partikel koloid akan terjatuh ke dalam endapan tersebut.¹¹ Larutan amonia, endapan seperti gelatin yang berwarna abu-abu hijau sampai abu-abu biru, yaitu kromium (III) hidroksida, $\text{Cr}(\text{OH})_3$ yang sedikit larut dalam zat pengendap berlebih dalam keadaan dingin dengan membentuk larutan lembayung atau merah jambu yang mengandung ion kompleks heksaaminakromat (III), dengan mendidihkan larutan, kromium hidroksida diendapkan.

¹¹. Brabthly, J., 1980, *Coagulation and Flocculation*, England: Unplands Press. Page.437

Maka untuk pengendapan sempurna kromium hidroksida, penting sekali bahwa larutan sedang mendidih, dan larutan air amonia yang berlebih dicegah.



Bila ada serta ion asetat dan tak ada ion-ion logam tervalen lainnya, kromium (III) hidroksida tak diendapkan. Pengendapan kromium (III) hidroksida juga dicegah oleh tartat dan sitrat. Endapan kromium (III) hidroksida.¹²



Bahan bantu koagulan biasanya digunakan untuk menaikkan atau menurunkan pH limbah, sehingga proses koagulasi berjalan lebih baik. Ini biasanya digunakan untuk menjadikan pH air yang ditangani layak untuk dibuang ke perairan umum.

Setiap koagulan mempunyai kemampuan untuk menggumpalkan pada pH yang bervariasi. Oleh karena itu, perlu digunakan bahan bantu koagulan untuk mengatur pH. Bahan yang digunakan antara lain H_2SO_4 dan gas CO_2 untuk menurunkan pH dan NaOH dan MgO untuk menaikkan pH. Bahan yang digunakan sebagai bahan bantu koagulan dalam penelitian ini adalah NaOH dan MgO .

¹² Vogel. 1985. *Buku Teks Analisis Anorganik makro dan semimakro*. (diterjemahkan oleh L. Setiono dkk). Jakarta: Kalaman Media Pustaka. Hlm. 271-272.

NaOH dan MgO dapat digunakan untuk menjadikan suspensi koloid dan emulsi senyawa organik atau minyak yang terdapat dalam limbah cair, serta untuk menaikkan pH. Kenaikan pH dapat membantu pengendapan beberapa logam transisi seperti Cr.

4. Penentuan Kadar Cr

Penentuan kadar Cr dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan UV-Visible berdasarkan pada kenyataan bahwa unsur dalam sampel menyerap sebagian radiasi. Bila berkas radiasi dengan intensitas I_0 dilewatkan pada medium yang panjangnya b cm, mengandung Cr dengan kadar C , maka radiasi akan diserap sebagian dan berkurang menjadi I . Hubungan antara intensitas dengan konsentrasi ini dijelaskan pada hukum Lambert-Beer:

$$A = -\log T = \epsilon \cdot b \cdot C$$

Dengan $-\log T$ ($\log I_0/I_t$) yakni perbandingan antara intensitas sinar radiasi sebelum ditransmisikan (I_0) dan sesudah ditransmisikan (I_t), A adalah absorbansi serapan atom sampel terhadap sinar radiasi yang dipancarkan dari sinar UV, sedangkan ϵ adalah absorptivitas b adalah panjang/ ketebalan/ bahan/ medium (cm) dan C adalah konsentrasi sampel yang dianalisis yang berbanding lurus dengan absorbansinya.

Dengan menggunakan persamaan regresi linear diperoleh formulasi :
($\log I_t = - ab C + \log I_o$) atau secara matematis biasa ditulis ($Y = aX + b$)
dimana Y adalah absorbansi, a dan b merupakan *slope* dan *intercep*-nya
serta X adalah konsentrasi sampel.¹³ Dalam proses analisis sampel
menggunakan UV-Vis selalu dilakukan optimasi kondisi operasional dan
kalibrasi terlebih dahulu, misalnya dengan menggunakan larutan standar
krom jika sampelnya berupa logam tersebut sehingga diperoleh
absorbansinya.

Secara regresi linear dengan menggunakan data absorbansi yang
diperoleh maka konsentrasi sampel dapat ditentukan.

5. Spektrofotometri UV- Visibel

Spektrofotometri adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur
energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan, atau
diemisikan sebagai fungsi panjang gelombang yang benar-benar terseleksi
dapat diperoleh dengan bantuan alat pengurai seperti prisma.¹⁴
Spektroskopi ada yang berkerja pada daerah sinar tampak, ultra violet
maupun daerah infra merah. Spektrofotometri yang digunakan dalam
penelitian ini adalah spektrofotometri UV-Visibel. Prinsip dasar dari
metode analisis secara spektrofotometri sinar tampak pada panjang
gelombang 540 nm adalah pengukuran intensitas radiasi yang diserap oleh
larutan berwarna.

¹³ Sastrohamidjojo, hardjono. 2001. *Spektroskopi* .Liberti, Yogyakarta. Hal. 12

¹⁴ Khokar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Cetakan 1. Jkarta: UI Press. Hal.215-216

Zat yang menyerap warna atau panjang gelombang tertentu dari sinar tampak akan meneruskan warna komplementernya. Warna komplementer inilah yang dapat dilihat oleh mata sebagai warna dan secara lengkap terdapat di dalam tabel 1.

Tabel 1. Spektrum Sinar Tampak dan Warna Komplementer

Rentang Panjang Gelombang (nm)	warna	Warna Komplementer
400-450	Ungu	Hijau
450-480	Biru	Kuning
480-490	Biru-Kehijauan	Orange
490-500	Hijau-Kebiruan	Merah
500-560	Hijau	Ungu-Kemerahan
560-575	Hijau-Kekuningan	Ungu
575-590	Kuning	Biru
590-625	Orange	Biru-kehijauan
625-750	Merah	Hijau-Kebiruan

a. Prinsip analisis

Pinsip dasar analisis instrumen dengan UV-Visibel didasarkan pada pengukuran suatu sifat listrik (elektroanalisis) dan metode yang didasarkan pada penentuan banyaknya radiasi yang diserap atau pada perkiraan intensitas radiasi yang dipancarkan (spektroanalitis).

Sedangkan spektroanalitis adalah metode spektroskopi yang didasarkan pada interaksi antara cahaya dan materi.

b. Hubungan antara serapan dan konsentrasi

Absorpsi cahaya oleh suatu molekul merupakan suatu bentuk interaksi antara gelombang cahaya (foton) dan atom atau molekul. Energi cahaya akan diserap oleh atom atau molekul dan digunakan oleh elektron di dalam atom untuk bertransisi ke tingkat energi elektronik yang lebih tinggi.

Absorpsi hanya terjadi jika selisih kedua tingkat energi elektronik tersebut ($\Delta E = E_2 - E_3$) bersesuaian dengan energi cahaya (foton) yang datang, yaitu $\Delta E = E_{\text{foton}}$.¹⁵

Besarnya penyerapan cahaya (absorbansi) dari suatu kumpulan atom atau molekul dinyatakan oleh hukum Lambert-Beer. Hukum Lambert-Beer menyatakan bahwa proporsi berkas cahaya datang yang diserap oleh suatu bahan/medium tidak bergantung pada berkas cahaya yang datang. Hukum Lambert-Beer ini tentunya hanya berlaku jika di dalam bahan/medium tersebut tidak ada reaksi kimia ataupun proses fisis yang dapat dipicu atau diimbis oleh berkas cahaya datang tersebut.¹⁶

¹⁵ Day and Underwood, 2001, *Analisis Kimia Kuantitatif edis ke-6*, Erlangga: Jakarta.

¹⁶ Sastrohamidjojo, DR. Hardjono, 2001, *Spektroskopi*, Liberty: Yogyakarta. Hlm.11

Dalam hal ini, intensitas cahaya yang keluar setelah melewati bahan/medium tersebut dapat dituliskan dalam bentuk persamaan sederhana sebagai berikut :

$$\text{Dengan : } I = T \times I_0 \text{ atau } T = I \times \frac{100\%}{I_0}$$

I = Intensitas berkas cahaya keluar

I_0 = Intensitas berkas cahaya masuk / datang

T = Transmittansi

Hukum Beer menyatakan bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi dan ketebalan bahan/medium dinyatakan dalam persamaan :

$$A = - \log_{10} T = \epsilon \cdot b \cdot C, \text{ Dengan}$$

A = absorbansi

ϵ = absorpsivitas (mol)

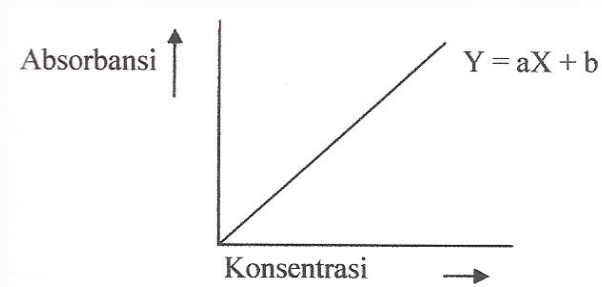
b = panjang/ketebalan bahan/medium (cm)

c = konsentrasi molar (mol/L)

Sumber cahaya UV-Visibel yang biasa digunakan adalah lampu tungsten halogen (W). UV-Visibel menggunakan kombinasi lampu tungsten dan lampu deuterium (D2). pada beberapa model spektrofotometer digunakan lampu xen.

Konsentrasi larutan cuplikan dapat dihitung dengan jalan menentukan absorbansi larutan dengan UV-Visibel pada panjang gelombang maksimum (λ) dan mensubstitusikan harga absorbansi pada variable Y dari persamaan garis regresi linier, dengan demikian akan diperoleh harga X yang merupakan konsentrasi unsur yang diteliti dalam larutan cuplikan tersebut.

Berikut gambar grafik absorbansi terhadap konsentrasi.



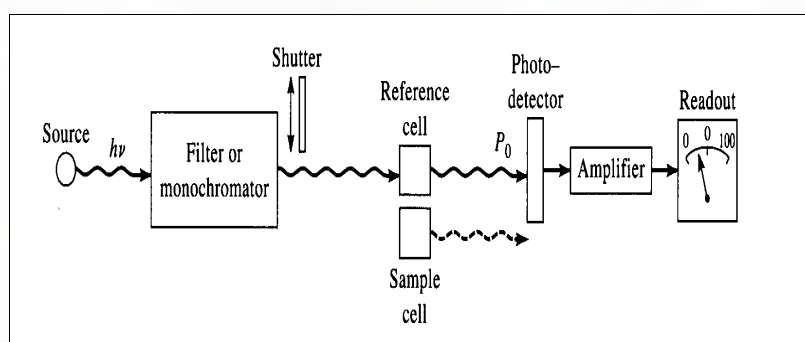
Gambar 1. kurva kalibrasi

c. Komponen-komponen pokok dari spektrofotometri UV-Visibel

1. Sumber tenaga radiasi yang stabil terdiri dari benda yang tereksitasi ingá ketinggian energi tinggi oleh sumber listrik bertegangan tinggi., sumber radiasi sinar tampak hádala lampu filamen tungstein. Filamen tungstein menghasilkan radiasi kontinu dalam daerah antara 350-35000 nm.

2. Monokromator merupakan serangkaian alat optik yang menguraikan radiasi polikromatik menjadi jalur-jalur yang efektif panjang gelombang tunggalnya dan memisahkan panjang gelombang tersebut menjadi jalur sempit.
3. Tempat cuplikan, yang berupa sel atau kuvet yang terbuat dari gelas biasa, plastik atau quartz. Untuk menempatkan larutan yang akan ditentukan absorbansinya.
4. Detektor, menyerap tenaga foton yang mengenainya dan mengubah tenaga tersebut, untuk dapat diukur secara kuantitatif, arus listrik atau perubahan panas.

Kebanyakan detektor menghasilkan sinyal listrik yang dapat mengaktifkan meter atau pencatat. Setiap pencatat harus menghasilkan sinyal-sinyal secara kuantitatif berkaitan dengan tenaga cahaya yang mengenainya.¹⁷



Gambar 2.

Bagian-bagian spektroskopi UV-Vis Single Beam

¹⁷ [www. Arry,yanuar.com](http://www.Arry,yanuar.com).diakses 25 januari 2008.

6. Tanaman Jahe



Gambar 3. Tanaman Jahe

Di Indonesia, jahe memang belum dibudidayakan secara luas. Meskipun demikian, tanaman ini banyak ditemukan di daerah Rejang Lebong (Bengkulu), Kuningan, Bogor (Jawa Barat), Magelang, Yogyakarta, dan beberapa daerah di Jawa Timur. Jahe bisa hidup di tanah dengan ketinggian 200 - 600 m di atas permukaan laut dan curah hujan rata-rata 2500 - 4000 mm/tahun. pada umumnya, di kawasan itu jahe hanya ditanam di pekarangan, di sekitar rumah, atau di tanah tegalan pemanfaatannyapun masih terbatas untuk konsumsi rumah tangga.¹⁸ Deskripsinya, habitus herba, semusim, tegak, tinggi 40-50 cm. Batang semu, beralur, membentuk rimpang, hijau. Daun majemuk, bentuk bulir, sempit ujung runcing, panjang 3,5-5 cm, lebar 1,5-2 cm, tangkai panjang kurang lebih 2 cm, hijau merah, kelopak bentuk tabung, bergigi tiga, mahkota bentuk corong, panjang 2-2,5 cm, berwarna ungu.

¹⁸Lentera, Tim, 2002, *Khasiat dan Manfaat Jahe Merah si Rimpang Ajaib*, PT Agro Media Pustaka: Jakarta Hlm.3

Buah kotak, bulat panjang, coklat. Biji bulat, hitam. Akar serabut, putih kotor.¹⁹

a. Berdasarkan taksonomi tanaman, jahe termasuk dalam:

- 1) Divisio : Pteridophyta
- 2) Sub divisio : Angiospermae
- 3) Kelas : Monocotyledone
- 4) Ordo : Scatamineae
- 5) Famili : Zingiberaceae
- 6) Genus : Zingiber²⁰

b. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Jahe diantaranya adalah :

1. Lingkungan biotik

Lingkungan biotik yang mempengaruhi pertumbuhan jahe meliputi semua benda hidup, seperti: hama, patogen, gulma, dan tanaman sela yang digunakan dalam pola tanam atau tanaman lain yang tumbuh di sekitar pertanaman jahe.

¹⁹Dra. Sri Sugati Syamsuhidayat, dan DR. Johnny Ria Hutapea, *Inveatasi Tanaman Obat Indonesia (I)*, Depertemen kesehatan RI Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta feb. 1991. Hlm. 596

²⁰Tim Lentera, 2002, *Khasiat dan Manfaat Jahe Merah si Rimpang Ajaib*, PT Agro Media Pustaka: Jakarta. Hlm.2

Jenis hama yang sering dijumpai pada tanaman jahe adalah kepik yang biasa menyerang daun hingga berlubang-lubang, kumbang dan ulat penggerek akar yang menyerang bagian akar hingga menyebabkan jahe menjadi kering dan mati.

2. Lingkungan abiotik (fisik)

Faktor-faktor lingkungan fisik yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman ini adalah iklim yang meliputi curah hujan, ketinggian tempat, cahaya, suhu, dan kelembaban udara. Faktor-faktor lingkungan yang kurang sesuai dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi rimpang jahe.

Karenanya, perlu dilakukan beberapa manipulasi, sehingga diperoleh kondisi lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan jahe. Jahe dapat tumbuh baik di daerah dengan curah hujan rata-rata 2500-4000 mm/tahun. Curah hujan yang semakin tinggi menyebabkan semakin tingginya bobot rimpang yang dihasilkan. Ketinggian tempat yang dibutuhkan jahe untuk tumbuh adalah 0 – 1500 m di atas permukaan laut. Meskipun demikian, ketinggian optimum untuk pertumbuhan dan produksi jahe adalah 300 – 900 m di atas permukaan laut.²¹

Cahaya matahari mempengaruhi pertumbuhan dan produksi melalui proses fotosintesis dan reaksi fotoperiodisitas.

²¹ Lentera, Tim, 2002, *Khasiat dan Manfaat Jahe Merah si Rimpang Ajaib*, PT Agro Media Pustaka: Jakarta Hlm.6

Pengaruh intensitas penyinaran terhadap pertumbuhan tanaman lebih besar dibandingkan dengan pengaruh perubahan mutu penyinaran. Intensitas cahaya yang diterima jahe sangat bergantung dari jenis tanaman sela yang digunakan. Dalam berbagai penelitian diterangkan bahwa produksi rimpang semakin tinggi dengan semakin besarnya intensitas cahaya yang diperoleh tanaman jahe semasa tumbuhnya. Kisaran suhu optimum untuk pertumbuhan jahe adalah $25 - 30^{\circ} \text{C}$. Temperatur di atas 35°C dapat menyebabkan daun hangus dan mengering. Disisi lain, suhu yang semakin rendah dapat menyebabkan umur jahe semakin panjang. Sementara itu, tingkat keasaman (pH) yang toleran bagi jahe adalah 4,3 – 7,4 dan pH optimum 6,8 – 7,0.

c. Kandungan Senyawa Kimia Jahe

Secara umum, komponen senyawa kimia yang terkandung dalam jahe terdiri dari minyak yang mudah menguap (*volatile oil*), minyak yang tidak mudah menguap (*nonvolatile oil*), dan pati. Minyak atsiri termasuk jenis minyak yang mudah menguap dan merupakan suatu komponen yang memberikan bau yang sangat khas. Kandungan minyak yang tidak mudah menguap disebut oleoresin, yakni suatu kompoen yang memberikan rasa pahit dan pedas. Kandungan minyak setiap bagian rimpang jahe berbeda. Kandungan minyak terbanyak di bagian bawah jaringan epidermis. Semakin ke tengah kandunganya semakin sedikit. Selain itu umur jahe mempengaruhi kandungan minyaknya.

Kandungan minyak terus sampai mencapai umur optimum (12 bulan). Lewat usia itu kandungan minyaknya semakin sedikit. Sedangkan bau khas jahe semakin tua semakin menyengat.²² Berdasarkan beberapa penelitian, dalam minyak atsiri jahe terdapat unsur-unsur *n-nonylaldehyd*, *d-camphene*, *d-β-fhellandrene*, *methylheptenone*, *cineol*, *d-borneol*, *linalool*, *acetates dan caprylate*, *cytral*, *chavicol*, dan *zingiberence*. Bahan-bahan tersebut merupakan bahan baku penting dalam industri farmasi atau obat-obatan.

d. Kegunaan Jahe

Jahe segar dan jahe kering banyak digunakan sebagai bumbu masak atau pemberi aroma pada makanan kecil dan sebagainya. Penggunaan jahe sebagai obat tradisional telah lama dilakukan dengan rimpang jahe ditambah ramuan lain.

Mengatasi influenza dapat dilakukan dengan rimpang jahe ditambah ramuan lain. Jahe juga bisa mengobati luka lecet dan luka tikam karena duri atau benda tajam, atau karena jatuh. Disamping itu minyak jahe dapat digunakan sebagai obat penambah nafsu makan, memperkuat lambung, dan memperbaiki pencernaan. Proses yang terjadi adalah terangsangnya selaput lendir perut besar dan usus oleh minyak jahe.²³

²² Farry B. Paimin Murhananto, 1991, Budidaya, Pengolahan, Perdagangan Jahe.cet,2 penebar swadaya. Jakarta. Hlm.10

²³ Lentera, Tim, 2002, *Khasiat dan Manfaat Jahe Merah si Rimpang Ajaib*, PT Agro Media Pustaka: Jakarta..Hlm.17

B. Penelitian Yang Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dan dapat dijadikan acuan dalam penelitian ini tentang pengaruh pengurangan kadar Cr limbah cair industri penyamakan kulit antara lain sebagai berikut: Penelitian Eko Priyono dengan judul "Pengaruh pH dan Penambahan Ca(OH)_2 Terhadap Penurunan Kadar Cr Air Limbah Industri Penyamakan Kulit" menyimpulkan adanya pengaruh pH terhadap penurunan kadar Cr pada limbah cair industri penyamakan kulit menggunakan alkali Ca(OH)_2 .²⁴

Penelitian Praktek Kerja Lapangan yang dilakukan oleh Elisa Nurwati dan Tri Hanifawati dengan judul "Pengurangan Kadar Krom Pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Dengan Penambahan Alkali Kapur dan NaOH 10%", menyimpulkan adanya pengaruh pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit menggunakan alkali kapur (CaCO_3) dan NaOH 10% terhadap pengurangan logam Cr. Pada pH 9 yang paling banyak dalam mengendapkan limbah krom dari berbagai variasi pH.²⁵

²⁴Priyono. Eko , 1999, Pengaruh pH dan Penambahan CaOH Terhadap Penurunan Kadar Cr Air Limbah Industri Penyamakan Kulit. "*Laporan Penelitian*". Yogyakarta: Program Studi Teknik Lingkungan, STTL"YLH".1997

²⁵Nurwati, Elisa dan Tri Hanifawati, 2007, Pengurangan Kadar Krom Pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Dengan Penambahan Alkali Kapur dan NaOH, *Laporan Praktek Kerja Lapangan*, BBKPP: Yogyakarta.

Penelitian di atas mendasari dilakukannya penelitian ini, yang ingin mengetahui pengaruh pengurangan kadar Cr dalam limbah cair industri penyamakan kulit, untuk diujikan pada tanaman jahe setelah limbah cair diendapkan dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%. Penelitian ini merupakan penelitian yang berbeda dengan penelitian sebelumnya yang sudah ada.

C. Kerangka Berfikir

Untuk mengurangi kadar Cr dalam limbah cair industri penyamakan kulit dapat dilakukan dengan berbagai metode. Metode pengendapan dengan menggunakan bahan alkali sebagai koagulan maupun dengan penambahan flokulan untuk menghasilkan endapan yang lebih banyak, merupakan metode yang sangat sederhana dan telah banyak digunakan. Proses pengendapan ini tentu saja akan menyebabkan kadar Cr yang terdapat dalam limbah cair industri penyamakan kulit menjadi berkurang (mengalami penurunan).

Dimungkinkan masalah baru akan timbul dari limbah cair Cr terolah sehingga keberadaannya di lingkungan dikhawatirkan akan mencemari tanah, terutama mengganggu tanaman yang tanahnya terkontaminasi dengan air sisa pengolahan limbah ini. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui signifikansi penurunan kadar Cr dalam limbah cair industri penyamakan kulit setelah proses pengendapan, serta untuk mengetahui apakah ada pengaruh limbah cair Cr terolah terhadap tanaman, baik pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman, maupun kemungkinan absorpsi Cr oleh tanaman. Dalam penelitian ini digunakan tanaman jahe sebagai tanaman model.

D. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan kerangka berfikir di atas, maka dapat ditentukan hipotesis penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Ada penurunan kadar Cr setelah dilakukan pengolahan pada limbah yang masih mengandung Cr.
2. Limbah cair Cr terolah berpengaruh secara signifikan terhadap pertumbuhan tanaman jahe.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

1. Alat

Seperangkat peralatan gelas, gelas aqua bekas pakai, pengaduk magnetik *stirer*, *hot plate*, *poly bag* tanaman, kertas saring whatman, spektroskopi UV-Visibel (Shimadzu U-1800).

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah bahan kimia yang memenuhi standar pro analitik, kecuali yang disebut khusus, antara lain: air sumur, air aquades, larutan NaOH 10%, larutan MgO 10%, kromium dikromat ($K_2Cr_2O_7$), Larutan HNO_3 pekat, larutan H_2O_2 30%, larutan H_2SO_4 4N, larutan $KMnO_4$ 1N, serbuk difenilkarbazid, tanah yang sudah disterilisasi (flora media tanaman), umbi Jahe.

3. Kalibrasi Instrumen

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dianggap sudah terkalibrasi, oleh karena itu tidak perlu dilakukan kalibrasi terhadap instrumen.

B. Metode Pengumpulan Data

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pencemaran Balai Besar Kulit Karet Plastik Jln. Sukonandi No.9 Yogyakarta, pada bulan Agustus 2008

s/d September 20. Uji dilakukan di Laboratorium Analitik, Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, pada bulan November s/d Desember 2008.

2. Tahapan Penelitian

Pada penelitian pengaruh pengurangan kadar Cr limbah cair industri penyamakan kulit terhadap tanaman jahe (*Zingiber officinale*), dilakukan beberapa tahap yaitu:

- a. Pembuatan variasi limbah kromium
- b. Pembuatan larutan NaOH 10%
- c. Pembuatan larutan MgO 10%
- d. Pembuatan larutan standar kromium
- e. Pengukuran pembuatan kurva
- f. Penanaman umbi jahe
- g. Destruksi

3. Cara Kerja

a. Analisis Kualitatif

Langkah analisis kualitatif adalah sebagai berikut:

Sebanyak 141,1 g, dilarutkan dalam labu ukur 1000 ml menggunakan aquades, sehingga diperoleh larutan Cr berkadar 50 ppm.²⁶ Larutan Cr 50 ppm diencerkan menjadi 0,1 ppb, 0,2 ppb, 0,3 ppb, 0,4 ppb, 0,5 ppb dan 1 ppb dengan persamaan $M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$.

²⁶ Rand, M.C, WPCF Chairmang, Arnold. E, Toras. 1975. "Standard Methods for the xxamination of water" APHA-AWWA-WPCF. American public health assicion, wongsinton DC.

Diukur absorbansi larutan standar. Untuk kromium absorbansi diamati dengan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang 530 nm.

b. Analisis Kuantitatif

Langkah analisis kuantitatif adalah sebagai berikut:

1) Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Dipipet larutan blanko dengan pengomplek difenylkarbazit ke dalam kuvet dan diukur serapannya pada panjang gelombang 540 nm warna komplementer ungu-kemerahan. Dilakukan dilakukan cara yang sama untuk salah satu konsentrasi larutan standar. Data yang diperoleh dibuat grafik hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang.

2) Persiapan Percobaan

a) Pembuatan variasi limbah kromium

Terlebih dahulu dicek pH awal limbah, kemudian dibuat larutan limbah kromium dengan variasi sebagai berikut:

- (1) 500 mL air sumur dengan 0 mL air limbah kromium, selanjutnya disebut sampel Cr I.
- (2) 335 mL air sumur dengan 165 mL air limbah kromium, selanjutnya disebut sampel Cr II.
- (3) 250 mL air sumur dengan 250 mL air limbah kromium, selanjutnya disebut sampel Cr III.

(4) 165 mL air sumur dengan 335 mL air limbah kromium, selanjutnya disebut sampel Cr IV.

(5) 0 mL air sumur dengan 500 mL air limbah kromium, selanjutnya disebut sampel Cr V.

b) Pembuatan larutan NaOH 10 %

Dibuat larutan NaOH 10 % (b/v) dengan cara melarutkan 10 gram kristal NaOH dengan akuades hingga 100 ml. Selanjutnya larutan ini digunakan untuk titrasi pengendapan limbah krom. Dan dicek pH awal larutan NaOH 10 % (b/v) tersebut.

c) Pembuatan larutan MgO 10 %

Dibuat larutan MgO 10% (b/v) dengan cara melarutkan 10 gram kristal MgO dengan akuades hingga 100 ml. Selanjutnya larutan ini digunakan untuk titrasi pengendapan limbah krom. Dan dicek pH awal larutan MgO tersebut.

d) Pembuatan larutan standar Cr

(1) Larutan standar khromium diperoleh secara stoikiometri dengan menimbang padatan khrom (VI) $K_2Cr_2O_7$ sebanyak 141,4 mg. Larutan Cr tersebut lalu dilarutkan dalam labu ukur 1000 ml menggunakan aquades, sehingga diperoleh larutan Cr berkadar 50 ppm.²⁷

(2) Larutan Cr 50 ppm diencerkan menjadi 0 ppb, 2 ppb, 3

²⁷ Rand, M.C, WPCF Chairmang, Arnold. E, Toras. 1975. "Standard Methods for the examination of water" APHA-AWWA-WPCF. American public health assicion, wongsinton DC.

ppb, 4 ppb, 5 ppb dan 10 ppb dengan persamaan $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$. Perhitungan lihat (lampiran 10).

- (3) Diukur absorbansi larutan standar. Untuk kromium absorbansi diamati dengan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang 530 nm.

e) Destruksi

- (1) Ditimbang 2,5 gram jahe, dikeringkan pada suhu 80° dan gerus hingga mencapai ukuran 20-40 mesh, masukkan dalam tabung digesti, tutup tabung digesti dan pasang dalam panel.
- (2) Ditambahkan 4ml HNO_3 diamkan semalam.
- (3) Diletakkan isi dalam tabung digesti dalam porselin dan panaskan dalam penangas sampai 120°C selama 1 jam.
- (4) Ditambahkan 4 ml H_2O_2 30% dan letakkan tabung digesti dalam blok digesti, ulangi penambahan H_2O_2 30% sampai tak berwarna.
- (5) Dikeluarkan agar dingin.
- (6) Dicairkan dengan menambahkan aquades kedalam labu ukur 10 ml.
- (7) Digesti siap dan dapat dicairkan seperti yang dikehendaki untuk mencapai konsentrasi yang dikehendak.

3) Penentuan Kadar Kromium dalam Sampel Limbah Cair

Penyamakan kulit

a) Penentuan garis regresi linear larutan standar berdasarkan kurva regresi linier

Konsentrasi kadar kromium dalam sampel dapat ditentukan dengan mensubstitusikan serapan larutan cuplikan kedalam variabel Y dari persamaan garis regresi linier. Persamaan garis regresi linier diperoleh dari data serapan dan kadar larutan standart. Hubungan antara serapan dan konsentrasi larutan standart dinyatakan dengan persamaan $Y = aX + b$ dengan Y sebagai kriterium, X sebagai prediktor, a merupakan bilangan koefisien prediktor, dan b sebagai bilangan konstanta. Harga a dan b dihitung dengan rumus :

$$a = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{N(\sum X^2) - (\sum X)^2}$$

Dimana Y= Absorbansi larutan Standar

a = Slope

X = Konsentrasi larutan Standar

b = Intersep

n = Jumlah larutan standar

Berdasarkan data larutan standar, diperoleh persamaan garis linear $Y = aX + b$

b) Penentuan signifikan korelasi X (konsentrasi kromium) dengan Y (absorbansi)

Untuk menentukan ada tidaknya hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi larutan standar, digunakan rumus korelasi product-moment sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

Harga r kemudian dikonsultasikan dengan r_{tabel} *product moment* pada taraf signifikansi 1%. Jika harga $r >$ harga r_{tabel} , berarti ada hubungan yang positif dan signifikan antara konsentrasi larutan standar kalsium (X) dan absorbansi (Y).

c) Pengujian linieritas persamaan garis regresi linier larutan standar kromium

Untuk keperluan analisis selanjutnya perlu dilakukan uji F untuk mengetahui linieritas garis regresi dengan rumus sebagai berikut:

$$F_{reg} = \frac{JK_{reg}}{db_{reg}}$$

$$JK_{reg} = a(\sum XY) + b(\sum Y) - \frac{(\sum Y)^2}{N}$$

$$db_{reg} = 1$$

$$RJK_{reg} = \frac{JK_{reg}}{db_{reg}}$$

$$RJK_{res} = \frac{JK_{reg}}{db_{reg}}$$

$$db_{res} = N - 2 = 6 - 2 = 4$$

$$JK_{res} = (\sum Y^2) - a(\sum XY) - b(\sum Y)$$

Jika F hitung lebih besar dari F_{tabel} pada taraf signifikan 5%,

berarti persamaan garis tersebut linear.

Dimana :

N : banyaknya data keseluruhan

JK : jumlah kuadrat

RJKreg : rerata jumlah kuadrat regresi

RJKres : rerata jumlah kuadrat residu

db : derajat kebebasan

F reg : harga bilangan- F untuk garis regresi

Hasil F_{regresi} (F_{hitung}) kemudian dikonsultasikan dengan harga F_{tabel} pada taraf signifikansi 5% dengan db pembilang dan db penyebut, diperoleh harga F_{tabel} . Jika $F_{\text{regresi}} > F_{\text{tabel}}$, maka persamaan garis regresi larutan standar kromium adalah linear.

d) Penentuan kadar Cr

Data absorbansi yang telah diukur, disubstitusikan ke dalam persamaan regresi linier $Y = aX + b$, sehingga kadar Cr dapat ditentukan sebagai berikut:

$$Y = aX + b$$

$$X = \frac{Y - b}{a}$$

Data dari penelitian ini didapatkan dari pengukuran kadar Cr pada limbah sebelum pengolahan, setelah pengolahan tahap

pertama, yaitu setelah penambahan larutan NaOH 10% dan MgO 10% setelah pengolahan tahap kedua, yaitu kadar Cr pada umbi jahe dengan perlakuan sebelum dan sesudah perlakuan. Data yang dihasilkan dianalisis menggunakan metode regresi linier (*linear regression*) statistik ANAVA-A. Adapun rumus yang digunakan seperti tabel 2 berikut:

Tabel 2. Perhitungan ANAVA-A

Sumber Variasi	d.b	Jumlah kuadrat (JK)	Rerata Jumlah Kuadrat (RJK)	F ₀
Antar Kelompok(A)	a-1	$\sum = \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$	$RJK_A = \frac{JK_A}{db_A}$	$F_0 = \frac{RJK_A}{RJK_D}$
Dalam Kelompok(D)	N-a	JK _T - JK _A	$RJK_D = \frac{JK_D}{db_D}$	
Total	N-1	$\sum X^2_T - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$		

Keterangan :

a : Banyaknya kelompok yang dibandingkan

N : Banyaknya kasus total

n_{Ai} : Banyaknya kasus untuk masing-masing kelompok

$\sum X_{Ai}$: Jumlah X untuk masing-masing kelompok

$\sum X_T$: Jumlah X total (keseluruhan)

$\sum X_T^2$: Jumlah kuadrat dari keseluruhan X

JK : Jumlah kuadrat.

Taraf signifikansi yang digunakan sebagai batasan penolakan adalah 5%. F_0 hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan F_{tabel} (db_A lawan db_D). Jika $F_0 > F_{tabel}$, maka terdapat perbedaan. Hasil analisis di atas kemudian dibahas dan dikaji berdasarkan dasar teori dan telaah pustaka untuk menjawab permasalahan yang dikemukakan di atas dan akhirnya disimpulkan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif dilakukan dengan menggunakan teknik spektroskopi UV-Visibel. Analisis kualitatif dilakukan dengan mengamati ada tidaknya absorbansi pada panjang gelombang. Berdasarkan pada analisis ini adanya absorbansinya dalam sampel pada panjang gelombang 530nm, yang berarti larutan tersebut mengandung kromium.

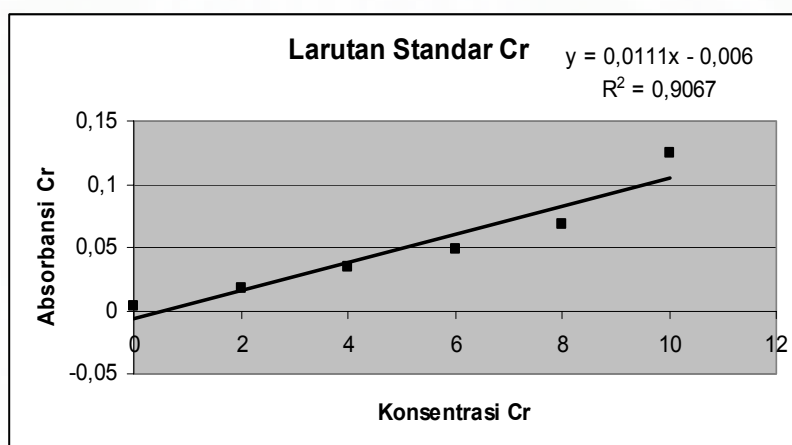
B. Hasil analisis kuantitatif

1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Analisis kuantitatif dilakukan dengan cara mengukur serapan larutan standar pada alat spektroskopi UV-Visibel dengan panjang gelombang 530nm. Sebelum menentukan kadar kromium yang terdapat dalam sampel, terlebih dahulu menentukan persamaan $Y = Ax + b$ dari larutan standar kromium yang ada. Adapun hasil pengukuran larutan standar kromium seperti tabel 3.

Tabel 3. Absorbansi Larutan Standar Kromium

No.	Konsentrasi (ppb)	Absorbansi
1	0.003	0.000
2	0.018	2.000
3	0.034	4.000
4	0.048	6.000
5	0.068	8.000
6	0.125	10.00

**Gambar 4. Grafik Larutan Standar Kromium**

Penentuan kadar kromium dalam sampel dilakukan dari larutan sampel ditunjukkan pada tabel 4 sebagai berikut:

Tabel 4. Absorbansi Larutan Sampel Pada Kromium

No	Sampel	Absorbansi	Konsentrasi
1.	A1	0,152	13,42
2..	A2	0,098	8,991
3.	A3	0,046	4,726
4.	B1	0,144	12,76
5.	B2	0,133	11,86
6.	B3	0,142	13,33
7.	C1	0,060	5,874
8.	C2	0,063	6,121
9.	C3	0,083	8,018

Keterangan :

A = Sampel umbi jahe disirami dengan air sumur

B = Sampel umbi jahe disirami dengan pengendap larutan NaOH 10%

C = Sampel umbi jahe yang disiram dengan pengendap larutan MgO
10%

Untuk konsentrasi kromium pada larutan diperoleh dengan mensubstitusikan variabel Y adalah absorbansi dari larutan sampel sehingga diperoleh $Y = 0,0111X - 0,006$.

Untuk perhitungan kadar kromium dinyatakan dalam :

$$C = \frac{Y + 0,006}{0,0111}$$

Untuk data kadar kromium pada jahe ditunjukkan dalam tabel berikut ini

Tabel 5. Kadar Kromium Pada Jahe

No	Sampel	Kadar (ppb)	Kadar rata-rata (ppb)
1.	A1	14,234	9,429
2..	A2	9,369	
3.	A3	4,685	
4.	B1	13,513	13,123
5.	B2	12,523	
6.	B3	13,333	
7.	C1	5,946	6,216
8.	C2	6,216	
9.	C3	8,018	

2. Analisis menggunakan ANAVA-A

Analisis ANAVA-A ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kadar kromium pada umbi jahe yang ditanam dan disiram pada tabel 6 menggunakan air sumur, pengendap larutan NaOH 10% dan pengendap larutan MgO 10%. Dengan analisis statistik ANAVA-A hasil ringkasannyaseperti tabel 6.

Tabel 6. Ringkasan Perhitungan Statistik ANAVA-A

	Sampel A	Sampel B	Sampel C	Total
N	3	3	3	3
ΣX	28,287	39,369	20,18	87,839
\bar{X}	9,429	13,123	6,727	29,279
ΣX^2	312,345	517,196	138,284	967,825
SB	0,537	0,203	0,631	1,371

Dari tabel 6 diatas dapat diketahui harga Harga F_{hitung} (F_O) sebesar 0,062 sedangkan F_{tabel} pada taraf signifikan 5% dengan db 2 lawan 6 yaitu: 5,14. Dengan demikian $F_O < F_{tabel}$, sehingga H_0 diterima dan H_a ditolak, artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar kromium pada sampel A, B, C.

C. Kemampuan Larutan NaOH 10% dan Larutan MgO 10% dalam Menggendapkan Kromium dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit.

1. Pengendapan Kromium dengan Larutan NaOH 10%

Larutan NaOH 10% (b/v) adalah larutan yang bersifat basa, memiliki pH lebih dari 7 yaitu sebesar 13. Dalam reaksi ini larutan NaOH 10% (b/v) berfungsi sebagai koagulan yang dapat mengikat senyawa-senyawa yang mudah larut, antara lain senyawa yang mengandung logam-logam berat seperti krom.

Selain sebagai koagulan, dalam reaksi ini larutan NaOH 10 % (b/v) juga berfungsi sebagai pengatur pH sehingga variasi pH sampel dapat

dilakukan dengan cara titrasi menggunakan larutan NaOH 10 % (b/v). Reaksi larutan NaOH dengan limbah krom penyamakan kulit secara umum adalah sebagai berikut:



Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa di setiap variasi sampel memiliki kandungan kromium yang berbeda-beda, setelah diendapkan dengan pelarut NaOH 10% ternyata menghasilkan banyaknya endapan kromium yang berbeda pula.

Pada penelitian ini endapan diamati setelah larutan dibiarkan bereaksi selama 30 menit. Banyaknya endapan yang dihasilkan untuk semua variasi sampel kromium pada pH 9 Cr V kecuali variasi Cr I (300 ml air sumur + 0 ml limbah) merupakan pH optimum untuk mengendapkan kromium lebih banyak.

Selain itu, banyak sedikitnya endapan juga tergantung dari kondisi larutan yang digunakan untuk mengendapkannya dan banyaknya kandungan kromium dalam limbah yang direaksikan dengan larutan. Semakin banyak limbah kromium dalam variasi sampel, semakin banyak pula endapan yang terbentuk.

Adapun pemilihan alkali didasarkan pada hal-hal dibawah ini :

- a. Kecepatan reaksi alkali dengan kromium, larutan NaOH dan larutan MgO dapat bereaksi cepat dengan kromium.
- b. Dalam hal penanganan bahan diantara dua larutan ini, NaOH lebih membutuhkan perawatan ekstra daripada MgO.

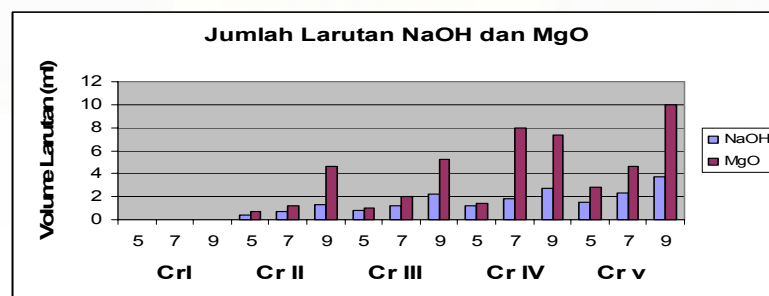
c. Pertimbangan harga untuk NaOH lebih murah daripada MgO.

2. **Pengendapan dengan Larutan MgO 10%**

Pengendapan kromium dengan pelarut MgO 10% prosesnya sama dengan pengendapan kromium dengan pelarut NaOH 10%. Disini MgO juga berfungsi sebagai koagulan dan sebagai pengatur pH. Dimana MgO merupakan larutan basa kuat dengan pH sebesar 12. Reaksi MgO dengan limbah kromium penyamakan kulit secara umum adalah sebagai berikut:



Hasil pengendapan dengan larutan MgO 10% menunjukkan pada pH yang tinggi endapan kromium yang terbentuk semakin banyak. Jika dibandingkan, banyaknya endapan yang terbentuk dengan penambahan larutan NaOH 10% ke dalam limbah kromium terlihat bahwa endapan yang terbentuk dengan penambahan larutan NaOH 10% lebih sedikit jika dibandingkan dengan endapan yang terbentuk dari penambahan larutan MgO 10%. Namun perbedaan yang mencolok juga terdapat pada banyaknya larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10% yang harus ditambahkan untuk mengendapkan kromium.



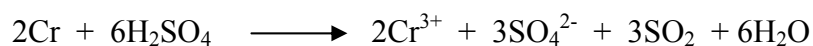
Gambar 5. Volume Larutan yang Digunakan untuk Mengendapkan Kromium

Dari gambar 5 terlihat bahwa volume larutan NaOH 10% lebih sedikit dibandingkan dengan larutan MgO 10%. Volume larutan NaOH 10% yang digunakan untuk mengendapkan kromium dalam limbah cair penyamakan kulit pada interval waktu yang sama, jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan larutan MgO 10%. Hal ini disebabkan MgO 10% membutuhkan waktu yang lama untuk mengendapkan kromium. MgO merupakan basa lemah, sehingga MgO bereaksi dengan kromium lebih lambat dibandingkan dengan NaOH yang merupakan basa kuat.

3. Preparasi Sampel Kromium

Serangkaian preparasi sampel dilakukan terhadap supernatan hasil pengendapan limbah krom dengan penambahan larutan NaOH 10% (b/v). Untuk analisis dengan UV-Visibel diperlukan konsentrasi yang sangat kecil sehingga absorbansi berada dalam rentang limit deteksi spektro. Untuk itu, supernatan hanya diambil sebanyak 5 mL kemudian diencerkan dalam labu ukur 100 mL sampai batas. Selanjutnya ditambahkan asam sulfat 4 N.

Asam sulfat encer menyerang kromium perlahan-lahan dengan membentuk hidrogen. Dalam H₂SO₄ pekat panas, Cr melarut dengan mudah, dimana ion-ion Cr (III) dan belerang dioksida terbentuk:



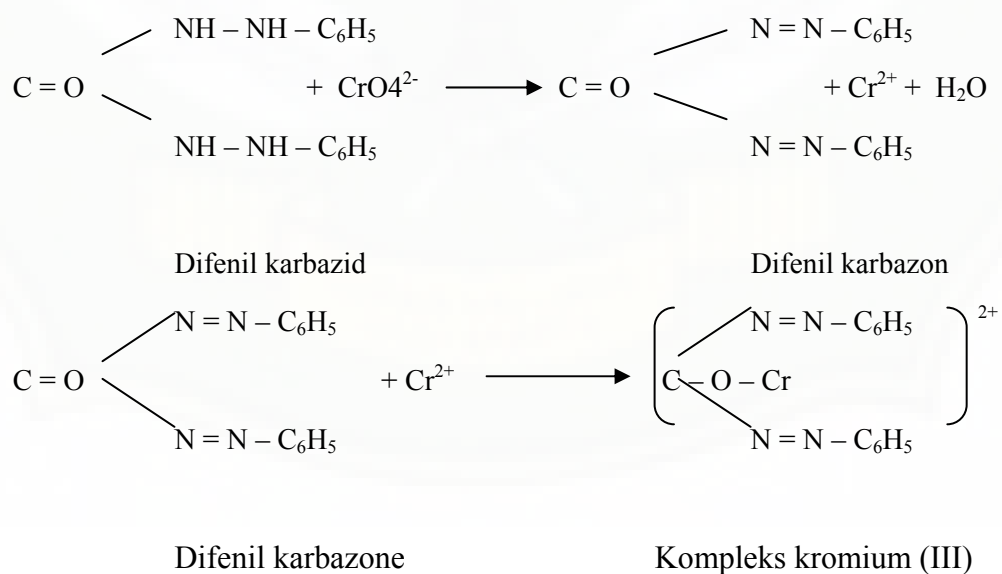
Penambahan hidrogen peroksida (H_2O_2) dengan larutan tetrahidroksokromat (III) $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ yang bersuasana basa, menghasilkan larutan kuning yang disebabkan oleh oksida kromium (III) menjadi kromat:



Setelah hidrogen peroksida yang berlebihan diuraikan dengan cara dididihkan, ion kromat dapat diidentifikasi dalam larutan dengan salah satu reaksinya.

Dalam penelitian ini, identifikasi kromium dilakukan setelah oksidasi menjadi kromat dengan uji difenilkarbazid, yang merupakan uji khas terhadap kromium.

Pada saat reaksi, kromat direduksi warna yang menjadi kromium (II) dan terbentuklah difenilkarbazon. Hasil reaksi ini selanjutnya menghasilkan suatu kompleks dengan khas.



Sampel yang telah diperlakukan uji difenilkarbazid didiamkan selama 5 sampai 10 menit untuk kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-Visibel. Selanjutnya diadakan pembacaan absorbansi dengan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang maksimum. Untuk mengetahui panjang gelombang maksimum yang akan digunakan untuk mengukur absorbansi dilakukan mengukur absorbansi larutan standar dengan konsentrasi 0 ppb, 2 ppb, 4 ppb, 6 ppb, 8 ppb, 10 ppb. Dari data yang diperoleh dapat diketahui absorbansi masing-masing konsentrasi. Data absorbansi larutan standar disajikan pada lampiran 1.

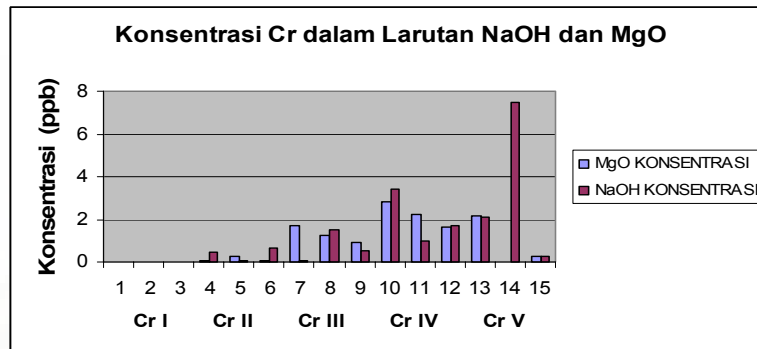
D. PEMBAHASAN

1. Analisis Kromium Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit setelah Diendapkan dengan Larutan NaOH 10% dan Larutan MgO 10%.

Dalam tabel 7 berikut ini akan disajikan hasil pengukuran konsentrasi sampel yang mengandung kromium setelah proses endapan dengan penambahan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%.

Tabel 7. Pengukuran Konsentrasi Kromium Sebagai Pengaruh dari Penambahan Larutan NaOH 10% dan Larutan MgO 10% dalam 3 Variasi pH

Variasi Sampel	pH	Absorbansi		Konsentrasi	
		Larutan NaOH 10%	Larutan MgO 10%	Larutan NaOH 10%	Larutan MgO 10%
Cr I	5	0	0	0	0
	7	0	0	0	0
	9	0	0	0	0
Cr II	5	0,011	0,609	0,450	0,078
	7	0,007	1,991	0,090	0,266
	9	0,013	0,504	0,631	0,064
Cr III	5	0,013	0,025	0,631	1,712
	7	0,023	0,02	1,532	1,261
	9	0,012	0,016	0,541	0,901
Cr IV	5	0,044	0,037	3,423	2,793
	7	0,017	0,031	0,991	2,252
	9	0,025	0,024	1,712	1,622
Cr V	5	0,029	0,03	2,072	2,162
	7	0,089	0,062	7,477	0,003
	9	1,839	1,896	0,245	2,252



Gambar 6. Histogram Konsentrasi Kromium dalam Supernatan Hasil Pengendapan dengan Larutan NaOH 10% dan Larutan MgO 10%

Dari histogram gambar 6 dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan jumlah kromium yang tersisa dalam supernatan sebagai hasil dari pengendapan limbah penyamakan kulit dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%. Untuk pengendapan dengan larutan NaOH 10% hasil pengukuran optimum terlihat pada variasi Cr II untuk semua pH 9 untuk semua variasi.

Sementara untuk pengendapan limbah dengan larutan MgO 10% sampel dengan pH 9 merupakan kondisi paling optimum untuk mendapatkan konsentrasi krom yang sangat kecil dalam supernatan, untuk semua variasi sampel. Jika dilihat dari kondisi variasi sampel, maka variasi Cr II merupakan kondisi yang cukup baik untuk mendapatkan konsentrasi kromium yang kecil sehingga aman untuk dibuang ke perairan bebas. Jika diterapkan dalam instalasi pengolahan limbah penyamakan kulit, pemilihan variasi sampel kromium ini sedikit kurang efektif.

Larutan standar yang diukur pada umumnya dimulai dari konsentrasi 0,0 ppm (larutan blangko), namun dalam pembuatan larutan standar kromium dalam percobaan ini konsentrasinya dimulai dari 0 ppb, 2 ppb, 4 ppb, 6 ppb, 8 ppb dan 10 ppb. Sehingga hal ini berpengaruh terhadap persamaan kurva standar yang dihasilkan.

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa larutan MgO 10 % yang diperlukan untuk mengendapkan kromium jauh lebih banyak daripada larutan NaOH 10% (lihat gambar 6). Hal ini disebabkan karena larutan MgO bersifat basa lemah, cenderung lambat dalam bereaksi dengan kromium. Sementara itu, sifat basa dari NaOH lebih kuat dibandingkan dengan MgO besarnya pH NaOH yaitu 13,5 sehingga larutan NaOH 10 % yang diperlukan dalam mengendapkan limbah kromium jauh lebih sedikit. Dari hasil pengamatan berdasarkan waktu pengendapan, diketahui bahwa reaksi antara kromium dengan larutan NaOH lebih cepat dibandingkan dengan larutan MgO. Data hasil pengamatan menunjukkan bahwa endapan kromium yang terbentuk dari pengendapan dengan larutan NaOH 10% lebih banyak daripada pengendapan dengan larutan MgO 10%.

Namun dari hasil analisis dengan spektrofotometer UV-Visibel, didapatkan konsentrasi kromium dalam supernatan yang hampir sama, baik dari hasil pengendapan dengan larutan NaOH 10% maupun larutan MgO 10%.

Untuk penerapan di instalasi pengolahan limbah industri penyamakan kulit, pemilihan bahan alkali yang digunakan untuk mengendapkan kromium cukup penting. Di dunia industri, hal ini terutama menyangkut segi ekonomis dan perawatan bahan alkali itu sendiri. Maka bahan alkali yang lebih banyak digunakan tentu saja bahan alkali yang mudah didapat, murah dan tidak memerlukan perawatan yang intensif.

2. Analisis Kadar Kromium dalam Umbi Jahe

Kadar kromium yang akan ditentukan yaitu kadar kromium dalam umbi jahe, selain itu dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kadar kromium dalam umbi jahe setelah disiram dengan air sumur dan air limbah hasil olahan, yang telah diendapkan dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%.

Untuk menentukan kadar kromium didalamnya terlebih dahulu dilakukan dengan proses destruksi (lihat lampiran 16). Analisis kuantitatif, sampel dibersihkan dengan kain lap setelah dipanen, supaya umbi jahe bersih dari tanah. Kemudian umbi jahe dipotong-potong kecil-kecil dan ditimbang sebanyak 2,5 gram, kemudian dimasukkan dalam oven dengan suhu 80° C. Proses pengovenan ini dimaksudkan untuk menghilangkan kandungan air yang terdapat dalam umbi jahe. Setelah itu jahe digerus agak lembut, dimasukkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan HNO_3 4 ml kemudian ditutup dan taruh pada raknya kemudian didiamkan semalam.

Setelah semalam panaskan dengan *hotplate* selama 1 jam dengan suhu 120°C , sampai sampel benar-benar hancur tak tersisa ini untuk mempermudah larutan dianalisa dengan spektroskopi UV-Visibel. Setelah itu ditambahkan dengan H_2O_2 30% sampai tak berwarna. Kemudian diencerkan sampai 10 ml. Yang terakhir diambil 5 ml untuk dianalisa. Dari hasil analisa diketahui konsentrasi kromium dalam umbi jahe seperti dalam tabel dibawah ini.

Tabel 8. Konsentrasi Kromium dalam Umbi Jahe

No	Sampel	Absorbansi	Konsentrasi (ppb)
1.	A1	0,152	13,42
2..	A2	0,098	8,991
3.	A3	0,046	4,726
4.	B1	0,144	12,76
5.	B2	0,133	11,86
6.	B3	0,142	13,33
7.	C1	0,060	5,874
8.	C2	0,063	6,121
9.	C3	0,083	8,018

Pada tabel 8 didapat informasi bahwa konsentrasi kromium dalam umbi jahe yang paling besar pada sampel yang disiram dengan air sumur karena air sumur tidak diberi perlakuan sama sekali, ternyata air sumur dilingkungan sekitar pembuangan air limbah telah tercemari.

Dimungkinkan lewat rembesan-rembesan serapan air, dan masyarakat disekitar pembuangan tidak tahu akan hal ini. Meskipun pada waktu pemanenan umbi jahe yang disiram dengan air sumur ini tanaman jahenya ada akarnya berserabut putih kecil-kecil dan lembut. Hal ini disebabkan karena kandungan air yang diserap oleh umbi jahe masih dalam kadar air yang bisa diserap oleh umbi jahe, walaupun air sumur disini sudah tercemari oleh kromium.

Berikut ini akan disajikan tabel tentang pertumbuhan tanaman jahe selama 6 minggu yang diamati adalah batang, daunnya, dan diukur panjangnya berapa setiap 1 minggu sekali.

Tabel 9. Pertumbuhan Tanaman Jahe Setelah Penyiraman dengan Air Sumur, dan Limbah hasil pengendapan dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10%

No	Waktu Pengamatan	Dosis Limbah (ml/kg tanah)	Pertumbuhan Rata-rata (cm)		
			Pot (H ₂ O)	Pot (NaOH)	Pot MgO
1	Minggu ke-1	10	1,4	1	1
2	Minggu ke-2	20	1,9	1,3	2,2
3	Minggu ke-3	30	2,1	1,5	3
4	Minggu ke-4	40	2,7	2,6	3,0
5	Minggu ke-5	50	3,2	3,1	3,2
6	Minggu ke-6	60	4,2	3,5	3,2

Pada penelitian ini penyiraman dilakukan dua kali (Senin dan Kamis) dengan volume limbah yang sama, dan pada pH 9 untuk semua limbah terolah. Pada penelitian ini juga dilakukan pengamatan terhadap pertumbuhan daun tanaman jahe seperti tabel 12 berikut ini.

Tabel 10. Data fisiologi pertumbuhan umbi tanaman jahe setelah dilakukan penyiraman terhadap pertumbuhan daun sebelum dipanen

Nama tanaman	Air Sumur		NaOH		MgO	
	kuncup	mekar	kuncup	mekar	Kuncup	mekar
Jahe	3	2	4	1	4	1

Selain pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman, pada waktu tanaman dipanen juga dilakukan pengamatan terhadap umbinya. Apakah umbi jahe ada yang mati atau tidak meskipun daunnya tumbuh dan panjang.

Tabel 11. Data fisiologi pertumbuhan umbi tanaman jahe setelah dilakukan penyiraman terhadap umbinya pada waktu dipanen

Nama tanaman	Air Sumur		NaOH		MgO	
	Hidup	Mati	Hidup	Mati	Hidup	Mati
Jahe	5	-	2	3	4	1

Hasil pengamatan dari tabel 11 menunjukkan bahwa umbi jahe yang disiram dengan air sumur tidak mati, bahkan tumbuh akarnya.

Jika dibandingkan dengan tanaman jahe yang disiram dengan menggunakan air limbah terolah banyak yang mati, dikarenakan kandungan kromiumnya masih banyak.

Sebab lain dikarenakan larutan yang digunakan untuk mengendapkan air limbah adalah larutan yang mengandung basa kuat, sehingga mempengaruhi pertumbuhan umbinya. Karena larutan NaOH dan MgO panas, berpengaruh terhadap umbinya ada yang busuk dan mati kering.

Berdasarkan analisis kualitatif yang telah dilakukan terhadap umbi jahe, larutan sample menunjukkan serapan pada panjang gelombang 540 nm hal ini menunjukkan dalam larutan sample mengandung kromium.

Untuk analisis kuantitatif pada penelitian ini diperoleh kadar kromium dalam umbi jahe terendah sebesar 6,727 %, sedangkan kadar kromium yang tertinggi sebesar 13,123 %. Selanjutnya dilakukan uji ANAVA-A untuk melihat perbedaan kadar kromium dalam sample, untuk perhitungan lihat (lampiran 8). Berdasarkan data yang diperoleh bahwa harga F_{hitung} (F_o) sebesar 0,062, sedangkan F_{tabel} (db_A lawan db_B) pada taraf signifikansi 5% dengan db 2 lawan 6 yaitu 5,14. Jadi $F_o < F_{tabel}$, hal tersebut tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikansi antara kadar kadar kromium pada sample A, B, maupun C.

Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA-A dapat dinyatakan bahwa konsentrasi larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10% tidak berpengaruh terhadap penyerapan limbah cair.

Penelitian ini menggunakan teknik UV-Visibel, sebelum sebelum pengukuran absorbansi sample terlebih dahulu dibuat larutan satandar dilakukan dengan menggunakan larutan $K_2Cr_2O_7$ 1000ppm. Untuk larutan standar masing-masing dibuat kisaranya dari 0 ppb, 2 ppb, 4 ppb 6ppb, 8 ppb dan 10 ppb. Larutan tersebut dencerkan dengan cara mengenceran menggunakan larutan akuades dengan volume 100ml. Fungsi akuades adalah sebagai pelarut karena memiliki pH netral, sehingga akuades merupakan pelarut yang baik.

Perhitungan pengenceran menggunakan rumus : $V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$ untuk perhitunganya lebih lanjut (lihat lampiran 11). Berdasarkan konsentrasi larutan standar yang diperoleh kemudian ditentukan absorbansinya dengan menggunakan spektroskopi UV-Visibel pada panjang gelombang 540 nm. Hasilnya ditunjukkan pada table 1 gambar 1.

Pada gambar 1 untuk larutan standar kromium diperoleh persamaan garis regresi linier hubungan antara absorbansi terhadap konsentrasi larutan satndar sebagai berikut.: $Y = 0,011 X - 0,006$, kemudian dilakukan penentuan signifikansi korelasi konsentrasi larutan standar kromium diperoleh sebesar : 0,958 dan R^2 0,9067 artinya kurva tersebut memiliki keakuratan 99,6%.Persamaan inilah yang akan dilakukan untuk mengetahui konsentrasi sampel dengan cara mensubtitusikan absorbansi sampel (Y) kedalam persamaan tersebut

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dilihat dari efektifitas kedua larutan yaitu larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10% dalam mengurangi kadar kromium, larutan NaOH 10% merupakan alternatif terbaik untuk mengurangi kadar kromium dalam limbah cair, hal ini di lihat dari efektifitas reaksi dan segi harga yang relative lebih murah dibandingkan dengan MgO 10%.
2. Limbah yang telah diendapkan dengan larutan NaOH 10% dan larutan MgO 10% dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman jahe, tanaman jahe banyak yang mati dan kering umbinya, dan dapat diketahui kadar kromium dalam umbi jahe yang terendah 6,727 % dan yang terbesar 13,123 %.

B. Saran – saran

1. Hasil penelitian ini hendaknya dapat digunakan secara baik untuk mengolah limbah cairan industri yang mengandung logam-logam berat berbahaya seperti krom.

2. Hendaknya penelitian ini dioptimasi lebih lanjut dengan memvariasikan lamanya waktu pengendapan untuk mendapatkan endapan yang lebih optimal dari limbah krom
3. Hendaknya hasil penelitian ini dilanjutkan dengan percobaan untuk tanaman air, sehingga dapat diketahui tingkat keamanan hasil pengolahan limbah untuk di buang ke perairan bebas, serta pengaruhnya bagi kesehatan manusia dan lingkungan perairan.
4. Perlu dilakukan penelitian tentang unsur-unsur mineral lainnya yang terkandung dalam umbi jahe setelah dilakukan penyiraman dengan limbah cair yang terolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003, *Industri Kulit Dunia Tidak Pernah Berhenti Berputar*, http://www.kompas.com/kompas_cetak/0302/06/ekonomi/116464.htm
- Anonim, 2007, *Penanganan Limbah*, http://journaliptek.blogspot.com/2007_04_01_archive.html-ftn1
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, 1994, *Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri Penyamakan Kulit*, Yogyakarta.
- Brabthly, J., 1980, *Coagulation and Flocculation*, England: Unplands Press. Balitro@telkom.net. Akses 14-11-2008
- Day and Underwood, 2001, *Analisis Kimia Kuantitatif edis ke-6*, Erlangga: Jakarta.
- Farida, Nurlaela, 2006, "Penurunan Kadar BOD, COD, dan Cd Pada Pengolahan Lindi/Leachate (air sampah) Yang Berasal Dari Tempat Pembuangan Sampah Akhir (TPA) Sampah Piyungan Yogyakarta dan Tinjauan Islam Terhadap Pencemaran Lingkungan", *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: Program Studi Tadris Kimia UIN.
- Firdaus, Feris, 2003, "Pemanfaatan serbuk Kayu Jati Untuk Menyerap Khrom dan Tembaga Dalam Air Menggunakan Cara Flow dan Batch". *Laporan Penelitian*. Yogyakarta: Program Studi Kimia S1 UII.
- [http://id.wikip\[edia.org/wiki/berkas:kencur_kaemfera_galanga.jpg](http://id.wikip[edia.org/wiki/berkas:kencur_kaemfera_galanga.jpg). akses 14-11-2008
- Harinaldi, 2005, *Prinsip-Prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains*, Erlangga: Jakarta.
- Lentera, Tim, 2002, *Khasiat dan Manfaat Jahe Merah si Rimpang Ajaib*, PT Agro Media Pustaka: Jakarta.
- Manahan, E.S. 2000, *Environmental Chemistry*, Seventh Edition, CRC Press, Inc: Florida.

- Nurwati, Elisa dan Tri Hanifawati, 2007, Pengurangan Kadar Krom Pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Dengan Penambahan Alkali Kapur dan NaOH, *Laporan Praktek Kerja Lapangan*, BBKKP: Yogyakarta.
- Paimin, Murhananto, Ferry B.1991, *Budidaya, Pengolahan, Perdagangan Jahe* . penebar swadaya. Cet.2: Yogyakarta.
- Palar, Heryando. 1994, *Logam Berat Dan Toksikologi*, Erlangga: Surabaya.
- Priyono. Eko , 1999, Pengaruh pH dan Penambahan CaOH Terhadap Penurunan Kadar Cr Air Limbah Industri Penyamakan Kulit. "*Laporan Penelitian*". Yogyakarta: Program Studi Teknik Lingkungan, STTL"YLH".1997
- Rand, M.C, WPCF Chairmang,Arnold. E, Toras. 1975. "*Standard Methods for the xxamination of water*"APHA-AWWA-WPCF. American public health assicion, wongsinton DC
- RI, Depag, 2006, *Al-Qur'an Tajwid dan Terjemahnya*, PT Syamil Cipta Media: Bandung
- Sastrohamidjojo, DR. Hardjono, 2001, *Spektroskopi*, Liberty: Yogyakarta.
- Syamsuhidayat, Dra. Sri Sugati dan DR. Johnny Ria Hutapea, 1991, *Inveatasi Tanaman Obat Indonesia (I)*,Depertemen kesehatan RI Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Jakarta feb
- Vogel. 1985. *Buku Teks Analisis Anorganik makro dan semimakro*. (diterjemahkan oleh L. Setiono dkk). Jakarta: Kalamana Media Pustaka.
- [www. Arry,yanuar.com](http://www.Arry,yanuar.com).diakses 25 januari 2008