

# SKRIPSI

## UJI EFEKTIFITAS SERBUK GERGAJI KAYU JATI UNTUK MENURUNKAN ZAT WARNA DAN KONSENTRASI KROM LIMBAH PENYAMAKAN KULIT DALAM KOLOM ADSORPSI ALIR KONTINYU



Disusun oleh :  
**INDAH TRI LESTARI**  
**00.026.029**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
**MALANG**  
**2005**

2002

2002

INSTITUT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
TEKNOLOGI DAN SAINS  
KEMENTERIAN KEHUTANAN DAN BUDIDAYA SATEWA

2002

2002

2002

2002

2002

2002

**LEMBAR PERSETUJUAN  
TUGAS AKHIR**

**UJI EFEKTIFITAS SERBUK GERGAJI KAYU JATI  
UNTUK MENURUNKAN ZAT WARNA DAN KONSENTRASI KROM  
LIMBAH PENYAMAKAN KULIT DALAM KOLOM  
ADSORPSI ALIR KONTINYU**

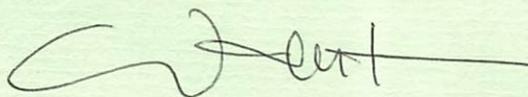
Disusun oleh:

**INDAH TRI LESTARI**

00.26.029

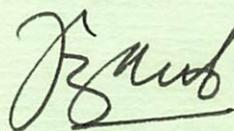
Menyetujui

Dosen Pembimbing I



(Prof. Ir. Wahyono Hadi M.Sc., Ph.D)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Indrajangto)

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



DR. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi

Berita Acara Ujian Komprehensif Skripsi  
Dipertahankan dihadapan dewan penguji ujian komprehensif skripsi  
program jenjang strata satu (S-I) jurusan teknik Lingkungan, Fakultas  
Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Malang  
pada tanggal 2 April 2005

**UJI EFEKTIFITAS SERBUK GERGAJI KAYU JATI UNTUK  
MENURUNKAN ZAT WARNA DAN KONSENTRASI KROM LIMBAH  
PENYAMAKAN KULIT DALAM KOLOM ADSORPSI  
ALIR KONTINYU**

Disusun oleh :  
INDAH TRI LESTARI  
00.26.029

Majelis Penguji  
Panitia ujian komprehensif skripsi



Ketua

Ir. Agustina Nurul H, MTP

Sekretaris

DR.Ir. Hery Setyobudiarso, MSi

Dewan Penguji

Penguji I

Ir. Raphael Sotang

Penguji III

Ir. Sudiro, MT

## **LEMBAR PENGESAHAN**

Mengesahkan Skripsi Yang Berjudul

### **UJI EFEKTIFITAS SERBUK GERGAJI KAYU JATI UNTUK MENURUNKAN ZAT WARNA DAN KONSENTRASI KROM LIMBAH PENYAMAKAN KULIT DALAM KOLOM ADSORPSI ALIR KONTINYU**

Disusun oleh :

**INDAH TRI LESTARI**

00.26.029

Dipertahankan dihadapan dewan penguji ujian komprehensif skripsi  
program jenjang strata satu (S-I) jurusan teknik Lingkungan  
Fakultas teknik sipil dan perencanaan, Institut Teknologi Malang dan  
diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna  
memperoleh gelar sarjana teknik Lingkungan  
pada tanggal 2 April 2005

Malang, 7 April 2005

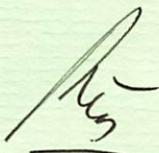
Mengetahui,

Majelis Penguji

Panitia ujian komprehensif Skripsi

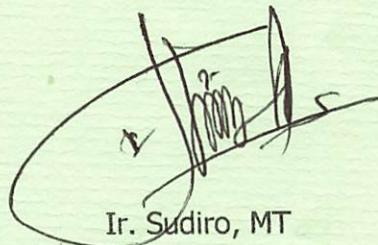
Dewan penguji

Penguji I



Ir. Raphael Sotang

Penguji II



Ir. Sudiro, MT

## *LEMBAR PERSEMBAHANKU*

Detik demi detik, hari demi hari, tahun demi tahun, lewat sudah meski semua itu membawa goresan kisah yang sulit kulupakan. Kisah yang memendam sedih, tangis dan tawa yang menyimpan seribu makna yang mungkin tak kan sanggup ku ungkap.

Kini semua sudah berlalu, dan akhirnya ku temukan setitik makna dari semua kisahku, dan itu adalah jawaban dari Sang Illahi.

Puji syukurku untuk Allah yang Maha pengasih dan lagi Maha penyayang, karena Nya-lah, aku bisa memberi setetes kebanggaan bagi orangtua dan kedua kakakku. Trimakasih yaa Allah, Engkau wujudkan impian terindahku demi mereka.

Trimakasihku teruntuk bapak - Ibu tercinta, terkasih, tersayang, atas semua doa yang teruntai dari lubuk hati yang terdalam yang telah bapak - Ibu berikan bagi ananda, karena mutiara doa Bapak - Ibu lah, ananda bisa seperti ini, bisa memberi kebanggaan meski itu hanya sekejap, s'moga kebanggaan ini terkenang sampai kapan pun.

Trimakasihku juga teruntuk mas Hendro yang selama ini udah ngasih indah sesuatu yang teramat berharga dan berarti banget buat indah, dan sampai kapan pun takkan sanggup indah mengganti semua itu. Makasih udah jadi kakak terbaik bagiku. Mas, akhirnya indah bisa buktikan kalau indah pasti jadi "the best" di jurusanku, dan sekarang aku udah penuhi janjiku sama mas.

Buat mas Rudi, makasih juga yaa atas semua doa dan perhatiannya selama ini, makasih udah jadi kakak yang baik bagi indah. Indah yakin suatu saat mas Rudi pasti mendapatkan apa yang mas impikan, sabar aja yaa mas. Sorry kalau selama ini indah suka ngeyel ama mas.

Buat sayangku "Hari"

Denganmu aku tau apa itu cinta .....

Denganmu aku belajar mencintai .....

Bersamamu, ku gapai impian indahku

Bersamamu, kulewati hari-hariku yang sendu

Dan bersamamu ingin miliki istana cinta terindah.....

Makasih yaa udah memberiku cinta terindah, kasih terindah, dan Impian termanis

Makasih atas kesabaran, pengertian, kesetiaan dan kejujuran yang kau berikan selama ini.

Kau lah yang memberi warna dalam hidupku

S'moga Tuhan mewujudkan impian - impian kita.....

Buat tante Atim ama om Bi, indah ngucapin makasih bangeeet udah ngebolein indah tinggal gratis di rumah mungil itu, disini indah belajar banyak hal, disini mengerti arti hidup yang sesungguhnya.

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul *“Uji Efektifitas Serbuk Gergaji Kayu Jati Untuk Menurunkan Zat Warna dan Konsentrasi Krom Limbah Penyamakan Kulit Dalam Kolom Adsorpsi Alir Kontinyu”* dengan baik. Skripsi ini untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar sarjana S-I bagi mahasiswa Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Malang.

Terselesainya laporan ini tidak lepas atas keikutsertaan pihak-pihak yang dengan ikhlas membantu dalam penyusunan laporan ini. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Prof. Ir. Wahyono Hadi M.Sc.,Ph.D, selaku dosen pembimbing I.
2. Ir. Indrajanto selaku dosen pembimbing II.
3. Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSi, selaku ketua jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Ir. Sudiro, MT; Hardiyanto, ST; Anis Artiyani ST; Evy H, ST, MMT, selaku dosen pengajar jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
5. Orang tua, kakak-kakakku, serta teman - temenku yang selalu memberikan dorongan moral dan material dalam memperlancar proses akademik saya disini.

Sebagai manusia biasa, penyusun sadar bahwa masih banyak kekurangan pada laporan ini. Oleh karena itu penyusun menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata, penyusun berharap semoga laporan ini dapat berguna bagi semua pihak, khususnya almamater tercinta dan dunia usaha.

Malang, April 2005

Penyusun

**Lestari I.,T. 2005.** *Uji efektifitas serbuk gergaji kayu jati untuk menurunkan zat warna dan kadar krom limbah penyamakan kulit dalam kolom adsorpsi alir kontinyu.* Skripsi Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing: Prof.DR. Ir. Wahyono Hadi, MSc.,Ph.D. dan Ir. Indrajanto.

### **ABSTRAK**

Air merupakan substrat yang paling parah akibat pencemaran, berbagai jenis pencemar baik yang domestik maupun non domestik berdampak mencemari badan air. Air buangan industri penyamakan kulit merupakan salah satu sumber pencemar yang dapat merusak kualitas lingkungan. Cara yang umum dipakai untuk mengolah air buangan industri penyamakan kulit adalah dengan penambahan zat kimia, flokulasi, serta cara-cara biologi, sehingga dibutuhkan biaya operasi dan pemeliharaan yang cukup mahal. Serbuk gergaji adalah bahan buangan dari industri penggergajian kayu. Komponen utama kayu adalah selulosa, lignin. Selulosa merupakan komponen penting yang dapat menyerap zat warna dan krom penyamakan kulit.

Tujuan dari penelitian ini untuk menurunkan zat warna dan krom pada air buangan dengan serbuk gergaji kayu jati dalam kolom adsorpsi alir kontinyu.

Analisis data statistik dilakukan dengan menggunakan analisa varian (ANOVA) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan yaitu variasi debit, diameter media dan ketinggian media terhadap penurunan zat warna dan konsentrasi krom dalam air limbah.

Pengolahan limbah dengan menggunakan serbuk gergaji kayu jati dalam kolom adsorpsi alir kontinyu mampu menurunkan zat warna dan krom. Prosentase penurunan zat warna dan krom tertinggi terdapat pada perlakuan debit 60 ml/mnt, diameter 30 mesh dan ketinggian 70 cm dengan nilai penurunan warna sebesar 47.77 % sedangkan penurunan krom yang terjadi sebesar 46.60%. Debit air limbah berpengaruh terhadap prosentase penurunan zat warna dan krom, semakin besar debit yang digunakan maka semakin kecil penurunan yang terjadi.

**Kata kunci :** adsorpsi, serbuk gergaji, warna dan krom

**Lestari I.,T. 2005. *Effektiviness tests of teak's sawdust to degrade colour and chrome concentration of the wastewater from the leather industries in the continue-flow adsorption column.* Faculty of Environmental engeneering. National institute of Technology Malang. Counselor: Prof.DR. Ir. Wahyono Hadi, MSc.,Ph.D. dan Ir. Indrajanto.**

## **ABSTRACT**

Water is the most highly damaged substrate due to pollution. Many kinds of pollutants whether domestics or non domestics pollute the structure of water. Leather industrial wastewater is one of the sources of pollutant, which can damage the quality of the environment. Common methods to refine the waste from leather industries are by adding certain chemical substances, flocculation, and also biological methods. Those methods need a lot of operational fee. Sawdust is the waste of mill industries. The main component of wood is cellulose, lignin. Cellulose is a very important component that can adsorb colour and chrome concentration from the waste.

The research is intended to reduce the colour and chrome concentration from the wastewater by using teak's sawdust in continue flow adsorption column.

The statistic data analysis is done by using variant analysis (ANOVA) to find out if there is (statistically) a significant difference or not between various variation of experiments toward the reduce of the colour and chrome concentration in the wastewater. The variations are in the debit variation, the diameter of the media and the height of the media.

Waste refinery by using teak's sawdust in the continue flow adsorption column is proved to reduce the colour and chrome concentration. The highest percentage of the colour and chrome concentration reduction is obtained by the treatment of 60 ml/min in the debit, 30 mesh in the diameter, and 70 cm in the height. The value of the reduction is 47.77 % in the colour and 46.60 % in the chrome. The wastewater debit influences the percentage of the colour and chrome reduction. The bigger debit used, the less reduction is obtained.

**Keyword : Adsorption, Teak sawdust, colour and chrome**

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>ABTRAKSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat penelitian.....	3
1.5. Ruang Lingkup .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pengertian Air Limbah.....	5
2.1.1 Sumber Asal Air Limbah.....	5
2.1.2 Karakteristik Air Limbah.....	5
2.1.3 Sifat – sifat Air Limbah.....	7
2.2 Zat Warna Penyamakan Kulit.....	8
2.3 Krom .....	12
2.3.1 Sifat dan Kegunaan.....	14
2.3.2 Krom Sebagai Logam Berat.....	15
2.4 Kayu.....	15

2.4.1 Kayu Jati .....	17
2.4.2 Serbuk Gergaji Kayu .....	19
2.5. Proses Penyerapan .....	22
2.5.1 Adsorpsi.....	23
2.6 Prinsip Penyerapan Zat Warna .....	29

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	31
3.2 Alat-alat dan Bahan .....	31
3.2.1 Alat-alat .....	31
3.2.2 Bahan .....	32
3.3 Variabel Penelitian .....	32
3.3.1 Variabel Terikat .....	32
3.3.2 Variabel Bebas .....	32
3.4. Model Kolom Adsorpsi Alir Kontinyu .....	32
3.4.1 Spesifikasi Alat.....	32
3.5 Cara Kerja .....	33
3.5.1 Pengambilan Sampel .....	33
3.5.2 Analisa Pendahuluan.....	33
3.5.3 Pelaksanaan Percobaan .....	33
3.5.3.1 Tahap Persiapan .....	33
3.5.3.2 Tahap Penelitian .....	33
3.6 Analisa Data.....	34
3.7. Kerangka Pemikiran .....	35

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes the need for transparency and accountability in financial reporting.

2. The second part of the document outlines the various methods and techniques used to collect and analyze data. It includes a detailed description of the experimental procedures and the instruments used for data collection.

3. The third part of the document presents the results of the experiments and discusses the implications of the findings. It compares the experimental results with theoretical predictions and other studies in the field.

4. The fourth part of the document discusses the limitations of the study and suggests directions for future research. It highlights the need for further investigation into the underlying mechanisms and the development of more advanced measurement techniques.

5. The fifth part of the document provides a summary of the key findings and conclusions. It reiterates the importance of accurate data collection and analysis in understanding the complex phenomena being studied.

6. The sixth part of the document includes a list of references to the literature cited in the text. It provides a comprehensive overview of the current state of knowledge in the field.

7. The seventh part of the document contains a list of figures and tables that are included in the document. It provides a clear and concise reference for the reader to locate the relevant information.

8. The eighth part of the document includes a list of appendices that provide additional information and data. It includes detailed descriptions of the experimental setup and the raw data used in the analysis.

9. The ninth part of the document contains a list of acknowledgments that recognize the contributions of the individuals and organizations that supported the research. It expresses gratitude for the financial and technical assistance provided.

10. The tenth part of the document includes a list of contact information for the authors and the institutions involved in the research. It provides a means for the reader to reach out to the authors for further information or to request reprints of the document.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Penelitian .....	37
4.1.1 Penurunan Warna .....	37
4.1.2 Analisa Uji Anova.....	41
4.1.3 Analisa Uji Duncan .....	42
4.1.4 Analisa Uji Korelasi .....	44
4.1.5 Analisa Uji Regresi.....	46
4.1.6 Penurunan Krom.....	50
4.1.7 Analisa Uji Anova.....	54
4.1.8 Analisa Uji Duncan .....	55
4.1.9 Analisa Uji Korelasi .....	57
4.2.0 Analisa Uji Regresi.....	59
4.2. Pembahasan .....	62
4.2.1 Penurunan Warna .....	62
4.2.2 Penurunan Krom.....	64
4.2.3 Kriteria Kinerja Alat.....	66

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	69

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Baku Mutu Air Limbah .....	10
Tabel 2.2	Baku Mutu Air Limbah Cair Untuk Industri Penyamakan Kulit .....	12
Tabel 2.3	Komponen Kimia Menurut Golongan Kayu.....	17
Tabel 2.4	Komposisi Unsur-Unsur Kimia Dalam Kayu .....	17
Tabel 2.5	Kerapatan, Ukuran Sel dan Prosentase Sel Kayu Jati.....	18
Tabel 4.1	Konsentrasi Awal Rata-rata Warna Pada Setiap Perlakuan .....	37
Tabel 4.2	Rata-rata Konsentrasi Akhir Warna .....	37
Tabel 4.3	Penurunan Konsentrasi Rata-rata dan Prosentase Penurunan Rata-rata.....	38
Tabel 4.4	Hasil Uji Anova Seluruh Perlakuan Terhadap Penurunan Konsentrasi warna.....	41
Tabel 4.5	Hasil Uji Duncan Penurunan Konsentrasi Warna Untuk Seluruh Perlakuan .....	42
Tabel 4.6	Korelasi Penurunan Konsentrasi Warna Untuk Seluruh Perlakuan .....	44
Tabel 4.7	Prosentase Pengaruh Variabel.....	45
Tabel 4.8	Persamaan Regresi.....	47
Tabel 4.9	Konsentrasi Awal Rata-rata Krom Pada Setiap Perlakuan .....	49

Tabel 4.10 Rata-rata Konsentrasi Akhir Krom .....	49
Tabel 4.11 Penurunan Konsentrasi Rata-rata dan Prosentase Penurunan Rata-rata.....	50
Tabel 4.12 Hasil Uji Anova Seluruh Perlakuan Terhadap Penurunan Konsentrasi Krom .....	53
Tabel 4.13 Hasil Uji Duncan Penurunan Konsentrasi Krom Untuk Seluruh Perlakuan .....	54
Tabel 4.14 Korelasi Penurunan Konsentrasi Krom Untuk Seluruh Perlakuan .....	56
Tabel 4.15 Prosentase Pengaruh Variabel.....	58
Tabel 4.16 Persamaan Regresi.....	59
Tabel 4.17 Banyaknya Kolom Yang Ditambahkan .....	67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Gambar Alat.....	36
Gambar 4.1 Grafik Prosentase (%) Penurunan Warna Pada Debit 60 ml/mnt.....	39
Gambar 4.2 Grafik Prosentase (%) Penurunan Warna Pada Debit 70 ml/mnt.....	40
Gambar 4.3 Grafik Prosentase (%) Penurunan Krom Pada Debit 60 ml/mnt.....	51
Gambar 4.4 Grafik Prosentase (%) Penurunan Krom Pada Debit 70 ml/mnt.....	52

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Air merupakan substrat yang paling parah akibat pencemaran, berbagai jenis pencemar baik yang domestik maupun non domestik berdampak mencemari badan air. Akibat semakin meningkatnya masalah pencemaran, maka jumlah air yang dapat digunakan secara langsung juga semakin berkurang.

Penurunan ketersediaan air merupakan permasalahan yang sangat vital bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya, baik untuk masa sekarang dan masa yang akan datang, untuk itu ketersediaan air harus diperhatikan dalam segi kualitas, kuantitas dan kontinuitasnya.

Dewasa ini banyak cara dan usaha untuk menekan atau menghambat seminimal mungkin efek-efek negatif yang diakibatkan polutan terhadap badan air dan kehidupan didalamnya, dan juga metode-metode baru untuk memurnikan dan menyehatkan kembali air buangan banyak dicoba dan dikembangkan (*Unus Suriawiria, 1977*).

Pesatnya pertumbuhan industri, baik dinegara maju maupun dinegara yang sedang berkembang akan selalu seiring dengan masalah pencemaran lingkungan. Air buangan industri penyamakan kulit merupakan salah satu sumber pencemar yang dapat merusak kualitas lingkungan. Parameter utama yang dapat menunjukkan terjadinya pencemaran oleh air buangan industri

penyamakan kulit adalah TSS, BOD, COD, pH, Krom Total, Minyak, Lemak dan kekeruhan. Warna air buangan merupakan parameter pencemar yang dapat dilihat secara nyata, dan hal ini cukup mengganggu dari segi estetika lingkungan.

Pada industri penyamakan kulit, senyawa krom merupakan bahan penyamak kulit yang banyak digunakan. Sisa larutan penyamak kulit yang dibuang ke lingkungan akan menambah ion logam dalam badan air. Krom merupakan salah satu bahan yang beracun, yang dapat mengakibatkan kanker. Industri ini juga menggunakan ekstrak kulit pohon akasia yang berfungsi sebagai pewarna. Adanya penggunaan bahan-bahan inilah yang menyebabkan air limbah menjadi berwarna.

Cara yang umum dipakai untuk mengolah air buangan industri penyamakan kulit adalah dengan penambahan zat kimia, flokulasi, serta cara-cara biologi, sehingga dibutuhkan biaya operasi dan pemeliharaan yang cukup mahal.

Pada penelitian ini dilakukan upaya agar mendapatkan cara yang praktis dan ekonomis untuk menurunkan zat warna dan krom yang terkandung dalam air buangan industri penyamakan kulit dengan menggunakan serbuk gergaji kayu jati. Hal ini merupakan suatu upaya pengolahan limbah yang bersifat ramah lingkungan.

Serbuk gergaji adalah bahan buangan dari industri penggergajian kayu. Komponen utama kayu adalah selulosa, lignin dan tannin serta zat warna yang ada dalam jumlah relatif sedikit. Selulosa merupakan komponen

penting yang dapat menyerap zat warna dan krom penyamakan kulit, sedangkan lignin dan komponen-komponen lainnya dapat menghambat penyerapan zat warna dan krom penyamakan kulit oleh selulosa tersebut, karena itu serbuk gergaji perlu diolah terlebih dahulu baik secara fisik maupun kimia sebelum digunakan untuk menyerap zat warna dan krom dari air buangan industri penyamakan kulit (*Rini Suharti, 2000*).

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Apakah serbuk gergaji kayu jati mampu untuk menurunkan warna dan konsentrasi krom limbah cair industri penyamakan kulit.
2. Bagaimana efektifitas serbuk gergaji kayu jati terhadap penurunan warna dan krom limbah cair industri penyamakan kulit.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dan tingkat efektifitas serbuk gergaji kayu jati dalam menurunkan warna dan konsentrasi krom limbah cair industri penyamakan kulit dalam kolom adsorpsi alir kontinyu.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa menjadi salah satu alternatif teknologi tepat guna yang bersifat ramah lingkungan dan ekonomis dalam penurunan warna dan konsentrasi krom limbah cair industri penyamakan kulit.

### **1.5. Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini meliputi hal-hal berikut:

1. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan dalam skala laboratorium.
2. Parameter yang diteliti adalah penurunan zat warna dan konsentrasi krom.
3. Sampel air limbah yang digunakan adalah limbah industri penyamakan kulit.
4. Membuat kolom adsorpsi alir kontinyu.
5. Serbuk gergaji yang digunakan berasal dari serbuk gergaji kayu jati.
6. Melakukan analisis konsentrasi krom dan zat warna pada awal dan akhir setiap percobaan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Air Limbah**

Air limbah adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum.

##### **2.1.1 Sumber Asal Air Limbah**

1. Air limbah rumah tangga

Sumber air limbah rumah tangga dari masyarakat berasal dari permukaan seperti air dari kamar mandi, WC, tempat cuci, dan juga berasal dari daerah perkantoran serta daerah rekreasi.

2. Air limbah industri

Air limbah industri adalah air limbah yang berasal dari aktivitas industri, hal ini bergantung pada jenis dan besar kecilnya industri, derajat penggunaan air, pengolahan air limbah yang ada.

3. Air limbah industri rembesan

Air limbah industri rembesan merupakan air limbah yang berasal dari air hujan yang merembes ke dalam tanah dan memungkinkan terjadinya penyusupan ke saluran air limbah.

*(Sugiharto, 1987).*

##### **2.1.2 Karakteristik Air Limbah**

Sesuai dengan sumber asalnya, maka air buangan mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap saat.

Secara garis besar komposisi atau karakteristik air limbah dapat dibedakan berdasarkan parameter fisik, kimia, biologis. Adapun parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut :

#### 1) Parameter Fisik

##### ❖ Temperatur

Suhu air limbah biasanya lebih tinggi dari pada suhu air bersih, dan berpengaruh terhadap aktivitas biologis, kelarutan gas, viskositas didalam proses sedimentasi secara reduksi kimia dan biokimia.

##### ❖ Total solid

Total solid terdiri dari bahan padat tidak terlarut atau bahan padat terapung serta senyawa yang terlarut dalam air.

##### ❖ Warna

Warna yang ada pada air limbah merupakan sifat fisik kualitatif yang dapat dijadikan penilaian terhadap limbah cair.

##### ❖ Bau

Senyawa utama yang menyebabkan air limbah berbau adalah hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) dan senyawa-senyawa lain yang dilepaskan pada saat air limbah terurai secara biologis pada kondisi anaerobik.

❖ **Kekeruhan**

Kekeruhan disebabkan karena adanya partikel bahan yang tersuspensi seperti tanah liat, kwarts, sisa tanaman dan sebagainya (*Alaert dan Sri simestri, 1987*).

**2) Parameter Kimiawi**

❖ **Bahan organik.**

Bahan organik yang terlarut akan menyebabkan berkurangnya oksigen yang terlarut dalam air.

❖ **Bahan anorganik.**

Kandungan zat organik yang terdapat dalam limbah cair antara lain : arsen, barium, besi, florida, cadmium, chromium, sianida.

❖ **Gas.**

Gas-gas yang terdapat dalam air limbah adalah hidrogen sulfida, metan dan oksigen.

**3) Parameter Biologis**

Kandungan zat yang terdapat dalam air limbah yang dijadikan sebagai parameter biologis adalah mikroorganisme, tumbuhan air dan hewan air didalamnya (*Unus Suriawiria, 1977*).

**2.1.3 Sifat-sifat Air Limbah**

Secara umum air limbah yang kita temui disekitar kita mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

□ Sifat-sifat fisik air limbah

Pengukuran yang dapat dilakukan untuk sifat fisik air limbah berupa penentuan derajat kekotoran air limbah yang secara fisik mudah terlihat, adapun sifat-sifat fisik yang penting adalah kandungan zat padat, kejernihan, bau, warna, serta temperatur.

□ Sifat-sifat biologis air limbah

Pemeriksaan biologis didalam air limbah dimaksudkan untuk memisahkan bakteri-bakteri patogen dan jenis mikroba yang ada didalam air, keterangan biologis ini diperlukan untuk mengukur kualitas air limbah sebelum dibuang ke badan air.

□ Sifat-sifat kimia air limbah

Kandungan bahan kimia pada air limbah dapat merugikan lingkungan, seperti bahan organik terlarut yang dapat menghabiskan kandungan oksigen didalam air limbah serta akan menimbulkan bau yang tidak sedap, selain itu akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan beracun.

*(Sugiharto, 1987).*

## **2.2. Zat Warna Penyamakan Kulit**

Limbah industri penyamakan kulit adalah sisa proses produksi yang dianggap tidak mempunyai nilai ekonomis. Pada umumnya pencemaran secara fisik dari industri penyamakan kulit adalah warna. Adanya warna pada limbah industri penyamakan kulit disebabkan karena penggunaan zat

warna yang berfungsi untuk menyempurnakan produk dari serangkaian proses produksi.

Penggunaan zat warna pada industri ini dapat dijumpai pada proses penyamakan, dimana dalam proses tersebut terjadi proses pewarnaan kulit. Pada proses tersebut menggunakan ekstrak kulit pohon akasia sebagai bahan pewarna yang bersifat nabati. Penggunaan zat pewarna inilah yang menyebabkan adanya warna pada limbah industri penyamakan kulit. Penggunaan krom sebagai bahan penyamak juga dapat menyebabkan adanya warna dalam air limbah. Selain dari adanya penggunaan zat tersebut, timbulnya warna pada limbah tersebut dapat juga disebabkan karena pembusukan dari zat-zat organik yang terkandung dalam air limbah (*Minar, 2003*).

Parameter warna dalam air limbah merupakan ciri kualitatif yang dipakai untuk mengkaji kondisi umur air limbah. Jika warnanya coklat muda maka umurnya kurang dari 6 jam. Warna abu-abu muda sampai setengah tua merupakan tanda bahwa air limbah sedang mengalami pembusukan. Bila warnanya abu-abu tua/hitam menandakan bahwa air limbah sudah mengalami pembusukan oleh bakteri dalam kondisi anaerobik. Penghitaman warna air limbah sering disebabkan oleh adanya pembentukan berbagai sulfida khususnya ferrous sulfida.

Parameter-parameter dalam air limbah industri dapat digolongkan berdasarkan Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur, No. 45 Tahun 2002, mengenai baku mutu air limbah bagi industri dan kegiatan usaha lainnya di

Jawa Timur, yang dibagi dalam 4 golongan yaitu golongan I,II,III dan IV seperti yang terlihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.1**  
**Baku Mutu Air Limbah**

Parameter	Satuan	Golongan Baku Mutu Air Limbah			
		I	II	III	IV
<b>Fisik :</b>					
Temperatur	<sup>0</sup> C	35	38	40	45
Zat padat tersuspensi	mg/l	1500	2000	4000	5000
Zat padat terlarut	mg/l	100	200	200	500
<b>Kimia :</b>					
pH	mg/l	6-9	6-9	6-9	6-9
Besi	mg/l	5	10	15	20
Mangan	mg/l	0,5	2	5	10
Barium	mg/l	1	2	3	5
Tembaga	mg/l	1	2	3	5
Seng	mg/l	5	10	15	20
Krom heksavalen	mg/l	0,05	0,1	0,5	2
Krom total	mg/l	0,1	0,5	1	2
Cadmium	mg/l	0,01	0,05	0,1	1
Raksa	mg/l	0,001	0,002	0,005	0,01
Timbal	mg/l	0,1	0,5	1	3
Timah Putih	mg/l	2	3	4	5
Arsen	mg/l	0,05	0,1	0,5	1

Selenium	mg/l	0,01	0,05	0,5	1
Nikel	mg/l	0,1	0,2	0,5	1
Kobalt	mg/l	0,2	0,4	0,6	1
Sianida	mg/l	0,05	0,1	0,5	1
Sulfida	mg/l	0,01	0,06	0,1	1
Fluorida	mg/l	1,5	15	20	30
Klorin bebas	mg/l	0,02	0,03	0,04	0,05
Amoniak bebas	mg/l	0,5	1	5	20
Nitrat	mg/l	10	20	30	50
Nitrit	mg/l	0,06	1	3	5
BOD <sub>5</sub>	mg/l	30	50	150	300
COD	mg/l	80	100	300	600
Deterjen anionik	mg/l	0,5	1	10	15
Fenol	mg/l	0,01	0,05	1	2
Minyak & Lemak	mg/l	1	5	15	20
PCB	mg/l	-	-	-	-

(Sumber : Keputusan Gubernur Jawa Timur, 2002)

Keterangan:

Golongan I adalah mutu air limbah yang paling keras atau ketat sedang golongan IV adalah baku mutu air limbah yang paling ringan.

Industri penyamakan kulit merupakan salah satu industri yang juga mencemari lingkungan dimana beberapa dari parameter yang ada di dalam air limbah tidak sesuai dengan baku mutu yang ada sudah ditetapkan oleh pemerintah

seperti yang sudah tercantum dalam Surat Keputusan Gubernur Jawa Timur, No. 45 Tahun 2002, seperti pada tabel berikut ini:

**Tabel 2.2**  
**Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Penyamakan Kulit**

Parameter	Kadar maksimum (mg/l)		
	Proses Lengkap	Sampai Wet Blue	Bahan Baku Wet Blue
BOD <sub>5</sub>	100	100	75
COD	250	250	200
TSS	100	100	75
Cr (Chrom) Total	0	0,5	0,3
Minyak & Lemak	5	5	3
NH <sub>3</sub> -N (ammonia total)	10	10	5
Sulfida (H <sub>2</sub> S)	0,8	0,8	0,5
pH		6-9	

(Sumber : Keputusan Gubernur Jawa Timur, 2002)

### 2.3. Krom

Logam krom digunakan dalam industri penyamakan kulit sebagai zat penyamak. Industri penyamakan kulit yang menggunakan proses krom tanning menghasilkan limbah cair yang mengandung krom. Senyawa krom yang dihasilkan dari limbah penyamakan kulit adalah krom bervalensi tiga. Limbah cair maupun lumpurnya yang mengandung krom trivalent ini dapat

membahayakan lingkungan karena krom trivalent dapat berubah menjadi krom heksavalen pada kondisi basa yang merupakan jenis limbah B<sub>3</sub> yang dapat membahayakan bagi kesehatan.

Krom adalah logam kristalin berwarna putih yang dapat larut dalam HCl encer maupun pekat. Kata chromium berasal dari bahasa Yunani "Chroma" yang berarti warna. Chromium dilambangkan dengan "Cr" sebagai salah satu logam berat. Chromium memiliki ciri-ciri fisik sebagai berikut :

- ❖ Nomor atom : 24
- ❖ Berat atom : 51,996
- ❖ Golongan : VI B
- ❖ Kerapatan : 7,14
- ❖ Titik didih : 2200<sup>0</sup> C

Logam berat pertama kali ditemukan oleh Vagueleine pada tahun 1797. Logam krom murni tidak pernah ditemukan di alam, hanya dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur yang lain. Krom paling banyak ditemukan dalam chromite (FeCr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Chromium juga dapat membentuk "alloy" yaitu persenyawaan padat satuan atau lebih logam lain, misalnya dengan besi atau silicon. Secara kimia, logam krom dalam persenyawaan memiliki bilangan oksidasi +2, +3, dan +6. Logam ini tidak dapat teroksidasi oleh udara lembab dan bahkan pada proses pemanasan cairan. Logam Cr teroksidasi dalam jumlah yang sangat sedikit dalam udara yang mengandung CO<sub>2</sub> (karbondioksida). Logam Cr dapat mengalami

peristiwa oksidasi dan membentuk  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , sedangkan dengan larutan HCl akan membentuk logam  $\text{CrCl}_2$  (kromium klorida). Chromium merupakan logam yang sangat mudah bereaksi secara langsung dengan nitrogen, karbon silika dan boron.

Sesuai dengan titik valensinya, ion krom yang telah membentuk senyawa mempunyai sifat yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat ionitasnya. Senyawa yang terbentuk dari ion logam  $\text{Cr}^{3+}$  akan bersifat basa, senyawa yang terbentuk dari ion  $\text{Cr}^{6+}$  akan bersifat asam (*Vogel, 1979*).

### 2.3.1. Sifat dan Kegunaan

Ion chromium (II) atau chroma ( $\text{Cr}^{2+}$ ) diturunkan dari chromium (I) yang merupakan larutan berwarna biru. Ion chromium kurang stabil karena merupakan zat pereaksi yang kuat, bahkan dapat menguraikan air perlahan-lahan dengan membentuk hidrogen. Oksigen dari atmosfer akan mudah mengoksidasinya menjadi ion Chromium (II). Ion chromium (III) bersifat stabil dan diturunkan dari dikhromium trioksida atau chromium trioksida ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), dalam larutan ion ini berwarna hijau.

Dalam khromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) atau dikhromat ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) bilangan oksidasi Cr adalah +6, ion-ion ini diturunkan dari Chromium trioksida,  $\text{CrO}_3$ . Ion khromat berwarna kuning, dikhromat berwarna jingga. Kedua ion ini merupakan oksidator yang kuat (*vogel, 1979*).

Cr sebagai mikronutrien dibutuhkan oleh manusia sedikitnya 10 µg perhari. Cr (VI) merupakan bahan baku utama pada industri electroplating serta bahan pewarna sintesis pada industri tekstil.

### **2.3.2. Krom Sebagai Logam Berat**

Sebagai logam berat krom termasuk logam yang mempunyai daya racun tinggi, daya racun tersebut ditentukan oleh variasi ionnya. Krom bersifat sangat toxic dalam bentuk Cr (VI) daripada Cr (III). Terakumulasinya krom dalam tubuh dapat merusak organ-organ tubuh seperti hati, ginjal dan dapat menghambat kerja enzim serta bersifat karsinogenik.

Ambang batas Cr dalam air limbah golongan satu adalah 0,05 mg/l. Menurut US Public Health Service, kehadiran ion krom pada batas ini dapat ditoleransi oleh manusia tanpa memberi efek bahaya terhadap kesehatan, tetapi kita tahu bahwa krom bersifat karsinogenik yang perlu diwaspadai oleh manusia.

## **2.4. Kayu**

Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam yang merupakan bahan mentah yang sudah diproses untuk dijadikan barang sesuai dengan kemajuan teknologi. Pengertian kayu disini ialah sesuatu bahan yang diperoleh dari pengambilan pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian mana yang telah banyak dimanfaatkan untuk suatu tujuan penggunaan (*JF. Dumanouw, 1982*).

Menurut Eero Sjoström, kayu berasal dari macam-macam jenis pohon sehingga sifatnya pun berbeda-beda, bahkan dari satu pohon pun memiliki sifat yang berbeda-beda. Sifat-sifat kayu antara lain :

a. Sifat Fisik Kayu

Beberapa hal yang tergolong dalam sifat fisik kayu adalah berat jenis, keawetan alami, warna, higroskopik, berat kekerasan.

b. Sifat Mekanik

Sifat-sifat mekanik atau kekuatan kayu adalah kemampuan kayu untuk menahan muatan dari luar.

c. Sifat Kimia

Pada umumnya komponen kimia kayu terdiri dari 3 unsur yaitu :

1. Unsur karbohidrat dari selulosa dan hemiselulosa
2. Unsur non karbohidrat terdiri dari lignin
3. Unsur yang diendapkan dalam kayu selama proses pertumbuhan zat ekstraktif .

Komponen kimia kayu sangat bervariasi, karena dipengaruhi oleh faktor tempat tumbuh, iklim dan letaknya didalam batang atau cabang.

**Tabel 2.3.**  
**Komponen Kimia Menurut Golongan Kayu**

Komponen Kimia	Golongan Kayu	
	Kayu berdaun lebar/lebar (%)	Kayu daun nyiur (%)
Selulosa	40 – 45	41 – 44
Lignin	18 – 33	28 – 32
Pentosan	21 – 24	8 – 13
Zat ekstraktif	1 – 12	2,03
Abu	0,22 – 6	0,89

(Sumber : Ilmu Bahan Bangunan)

Fengel dan Wegener (dalam Hardjono) mengatakan bahwa distribusi komponen kimia kayu dalam dinding sel kayu tidak merata.

**Tabel 2.4**  
**Komposisi Unsur-Unsur Kimia Dalam Kayu**

Unsur Kayu	Prosentase (%)
Karbon	50
Hidrogen	6
Nitrogen	0,04 – 0,1
Abu	0,2 – 0,5
Oksigen	43

(Sumber : Fengel Dietrich dan wegener Gerd, 1979)

#### 2.4.1. Kayu Jati

Jati (*Tectona grandis, L.F*) merupakan salah satu jenis kayu komersial di Indonesia yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan mebel. Kaosaard (1986) mengatakan bahwa jati pertama kali ditanam di Indonesia 400-600 tahun yang lalu. Jati adalah salah satu jenis kayu keras dengan warna kilau coklat keemasan dengan bentuk

tekstur yang dekoratif sehingga kayu jati memiliki nilai eksotik dan memiliki kelas kuat II.

Dalam sistem klasifikasi tanaman jati mempunyai penggolongan sebagai berikut :

- Divisi : *Spermatophyta*  
 Kelas : *Angiospermae*  
 Sub – kelas : *Dicotyledoneae*  
 Ordo : *Verbenales*  
 Famili : *Verbenaceae*  
 Genus : *Tectona*  
 Spesies : *Tectona Grandis Linn. F*

Fengel dan wegener (dalam hardjono) mengatakan bahwa sifat-sifat fisik dari kayu jati tidak jauh berbeda dengan jenis kayu lainnya. Sifat-sifat fisik dari kayu jati dapat dilihat secara rinci dalam tabel berikut ini.

**Tabel 2.5**  
**Kerapatan, Ukuran Sel Dan Prosentase Sel Kayu Jati**

Ciri-ciri fisik	Satuan
Kerapatan	0,44 g/cm <sup>3</sup>
Ukuran sel	0,63 – 0,82 A <sup>0</sup>
Trakeit/serabut panjang	0,7 – 1,4 mm
Pembuluh diameter	50 - 70 nm
Presentasi sel :	
☛ Trakeit	663 %
☛ pembuluh	11,6 %
☛ parenkim	11,6 %

• jari-jari	15,5 %
• pH	5,1 %
Berat jenis	0,62 – 0,75
Kering tanur	2,8 – 5,2 %

(Sumber : Fengel Dietrich dan wegener Gerd, 1979)

Ditinjau dari sifat mekaniknya, kayu jati memiliki kekuatan lentur statik 718 (kg/cm<sup>2</sup>) dan sekitar 127,7 (kg/cm<sup>2</sup>), sedangkan kekuatan tekan sejajar arah serat maximum 550 (kg/cm<sup>2</sup>)

Sifat kimia kayu jati memiliki kadar selulosa 47,5 %, lignin 29,9 %, pentosan 14,4 %, abu 1,4 %, dan silica 0,4 %, serta nilai kalor 5.081 kal/gram. Sifat fisik dan kimia kayu tanaman jati ditentukan oleh kondisi lahan, iklim, serta lingkungan tempat tumbuh (Yana Sumarna, 2003).

#### 2.4.2 Serbuk Gergaji Kayu

Serbuk gergaji mengandung dua komponen utama yaitu selulosa dan lignin. Selulosa terdiri dari polisakarida dengan rumus umum C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>.

- Selulosa

Selulosa merupakan struktur dasar sel-sel tanaman, oleh karena itu selulosa merupakan bahan alam yang paling penting yang dibuat oleh organisme hidup. Selulosa adalah komponen terbesar pada kayu yang meliputi sekitar 70 % berat kayu, sedangkan kayu jati sendiri memiliki selulosa sebesar 47,5 %. Selulosa adalah molekul yang sangat besar yang tersusun dari

pengulangan unit-unitnya dan didalam struktur molekulnya terdapat gugus OH atau gugus hidroksida.

Molekul selulosa seluruhnya berbentuk linear dan memiliki kecenderungan kuat untuk ikatan-ikatan hidrogen intra-inter molekul, jadi berkas-berkas molekul selulosa membentuk agregat bersama-sama dalam bentuk mikrofibril yang merupakan susunan yang sangat teratur (kristalin) diselingi dengan susunan yang tidak teratur (amorf). Mikrofibril membentuk fibril-fibril dan akhirnya serat-serat selulosa, akibat dari struktur yang berserat dan adanya ikatan hidrogen yang sangat kuat inilah yang menciptakan adanya gaya tarik-menarik yang sangat kuat dan tidak mudah larut dalam pelarut (*Eero Sjostrom, 1995*).

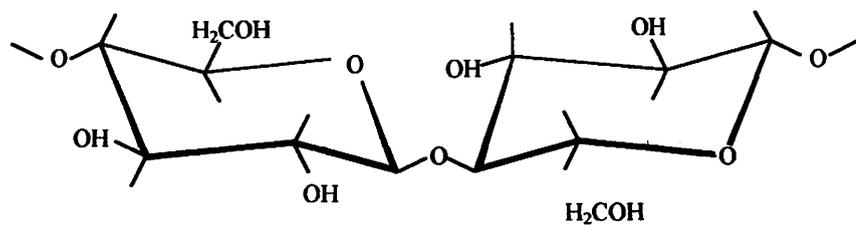
Ikatan hidrogen merupakan stabilisasi rantai-rantai molekul panjang dalam sistem yang teratur, yaitu pembentukan struktur supramolekul yang ditimbulkan oleh adanya gugus fungsional yang dapat mengadakan interaksi satu dengan yang lainnya. Permukaan rantai-rantai selulosa dapat dikatakan penuh dengan gugus-gugus OH. Gugus OH tersebut tidak hanya menentukan struktur supramolekul tetapi juga menentukan sifat-sifat fisika dan kimia selulosa.

Gugus-gugus OH molekul selulosa dapat membentuk dua macam ikatan hidrogen. Ikatan-ikatan hidrogen antara gugus-gugus OH yang berdekatan dalam molekul selulosa yang sama

disebut ikatan intramolekul. Ikatan-ikatan ini memberikan kekakuan tertentu pada masing-masing rantai. Ikatan hidrogen antara gugus-gugus OH dari molekul-molekul selulosa yang berdampingan yang dikenal dengan ikatan intermolekul (*Fengel dan wegener, 1979*).

Ikatan hidrogen mempunyai karakteristik sebagai kekuatan energi ikatan yang tergantung pada kerapatan muatan dan sudut antara atom – atom yang terikat satu dengan lainnya (*Luck, 1965*).

Adapun Rumus Stereo-kimia dari Selulosa adalah :



- Lignin

Lignin merupakan zat organik polimer yang banyak dan penting dalam dunia tumbuhan. Lignin ditemukan dalam semua sistem pembuluh tanaman, sebagian besar dinding sel. Lignin merupakan komponen kimia dan morfologi yang karakteristik dari jaringan tumbuhan tinggi dimana ia terdapat dalam jaringan vaskuler yang khusus untuk pengangkutan cairan dan kekuatan. Jumlah lignin yang terdapat dalam tumbuhan yang berbeda

sangat bervariasi, dan dalam spesies kayu kandungan lignin berkisar antara 20% hingga 40%.

Keberadaan lignin dapat menghambat proses penyerapan zat warna, salah satu yang mempengaruhi proses penyerapan adalah luas permukaan adsorben. Apabila bahan yang menyerap (selulosa) terlapisi lignin maka zat warna yang akan terserap oleh selulosa harus mampu menembus lapisan lignin, karena itu jika zat warna tidak mampu menembus maka perpindahan massa zat warna tidak akan masuk ke dalam selulosa. Hal ini dapat diatasi dengan menambahkan larutan asam pada adsorben (*Rini Suharti, 2000*).

## **2.5. Proses Penyerapan**

Penarikan dan pelekatan suatu molekul pada suatu permukaan benda baik oleh zat padat (benda mati) maupun oleh makhluk hidup lain tanpa perubahan kimiawi sehingga zat tersebut dapat terikat bersama dengan bahan padat yang disebut dengan adsorpsi. Proses ini sering dimanfaatkan untuk mengikat jenis logam berat atau senyawa lain yang terlarut. Proses adsorpsi sendiri dibagi menjadi dua, yaitu adsorpsi yang dilakukan oleh benda mati, misalnya karbon aktif yang berfungsi sebagai adsorben dan adsorpsi oleh sel makhluk hidup yang disebut sebagai biosorpsi.

### 2.5.1. Adsorpsi

Adsorpsi didefinisikan sebagai penarikan dan pelekatan suatu molekul benda pada permukaan benda lain, tanpa perubahan kimiawi. Semua proses adsorpsi disertai penurunan energi bebas dan entropi sehingga proses tersebut bersifat eksotermis (*Setiawan, 1990*). Adsorpsi berbeda dengan absorpsi yang artinya penembusan zat-zat kimia dalam intramolekuler dan partikel suatu zat dengan bahan padat sehingga zat tersebut dapat terikat bersama dengan bahan padatnya (*Ginting, 1995*).

Secara umum, dalam proses adsorpsi dapat dikatakan sebagai pengumpul zat terlarut dalam larutan pada permukaan yang sesuai, permukaan ini dapat antara cair dan gas, padatan, atau cairan lain, dan antara gas dan gas. Pengikatan senyawa yang terlarut dalam air menggunakan proses adsorpsi yang terjadi antara permukaan cair dan padatan.

Adsorpsi digambarkan sebagai langkah suatu molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat padat melalui ikatan fisika dan kimia. Molekul zat terlarut yang menempel di permukaan padatan disebut adsorbat dan padatan yang ditempel oleh molekul zat terlarut disebut adsorben. Apabila dalam proses adsorpsi terjadi ikatan yang kuat dan tidak dapat dilepas maka terjadi ikatan kimia.

Kesetimbangan adsorpsi dengan ikatan kimia bersifat irreversible, panas adsorpsi yang terjadi sangat tinggi antara 10 – 100 Kj, jika ikatannya lemah dan mudah lepas kembali maka ikatannya terjadi secara fisika, hal ini biasa disebut dengan adsorpsi van der Waal. Pada umumnya proses ini mempunyai lapisan tunggal atau ganda dan panas yang ditimbulkan antara 5 – 10 Kj.

Kesetimbangan antara permukaan solid molekul-molekul gas biasanya cepat tercapai dan adsorpsi fisika bersifat reversible, karena energinya kecil. Adsorpsi secara fisika inilah yang banyak digunakan untuk memindahkan logam cair dengan berbagai padatan (*Metcalf and Eddy, 1978*).

Secara garis besar mekanisme adsorpsi dapat berlangsung dalam tiga tahap, yaitu :

1. Molekul-molekul adsorbat berpindah dari fase cairan ke permukaan adsorben dan untuk itu harus melewati lapisan film yang mengelilingi lapisan adsorben. Proses ini disebut sebagai difusi film atau difusi permukaan.
2. Molekul adsorbat terserap ke dalam permukaan dalam (interior) atau permukaan pori dari adsorben.
3. Molekul adsorbat menempel pada permukaan adsorben.

Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi, yaitu :

1. Karakteristik dari adsorben, misalnya : luas permukaan, ukuran pori dan komposisi kimia.
2. Karakteristik dari adsorbat, misalnya : ukuran molekul, polaritas molekul dan komposisi kimia.
3. Konsentari dari zat yang diserap didalam larutan.
4. pH dan temperatur.
5. Waktu tinggal dalam sistem.

Sifat dan keadaan adsorben memiliki pengaruh yang tinggi karena suatu zat padat dapat digunakan untuk mengadsorpsi suatu pertukaran ion dengan adsorbat. Luas permukaan dan jumlah adsorben juga mempengaruhi banyak atau sedikitnya peristiwa adsorpsi.

Konsentrasi berpengaruh pada peristiwa adsorpsi jika terjadi pada suhu tetap, hal ini terjadi karena jumlah molekul yang dapat diadsorpsi pada suatu permukaan tergantung pada tekanan jika gas dan konsentrasi jika larutan (*Setiawan, 1990*). pH sangat menentukan proses adsorpsi, pH suatu larutan yang optimum sangat dapat membantu proses pembentukan ion-ion zat terlarut sehingga dapat terjadi peristiwa pertukaran ion antara adsorbat dan adsorben.

Adsorpsi yang terjadi pada permukaan dapat berupa :

1. Adsorpsi Fisika

Adsorpsi ini mirip dengan proses kondensasi dan biasanya terjadi pada temperatur rendah. Pada proses ini gaya yang menahan

molekul -molekul fluida pada permukaan padat relatif lemah dan besarnya sama dengan gaya kohesi molekul pada fase cair (gaya Van Der Walls) mempunyai derajat yang sama dengan panas kondensasi dari gas menjadi cair, yaitu sekitar 2,19 – 21,9 kJ/mol (*Weber dalam Noviandhika, 2003*).

## 2. Adsorpsi Kimia

Adsorpsi ini bersifat spesifik dan melibatkan gaya jauh lebih besar daripada adsorpsi fisik. Panas yang melibatkan adalah sama dengan panas reaksi kimia. Menurut Langmuir (*Weber dalam Noviandhika, 2003*). Molekul teradsorpsi ditahan pada permukaan oleh gaya valensi yang tipenya sama dengan yang terjadi antara atom-atom dalam molekul. Dengan adanya ikatan kimia, maka pada permukaan adsorben akan membentuk suatu lapisan atau layer, dimana terbentuknya lapisan tersebut akan menghambat proses penyerapan selanjutnya oleh bantuan adsorben, sehingga efektifitasnya akan berkurang.

## 3. Adsorpsi Isothermis

Dalam sistem padat-cair, adsorpsi ini menyatakan variasi adsorpsi dari adsorbat yang terjadi dalam bentuk bulk – liquid pada suhu konstan. Pada kondisi kesetimbangan terjadi distribusi larutan antara fase cair dengan fase padat (*Weber dalam Noviandhika, 2003*). Ratio dari distribusi tersebut merupakan fungsi konstan dari larutan.

Pada umumnya jumlah material yang diserap persatuan berat adsorben bertambah sejalan dengan bertambahnya konsentrasi, meskipun hal tersebut tidak selalu berbanding lurus. Beberapa model dari adsorpsi isothermis yang dikenal adalah :

#### 1. Model Langmuir

Pertama kali dikembangkan untuk proses penyerapan gas pada permukaan padat. Model ini berdasarkan beberapa asumsi :

- a. Adsorpsi maksimum yang terjadi saat monolayer yang menyeluruh.
- b. Besar energi adalah konstan dan tidak tergantung pada sifat permukaan.
- c. Adsorpsi terjadi tanpa disertai interaksi antar molekul-molekul adsorbat.

Adapun formula langmuir yang digunakan adalah :

$$\frac{x}{m} = \frac{q_m bC}{1+bC}$$

dimana :  $\frac{x}{m}$  = besarnya adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben

(mg/g)

$q_m$  = maksimum adsorbat yang dapat teradsorpsi.

$b$  = konstanta Langmuir (mg/l).

$C$  = konsentrasi adsorbat di air pada saat kesetimbangan.

## 2. Model Freundlich

Persamaan ini berlaku umum dengan hasil yang cukup memuaskan bila ditetapkan pada larutan encer, persamaan ini disebut juga Van Bemmeter (*Verloo dalam Agus Slamet, 2000*).

Adapun formula freundlich yang digunakan adalah :

$$\frac{x}{m} = KC^{\frac{1}{n}}$$

dimana :  $\frac{x}{m}$  = besarnya adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben

(mg/g)

$K$  = konstanta Freundlich (mg/g).

$\frac{1}{n}$  = menyatakan ketidakinieran.

$C$  = konsentrasi adsorbat di air pada saat kesetimbangan.

## 3. Model Brunauer, Emmet dan Teller (BET)

Model ini tidak banyak diterapkan untuk larutan encer, karena hasilnya kurang memuaskan. Perumusan dari model berdasarkan asumsi-asumsi :

- a. Energi adsorpsi adalah seragam pada permukaan
- b. Sejumlah layer dari molekul adsorbat terbentuk pada permukaan dan bahwa persamaan Langmuir berlaku pada masing-masing layer.

Formula BET adalah formula yang sering digunakan untuk multi layer adsorpsi. Adapun formulanya adalah sebagai berikut.

$$\frac{x/m}{q_m} = \frac{bC}{(C_s - C)[1 + (b-1)C/C_s]}$$

dimana :  $\frac{x}{m}$  = besarnya adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben

(mg/g)

$q_m$  = maksimum adsorbat yang dapat teradsorpsi.

$b$  = konstanta BET (l/mg).

$C$  = konsentrasi adsorbat di air pada saat kesetimbangan.

$C_s$  = konsentrasi adsorbat jenuh dalam larutan.

## **2.6. Prinsip Penyerapan Zat Warna dan Krom oleh Serbuk Gergaji Kayu Dalam Kolom Adsorpsi Alir Kontinyu**

kolom adsorpsi ini merupakan suatu reaktor yang didesain dengan bentuk yang sangat sederhana dimana didalam reaktor tersebut terisi oleh media atau adsorben yang digunakan dalam proses adsorpsi zat warna dan krom dalam limbah penyamakan kulit. Di dalam reaktor terjadi suatu sistem aliran kontinyu yang dilewatkan pada adsorben. Dengan adanya media teraktivasi yang diletakkan di dalam kolom dengan sistem gravitasi ini maka akan terjadi suatu prinsip kerja adsorpsi alir kontinyu yang bertujuan untuk meremoval zat warna dan konsentrasi krom dalam limbah penyamakan kulit.

Serbuk gergaji kayu mengandung selulosa, dimana didalam struktur molekul selulosa terdapat gugus OH atau gugus hidroksida. Krom mengandung gugus yang dapat bereaksi dengan gugus OH dari selulosa yang terikat pada serbuk gergaji kayu tersebut, tetapi dengan adanya lignin yang mengganggu reaktifitas gugus OH dalam selulosa perlu adanya usaha untuk mengikat lignin. Cara yang sudah umum dipakai adalah dengan penambahan HCl (*Rini Suharti, 2000*).

...dalam rangka meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan, khususnya pelayanan kesehatan jiwa, maka perlu dilakukan berbagai upaya, salah satunya adalah meningkatkan kemampuan tenaga kesehatan jiwa dalam menangani kasus gangguan jiwa berat. Untuk itu, diperlukan berbagai upaya, salah satunya adalah meningkatkan kemampuan tenaga kesehatan jiwa dalam menangani kasus gangguan jiwa berat.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan yang dimulai pada tanggal 3 januari sampai dengan tanggal 13 januari. Sedangkan untuk uji sampel dilakukan di uji laboratorium kimia universitas Brawijaya Malang.

#### **3.2. Alat-Alat dan Bahan**

##### **3.2.1 Alat-Alat**

Peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- ❖ Seperangkat alat adsorpsi
- ❖ Timbangan elektrik
- ❖ Gelas ukur
- ❖ Beker glass
- ❖ Pipet tetes
- ❖ Botol sampel
- ❖ Stopwatch
- ❖ Oven
- ❖ Spektrofotometer
- ❖ Ayakan 16 mesh dan 30 mesh

### **3.2.2. Bahan**

- ❖ Serbuk gergaji kayu jati
- ❖ Limbah cair industri penyamakan kulit
- ❖ Larutan HCl
- ❖ Aquadest

### **3.3 Variabel Penelitian**

#### **3.3.1 Variabel Terikat**

- Penurunan krom dan zat warna.

#### **3.3.2 Variabel Bebas**

- Debit = 60 ml/mnt, 70 ml/mnt.
- Ketinggian Media = 60 cm, 70 cm.
- Ukuran serbuk = 16 mesh, 30 mesh.

### **3.4 Model Kolom Adsorpsi Alir Kontinyu**

#### **3.4.1. Spesifikasi Alat**

1. Dalam penelitian ini digunakan bak plastik sebanyak 2 buah untuk menampung limbah awal sebagai influent dan menampung limbah akhir sebagai effluent dari kolom adsorpsi alir kontinyu.
2. Digunakan pipa PVC dengan ukuran 6 cm.
3. Didalam pipa bagian bawah diberi penahan yang juga berfungsi sebagai saringan.

## **3.5 Cara Kerja**

### **3.5.1 Pengambilan Sampel**

Sampel yang dipakai dalam penelitian ini diambil dari pabrik penyamakan kulit di daerah kasin.

### **3.5.2 Analisa Pendahuluan**

Metode analisa konsentrasi warna dan krom menggunakan alat spektrofotometer dengan panjang gelombang ( $\lambda$ ) 540 nm.

### **3.5.3 Pelaksanaan Percobaan**

#### **3.5.3.1 Tahap Persiapan**

- a. Menyiapkan bahan dan alat yang akan dipakai.
- b. Mengeringkan serbuk gergaji dibawah sinar matahari.
- c. Pengayakan serbuk gergaji menggunakan ayakan 16 mesh dan ayakan 30 mesh.
- d. Serbuk gergaji dicampur dengan larutan HCl 0.4 N sebanyak 100 ml.
- e. Megeringkan serbuk gergaji yang sudah diaktivasi dengan cara dioven selama 20 menit pada suhu  $105^0$  C..
- f. Dilakukan analisa awal zat warna dan krom pada sampel air limbah.

#### **3.5.3.2 Tahap Penelitian**

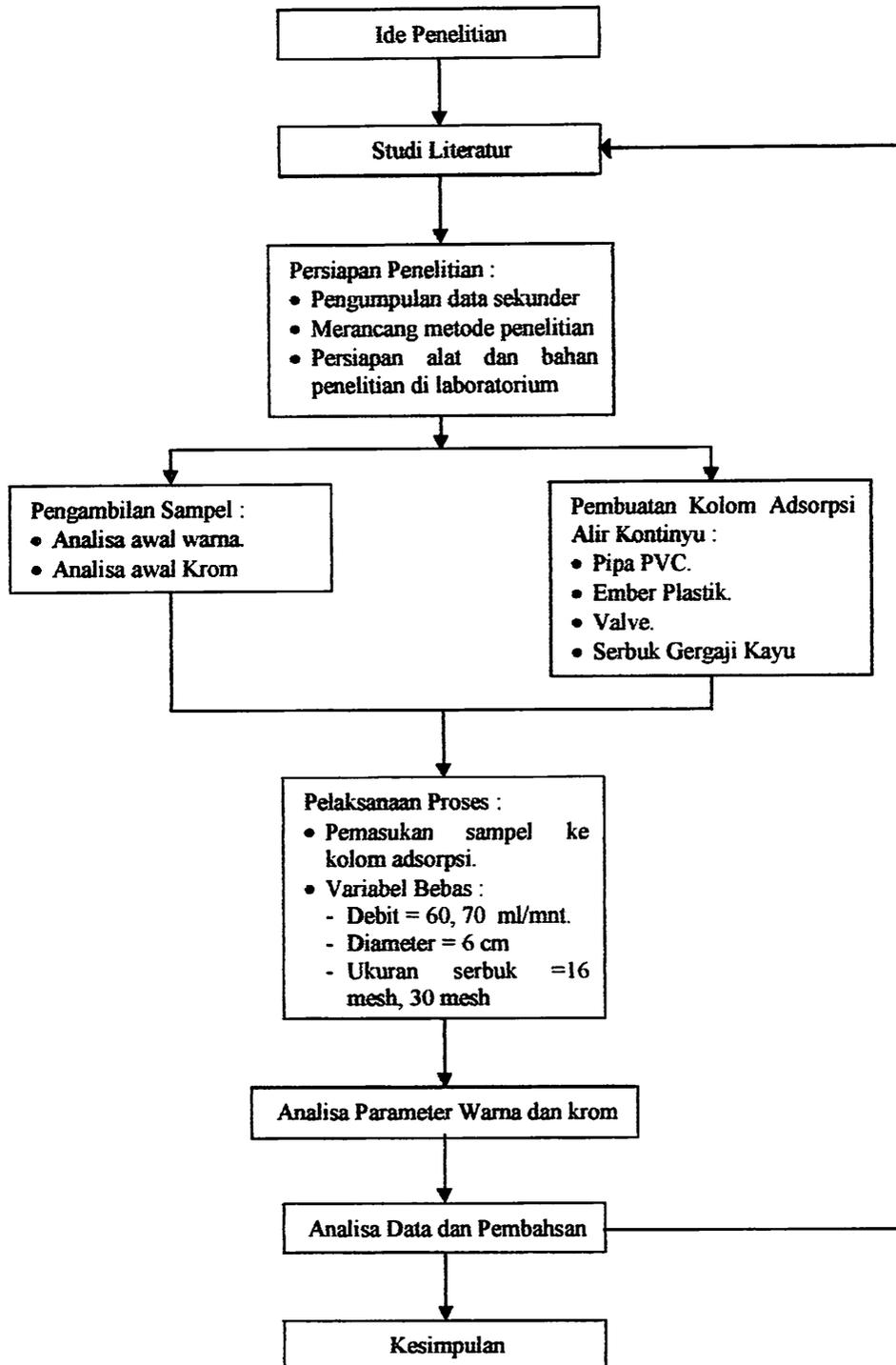
- a. Limbah yang sudah diketahui konsentrasinya dimasukkan ke dalam bak penampung limbah.

- b. Kolom diisi dengan serbuk gergaji dengan ketinggian sesuai dengan variasi yang ditentukan.
- c. Limbah dialirkan ke kolom adsorpsi alir kontinyu dengan debit aliran sesuai dengan variasi yang ditentukan.
- d. Effluent yang keluar dari kolom adsorpsi alir kontinyu ditampung di bak penampung terakhir.
- e. Setelah proses kontinyu selesai sampel diambil untuk dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 540 nm untuk menentukan konsentrasi zat warna dan konsentrasi krom.
- f. Proses diatas diulang kembali untuk variasi yang lain.

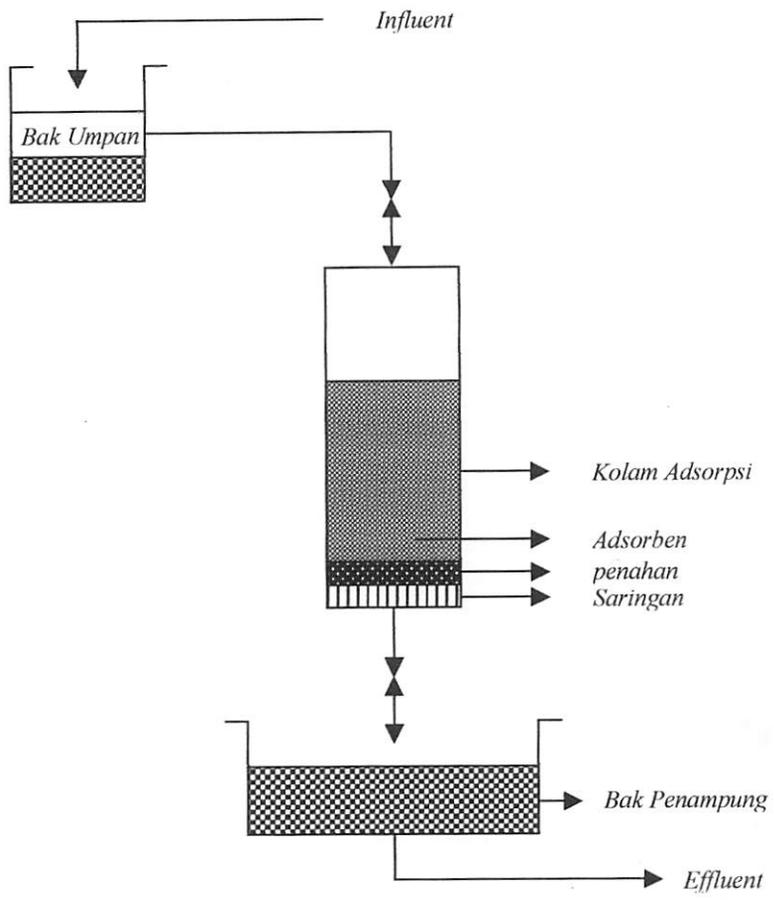
### **3.6 Analisa Data**

Analisa data statistik dilakukan dengan menggunakan Univariate Anova untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata atau tidak (secara statistik antara berbagai variasi percobaan yaitu variasi debit, variasi diameter, dan variasi ketinggian media) terhadap penurunan zat warna dan konsentrasi krom pada sampel air limbah, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan, uji korelasi dan uji regresi.

### 3.7 Kerangka Penelitian



3.8 Gambar Alat



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

##### 4.1.1. Penurunan Warna

Nilai konsentrasi warna pada sampel air limbah sebelum dilakukan pengujian terhadap media serbuk gergaji kayu jati dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

**Tabel 4.1.**  
**Konsentrasi Awal Rata-Rata Pada Setiap Perlakuan**

Perlakuan	Konsentrasi awal (Pt-Co)	Konsentrasi awal rata-rata (Pt-Co)
1	15.88	15.89
2	15.90	15.89
3	15.89	15.89

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap efektifitas media serbuk gergaji kayu jati maka rata-rata konsentrasi akhir warna setelah mengalami tiga kali pengulangan dapat dilihat pada tabel 4.2 di bawah ini.

**Tabel 4.2**  
**Rata-Rata Konsentrasi Akhir Warna**

Variasi Diameter (mesh)	Konsentrasi Akhir	
	Debit ml/mnt	
	60	70
30	9.39	9.44
	8.33	8.37
16	10.51	10.61
	9.44	9.55

1971	1972
1973	1974
1975	1976
1977	1978
1979	1980
1981	1982
1983	1984
1985	1986
1987	1988
1989	1990
1991	1992
1993	1994
1995	1996
1997	1998
1999	2000
2001	2002
2003	2004
2005	2006
2007	2008
2009	2010
2011	2012
2013	2014
2015	2016
2017	2018
2019	2020
2021	2022
2023	2024
2025	2026
2027	2028
2029	2030
2031	2032
2033	2034
2035	2036
2037	2038
2039	2040
2041	2042
2043	2044
2045	2046
2047	2048
2049	2050
2051	2052
2053	2054
2055	2056
2057	2058
2059	2060
2061	2062
2063	2064
2065	2066
2067	2068
2069	2070
2071	2072
2073	2074
2075	2076
2077	2078
2079	2080
2081	2082
2083	2084
2085	2086
2087	2088
2089	2090
2091	2092
2093	2094
2095	2096
2097	2098
2099	2100

1971-2024

1972-2025

1973-2026

1974-2027

1975-2028

1976-2029

1977-2030

1978-2031

1979-2032

1980-2033

1981-2034

1982-2035

1983-2036

1984-2037

1985-2038

1986-2039

1987-2040

1988-2041

1989-2042

1990-2043

1991-2044

1992-2045

1993-2046

1994-2047

1995-2048

1996-2049

1997-2050

1998-2051

1999-2052

2000-2053

2001-2054

2002-2055

2003-2056

2004-2057

2005-2058

2006-2059

2007-2060

2008-2061

2009-2062

2010-2063

2011-2064

2012-2065

2013-2066

2014-2067

2015-2068

2016-2069

2017-2070

2018-2071

2019-2072

2020-2073

2021-2074

2022-2075

2023-2076

2024-2077

2025-2078

2026-2079

2027-2080

2028-2081

2029-2082

2030-2083

2031-2084

2032-2085

2033-2086

2034-2087

2035-2088

2036-2089

2037-2090

2038-2091

2039-2092

2040-2093

2041-2094

2042-2095

2043-2096

2044-2097

2045-2098

2046-2099

2047-2100

1971	1972
1973	1974
1975	1976
1977	1978
1979	1980
1981	1982
1983	1984
1985	1986
1987	1988
1989	1990
1991	1992
1993	1994
1995	1996
1997	1998
1999	2000
2001	2002
2003	2004
2005	2006
2007	2008
2009	2010
2011	2012
2013	2014
2015	2016
2017	2018
2019	2020
2021	2022
2023	2024
2025	2026
2027	2028
2029	2030
2031	2032
2033	2034
2035	2036
2037	2038
2039	2040
2041	2042
2043	2044
2045	2046
2047	2048
2049	2050
2051	2052
2053	2054
2055	2056
2057	2058
2059	2060
2061	2062
2063	2064
2065	2066
2067	2068
2069	2070
2071	2072
2073	2074
2075	2076
2077	2078
2079	2080
2081	2082
2083	2084
2085	2086
2087	2088
2089	2090
2091	2092
2093	2094
2095	2096
2097	2098
2099	2100

1971-2024

1972-2025

1973-2026

1974-2027

1975-2028

1976-2029

1977-2030

1978-2031

1979-2032

1980-2033

1981-2034

1982-2035

1983-2036

1984-2037

1985-2038

1986-2039

1987-2040

1988-2041

1989-2042

1990-2043

1991-2044

1992-2045

1993-2046

1994-2047

1995-2048

1996-2049

1997-2050

1998-2051

1999-2052

2000-2053

2001-2054

2002-2055

2003-2056

2004-2057

2005-2058

2006-2059

2007-2060

2008-2061

2009-2062

2010-2063

2011-2064

2012-2065

2013-2066

2014-2067

2015-2068

2016-2069

2017-2070

2018-2071

2019-2072

2020-2073

2021-2074

2022-2075

2023-2076

2024-2077

2025-2078

2026-2079

2027-2080

2028-2081

2029-2082

2030-2083

2031-2084

2032-2085

2033-2086

2034-2087

2035-2088

2036-2089

2037-2090

2038-2091

2039-2092

2040-2093

2041-2094

2042-2095

2043-2096

2044-2097

2045-2098

2046-2099

2047-2100

1971-2024

1972-2025

1971-2024

1971-2024

Berdasarkan tabel 4.2 dapat dihitung penurunan konsentrasi warna dalam sampel air limbah. Adapun hasil penurunan konsentrasi warna air limbah dengan seluruh perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini.

**Tabel 4.3**  
**Penurunan Konsentrasi Rata-rata dan Prosentase**  
**Penurunan Rata-Rata**

Diameter media (mesh)	Ketinggian media (cm)	Penurunan warna (Pt-Co)		Prosentase penurunan (%)	
		Debit (ml/mnt)		Debit (ml/mnt)	
		60	70	60	70
30	60	6.49	6.47	40.86	40.72
	70	7.59	7.53	47.77	47.41
16	60	5.34	5.30	33.62	33.37
	70	6.48	6.37	40.76	40.06

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan bahwa terjadi penurunan pada setiap perlakuan yaitu antara diameter media, debit dan variasi ketinggian. Dari tabel diatas juga dapat diketahui perbedaan prosentase penurunan konsentrasi warna antara ketinggian 60 cm dan 70 cm.

Prosentase penurunan konsentrasi warna yang paling tinggi dan paling rendah pada perlakuan debit 60 ml/mnt dengan ketinggian 60 cm dan 70 cm, diameter 16 mesh dan 30 mesh dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini.

TABLE 1

TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.

TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.

TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.

TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.

TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.

TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.

TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.

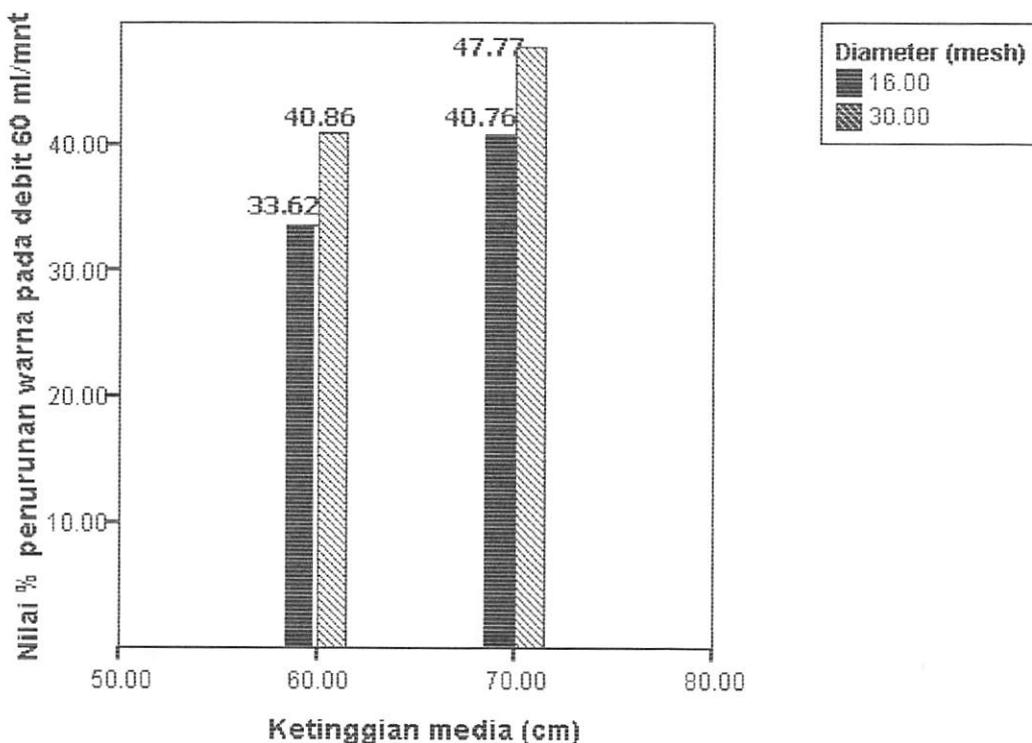
Year	1989	1990	1991	1992	1993
1989	100	100	100	100	100
1990	100	100	100	100	100
1991	100	100	100	100	100
1992	100	100	100	100	100
1993	100	100	100	100	100

TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.

TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.

TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.

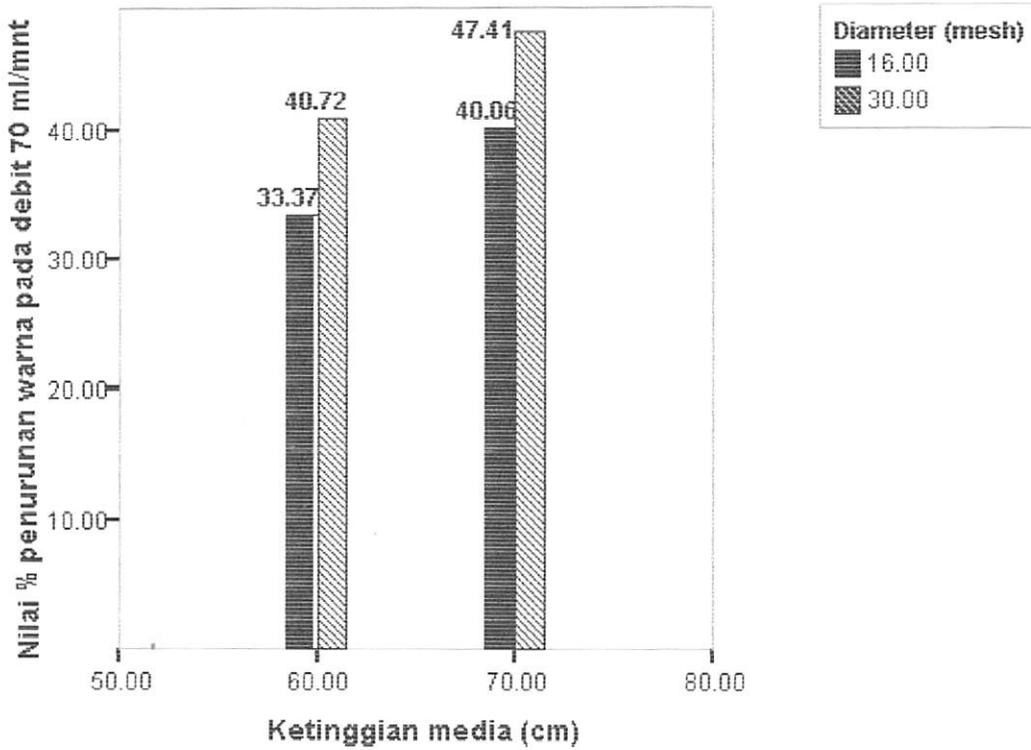
TABLE 1. The number of cases of disease X in the community in the year 1990.



Gambar 4.1 Grafik Prosentase (%) Penurunan Warna Pada Debit 60 ml/mnt

Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi warna pada sampel air limbah paling rendah pada perlakuan debit 60 ml/mnt dengan ketinggian media 60 cm dan diameter 16 mesh yaitu sebesar 5,34 Pt-Co atau sekitar 33,62 % dan penurunan konsentrasi warna yang paling tinggi pada perlakuan debit 60 ml/mnt, dengan ketinggian media 70 cm dan diameter 30 mesh yaitu sebesar 7,59 Pt-Co atau sekitar 47,77 %.

Prosentase penurunan konsentrasi warna yang paling tinggi dan paling rendah pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan ketinggian 60 cm dan 70 cm, diameter 16 mesh dan 30 mesh dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.2 Grafik Prosentase (%) Penurunan Warna Pada Debit 70 ml/mnt

Berdasarkan gambar 4.2 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi warna pada sampel air limbah paling rendah pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan ketinggian media 60 cm dan diameter 16 mesh yaitu sebesar 5.30 Pt-Co atau sekitar 33.37 % dan penurunan konsentrasi warna yang paling tinggi pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan ketinggian media 70 cm dan diameter 30 mesh yaitu sebesar 7,53 Pt-Co atau sekitar 47,41 %.

#### 4.1.2 Analisa Uji ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi warna maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA (analisa varian). Hasil tersebut tersaji dalam tabel 4.4 berikut ini.

**Tabel 4.4**  
**Hasil Uji ANOVA Seluruh Perlakuan Terhadap**  
**Penurunan Warna**

□

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	597.228 <sup>a</sup>	7	85.318	4343.737	.000
Intercept	39504.632	1	39504.632	2011267	.000
SAMPEL	597.228	7	85.318	4343.737	.000
Error	.314	16	1.964E-02		
Total	40102.174	24			
Corrected Total	597.542	23			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

Pada tabel 4.4 merupakan hasil uji ANOVA untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara nilai penurunan warna diantara kelompok perlakuan.

Perbedaan rata-rata konsentrasi warna berdasarkan kelompok perlakuan.

hipotesis

Ho = kedelapan rata-rata perlakuan adalah identik

H1 = kedelapan rata-rata perlakuan adalah tidak identik



Keputusan :

Pada tabel diatas terlihat bahwa F hitung adalah 4343.737 dengan probabilitas 0,000 karena probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata nilai penurunan warna dalam kedelapan perlakuan tersebut memang beda nyata.

#### 4.1.3 Analisa Uji Duncan

Untuk melihat penurunan konsentrasi warna yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan dilakukan uji Duncan. Hasil uji Duncan penurunan konsentrasi warna dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut ini.

**Tabel 4.5**  
**Hasil Uji Duncan Penurunan Warna Untuk Seluruh Perlakuan**

Sampel	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
Q2H1D2	3	33.37 %					
Q1H1D2	3		33.62 %				
Q2H2D2	3			40.06 %			
Q2H1D1	3				40.72 %		
Q1H2D2	3				40.76 %		
Q1H1D1	3				40.86 %		
Q2H2D1	3					47.40 %	
Q1H2D1	3						47.77 %
Sig.		1.000	1.000	1.000	.252	1.000	1.000

Means for group in homogeneous subsets are displayed.

Based on type III sum of squares

The error term is mean Square (error) = 1.964E-02.

- a. Uses Harmonic Mean Sampel Size = 3.000.
- b. Alpha = 0.5.

#### Keterangan

Q1H1D1	= Debit 60 ml/mnt, ketinggian 60 cm dan diameter 30 mesh
Q1H1D2	= Debit 60 ml/mnt, ketinggian 60 cm dan diameter 16 mesh
Q1H2D1	= Debit 60 ml/mnt, ketinggian 70 cm dan diameter 30 mesh
Q1H2D2	= Debit 60 ml/mnt, ketinggian 70 cm dan diameter 16 mesh
Q2H1D1	= Debit 70 ml/mnt, ketinggian 60 cm dan diameter 30 mesh
Q2H1D2	= Debit 70 ml/mnt, ketinggian 60 cm dan diameter 16 mesh
Q2H2D1	= Debit 70 ml/mnt, ketinggian 70 cm dan diameter 30 mesh
Q2H2D2	= Debit 70 ml/mnt, ketinggian 70 cm dan diameter 16 mesh

Berdasarkan tabel 4.5 dapat diketahui bahwa :

- Pada perlakuan : debit 70 ml/mnt, ketinggian 60 cm, diameter 30 mesh (Q2H1D1); debit 60 ml/mnt, ketinggian 70 cm, diameter 16 mesh (Q1H2D2); debit 60, ketinggian 60 cm, diameter 30 mesh (Q1H1D1) terdapat perbedaan yang hampir sama atau homogen atau tidak ada beda nyata.
- Pada perlakuan : debit 70 ml/mnt, ketinggian 60 cm, diameter 16 mesh (Q2H1D2); debit 60 ml/mnt, ketinggian 60 cm, diameter 16 mesh (Q1H1D2); debit 70, ketinggian 70 cm, diameter 16 mesh (Q2H2D2); debit 70 ml/mnt, ketinggian 60 cm, diameter 30 mesh (Q2H1D1); debit 70 ml/mnt, ketinggian 70 cm, diameter 30 mesh (Q2H2D1); debit 60 ml/mnt, ketinggian 70 cm, diameter 30 mesh (Q1H2D1) terdapat beda nyata pada setiap perlakuannya.



#### 4.1.4 Analisa Uji Korelasi

Untuk mengetahui hubungan antara ciri variabel yang diamati dan keceratan hubungan antara variabel tersebut, maka dapat dianalisa dengan menggunakan korelasi dan regresi untuk seluruh perlakuan. Hasil dari analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini.

**Tabel 4.6**  
**Hasil Uji Korelasi Penurunan Warna Untuk Seluruh Perlakuan**  
**Correlations**

		Nilai penurunan warna (Pt-Co)	Debit (ml/mnt)	Diameter (mesh)	Ketinggian media (cm)
Pearson Correlation	Nilai penurunan warna (Pt-Co)	1.000	-.036	.725	.687
	Debit (ml/mnt)	-.036	1.000	.000	.000
	Diameter (mesh)	.725	.000	1.000	.000
	Ketinggian media (cm)	.687	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	Nilai penurunan warna (Pt-Co)	.	.433	.000	.000
	Debit (ml/mnt)	.433	.	.500	.500
	Diameter (mesh)	.000	.500	.	.500
	Ketinggian media (cm)	.000	.500	.500	.
N	Nilai penurunan warna (Pt-Co)	24	24	24	24
	Debit (ml/mnt)	24	24	24	24
	Diameter (mesh)	24	24	24	24
	Ketinggian media (cm)	24	24	24	24



Berdasarkan tabel 4.6 menunjukkan bahwa :

1. Besar hubungan antara variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi

adalah:

- Penurunan konsentrasi warna dengan debit adalah 0.36 yang menunjukkan hubungan yang lemah karena dibawah 0.5 (*Yarnest, 2004*) dengan arah hubungan negatif yang menunjukkan hubungan berlawanan arah yang berarti jika penurunan konsentrasi warna tinggi maka debit harus diturunkan.
- Penurunan konsentrasi warna dengan diameter media serbuk gergaji kayu jati adalah 0.725 yang menunjukkan hubungan yang kuat karena diatas 0.5 (*Yarnest, 2004*) dengan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika penurunan konsentrasi warna tinggi maka diameter media harus ditingkatkan.
- Penurunan konsentrasi warna dengan ketinggian media serbuk gergaji kayu jati adalah 0.687 yang menunjukkan hubungan yang kuat karena diatas 0.5 (*Yarnest, 2004*) dengan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika penurunan konsentrasi warna tinggi maka ketinggian media harus ditingkatkan.

2. Tingkat signifikan koefisien korelasi adalah :

- Penurunan warna dengan perlakuan debit menunjukkan nilai probabilitas 0.433 jauh lebih besar dari 0.05 maka korelasinya tidak nyata.



- Penurunan warna dengan perlakuan ketinggian dan diameter menunjukkan nilai probabilitas 0.000 jauh lebih kecil dari 0.05 maka korelasinya sangat nyata (signifikan).

#### 4.1.5 Analisa Uji Anova Regresi

Untuk mengetahui prosentase pengaruh variabel terhadap penurunan warna pada seluruh perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut ini.

**Tabel 4.7**  
**Prosentase Pengaruh Variabel**  
**Model Summary <sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1.000 <sup>a</sup>	.999	.999	.1725

a. Predictors: (Constant), Ketinggian media (cm), Diameter (mesh), Debit (ml/mnt)

b. Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

Berdasarkan tabel 4.7 menunjukkan bahwa :

1. Nilai R hitung yaitu 1.000 jika dibanding dengan R tabel dengan tingkat signifikan 5 % yaitu 0.707 maka R hitung lebih besar dari R tabel ini berarti bahwa terdapat hubungan yang sempurna antara penurunan warna dengan variabel debit, diameter media dan ketinggian media.
2. Nilai R square ( $r^2$ ) sebesar 0.999 dimana R square bisa disebut sebagai koefisien determinasi yang dalam hal ini berarti 99.9 % penurunan warna dipengaruhi oleh variabel debit, diameter media dan ketinggian

...  
 ...  
 ...

... 2.1.1

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...  
 ...

...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

media, sedangkan sisanya yaitu 0.1 % penurunan warna dipengaruhi oleh faktor lain (Yarnest, 2004).

Untuk mengetahui prediksi penurunan warna seluruh perlakuan maka persamaan regresinya dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut ini.

**Tabel 4.8**  
**Persamaan Regresi**

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Coefficients		Standar dized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-13.523	.658	.	-20.536	.000
	Debit (ml/mnt)	-3.6E-02	.007	-.036	-5.148	.000
	Diameter (mesh)	.517	.005	.725	102.76	.000
	Ketinggian media (cm)	.686	.007	.687	97.361	.000

a. Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

Berdasarkan tabel 4.8 dapat diketahui persamaan regresinya yaitu :

$$Y = -13.523 - 3.63E - 02 X_1 + 0.517 X_2 + 0.686 X_3$$

Dimana :

Y = penurunan warna

X<sub>1</sub> = debit

X<sub>2</sub> = diameter media

X<sub>3</sub> = ketinggian media

Berdasarkan tabel 4.8 dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari persamaan regresi diperoleh koefisien regresi untuk variabel debit (X<sub>1</sub>) sebesar 0.0363 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 ml/mnt akan mengurangi removal warna sebesar 0.0363 Pt-Co. Koefisien regresi untuk

variabel diameter ( $X_2$ ) sebesar 0.517 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 mesh diameter media akan meningkatkan removal warna sebesar 0.517 Pt-Co. Koefisien regresi untuk variabel ketinggian media ( $X_3$ ) sebesar 0.686 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm ketinggian media akan meningkatkan removal warna sebesar 0.686 Pt-Co.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent :

$H_0$  = koefisien regresi tidak signifikan

$H_1$  = koefisien regresi signifikan

Dasar pengambilan keputusan :

➤ Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel jika statistik t hitung < statistik t tabel maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak dan begitu sebaliknya. Statistik t hitung berdasarkan tabel 4.7 untuk debit 5.148, diameter media 102.758 dan ketinggian media 97.361 sedangkan t tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2.365 karena statistik t hitung > statistik t tabel maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak atau koefisien regresi adalah signifikan.

➤ Berdasarkan probabilitas

Jika probabilitas > 0.05 maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak begitu pula sebaliknya.

Keputusan :

Terlihat bahwa kolom signifikan adalah 0.000, probabilitasnya lebih kecil dari 0.05 sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima jadi debit, diameter media

dan ketinggian benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan warna (*Yarnest, 2004*).

#### 4.1.6 Penurunan Krom

Nilai konsentrasi krom pada sampel air limbah sebelum dilakukan pengujian terhadap media serbuk gergaji kayu jati dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

**Tabel 4.9.**  
**Konsentrasi Awal Rata-Rata Pada Setiap Perlakuan**

Perlakuan	Konsentrasi awal (Pt-Co)	Konsentrasi awal rata-rata (Pt-Co)
1	3.99	3.98
2	4.00	3.98
3	3.95	3.98

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap efektifitas media serbuk gergaji kayu jati maka rata-rata konsentrasi akhir krom setelah mengalami tiga kali pengulangan dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini.

**Tabel 4.10**  
**Rata-Rata Konsentrasi Akhir Krom**

Variasi Diameter (mesh)	Konsentrasi Akhir	
	Debit ml/mnt	
	60	70
30	2.26	2.26
	2.13	2.18
16	2.49	2.57
	2.38	2.51



Berdasarkan tabel 4.10 dapat dihitung penurunan konsentrasi krom dalam sampel air limbah. Adapun hasil penurunan konsentrasi krom sampel air limbah dengan seluruh perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.11 berikut ini.

**Tabel 4.11.**  
**Penurunan Konsentrasi Rata-rata dan Prosentase**  
**Penurunan Rata-Rata**

Diameter media (mesh)	Ketinggian media (cm)	Penurunan krom (ppm)		Prosentase penurunan (%)	
		Debit (ml/mnt)		Debit (ml/mnt)	
		60	70	60	70
30	60	1.72	1.72	43.17	43.17
	70	1.85	1.80	46.60	45.35
16	60	1.49	1.41	37.47	35.54
	70	1.60	1.47	40.74	37.05

Berdasarkan tabel 4.11 menunjukkan bahwa terjadi penurunan pada setiap perlakuan yaitu antara diameter media, debit dan variasi ketinggian. Dari tabel diatas juga dapat diketahui perbedaan prosentase penurunan konsentrasi krom antara ketinggian 60 cm dan 70 cm.

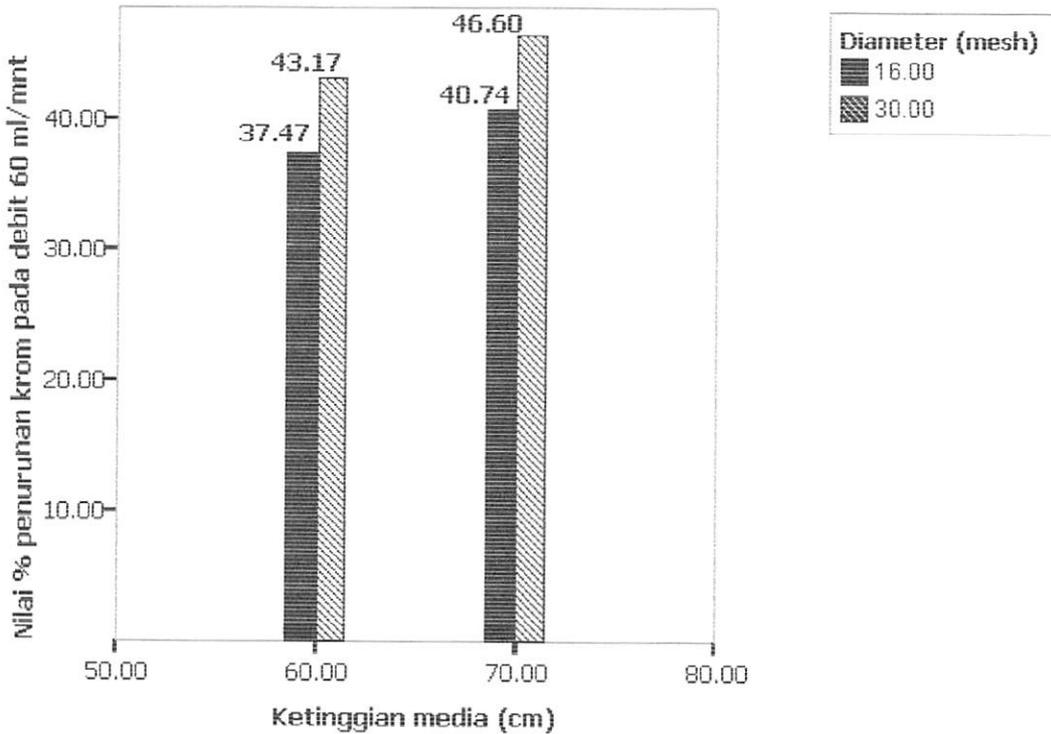
Prosentase penurunan konsentrasi krom yang paling tinggi dan paling rendah pada perlakuan debit 60 ml/mnt dengan ketinggian 60 cm dan 70 cm; diameter 16 mesh dan 30 mesh dapat dilihat pada gambar 4.3 di bawah ini.

1. *Содержание*  
 2. *Введение*  
 3. *Глава I. Общие сведения о предмете исследования*  
 4. *Глава II. Анализ литературы по теме исследования*  
 5. *Глава III. Методология исследования*  
 6. *Глава IV. Результаты исследования*  
 7. *Глава V. Заключение*  
 8. *Список литературы*  
 9. *Приложения*  
 10. *Сводный список литературы*

№	№	№	№	№
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50
51	52	53	54	55
56	57	58	59	60
61	62	63	64	65
66	67	68	69	70
71	72	73	74	75
76	77	78	79	80
81	82	83	84	85
86	87	88	89	90
91	92	93	94	95
96	97	98	99	100

**Содержание**  
**Содержание**

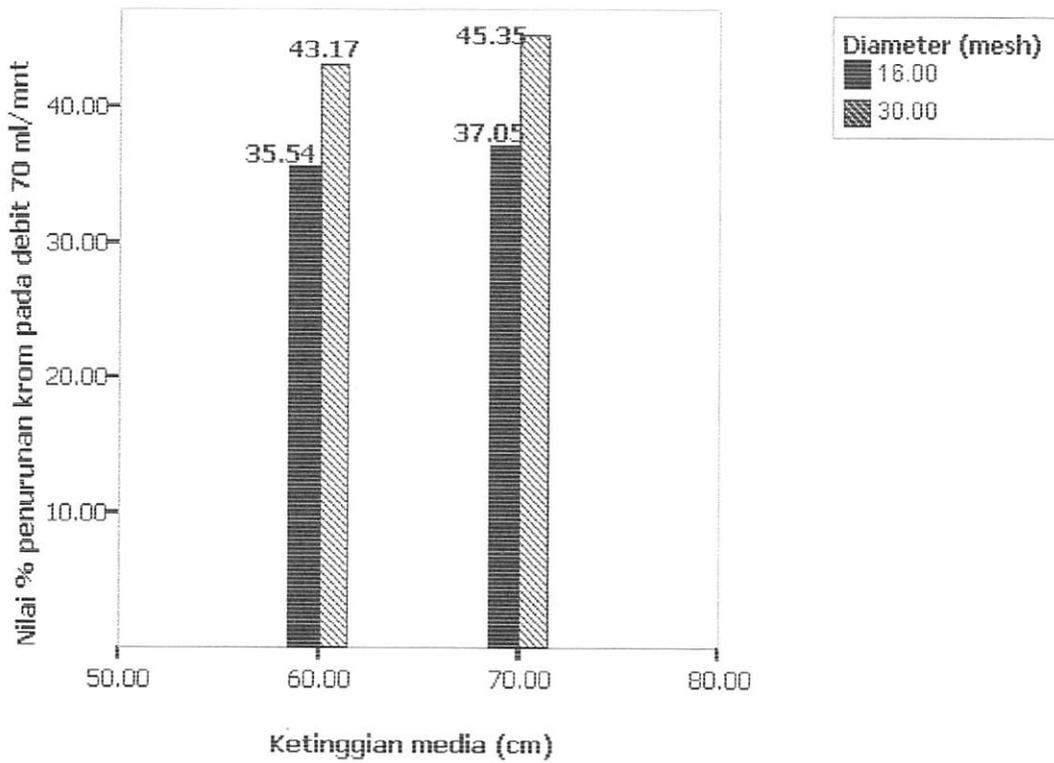
1. *Содержание*  
 2. *Введение*  
 3. *Глава I. Общие сведения о предмете исследования*  
 4. *Глава II. Анализ литературы по теме исследования*  
 5. *Глава III. Методология исследования*  
 6. *Глава IV. Результаты исследования*  
 7. *Глава V. Заключение*  
 8. *Список литературы*  
 9. *Приложения*  
 10. *Сводный список литературы*



Gambar 4.3 Grafik Prosentase (%) Penurunan Krom Pada Debit 60 ml/mnt

Berdasarkan gambar 4.3 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi krom pada sampel air limbah paling rendah pada perlakuan debit 60 ml/mnt dengan ketinggian media 60 cm dan diameter 16 mesh yaitu sebesar 1.49 ppm atau sekitar 37,47 % dan penurunan konsentrasi krom yang paling tinggi pada perlakuan debit 60 ml/mnt, dengan ketinggian media 70 cm dan diameter 30 mesh yaitu sebesar 1,85 ppm atau sekitar 46,60 %.

Prosentase penurunan konsentrasi krom yang paling tinggi dan paling rendah pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan ketinggian 60 cm dan 70 cm; diameter 16 mesh dan 30 mesh dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini.



**Gambar 4.3 Grafik Prosentase (%) Penurunan Krom Pada Debit 70 ml/mnt**

Berdasarkan gambar 4.3 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi krom pada sampel air limbah paling rendah pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan ketinggian media 60 cm dan diameter 16 mesh yaitu sebesar 1.41 ppm atau sekitar 35.54 % dan penurunan konsentrasi krom yang paling tinggi pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan ketinggian media 70 cm yaitu sebesar 1.80 ppm atau sekitar 45,35 %.

#### 4.1.7. Analisa Uji ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh berbagai perlakuan dalam penurunan konsentrasi krom maka dilakukan analisis dengan menggunakan uji ANOVA (analisa varian). Hasil tersebut tersaji dalam tabel 4.12 berikut ini.

**Tabel 4.12**  
**Hasil Uji ANOVA Seluruh Perlakuan Terhadap Penurunan**  
**Konsentrasi Krom**

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	352.633 <sup>a</sup>	7	50.376	235.384	.000
Intercept	40610.940	1	40610.940	189756.0	.000
SAMPEL	352.633	7	50.376	235.384	.000
Error	3.424	16	.214		
Total	40966.998	24			
Corrected Total	356.057	23			

a. R Squared = .990 (Adjusted R Squared = .986)

Pada tabel 4.12 merupakan hasil uji ANOVA untuk melihat apakah ada perbedaan yang nyata antara nilai penurunan krom diantara kelompok perlakuan.

Perbedaan rata-rata konsentrasi krom berdasarkan kelompok perlakuan

hipotesis :

Ho = kedelapan rata-rata perlakuan adalah identik

H1 = kedelapan rata-rata perlakuan adalah tidak identik



Keputusan :

Pada tabel diatas terlihat bahwa F hitung adalah 235.384 dengan probabilitas 0,000 karena probabilitas  $< 0.05$ , maka  $H_0$  ditolak atau rata-rata nilai penurunan krom dalam kedelapan perlakuan tersebut memang beda nyata.

#### 4.1.8. Analisa Uji Duncan

Untuk melihat penurunan konsentrasi krom yang paling besar dan perbedaannya untuk setiap perlakuan dilakukan uji Duncan. Hasil uji Duncan penurunan konsentrasi krom dapat dilihat pada tabel 4.13 berikut ini.

**Tabel 4.13**  
**Hasil Uji Duncan Penurunan Konsentrasi Krom Untuk Seluruh Perlakuan**

Sampel	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
Q2H1D2	3	35.54 %					
Q2H2D2	3		37.05 %				
Q1H1D2	3		37.47 %				
Q1H2D2	3			40.73 %			
Q1H1D1	3				43.16 %		
Q2H1D1	3				43.17 %		
Q2H2D1	3					45.35 %	
Q1H2D1	3						46.60 %
Sig.		1.000	.286	1.000	.993	1.000	1.000

Means for group in homogeneous subsets are displayed.

Based on type III sum of squares

The error term is mean Square (error) = .214

c. Uses Harmonic Mean Sampel Size = 3.000.

d. Alpha = 0.5.

#### Keterangan

Q1H1D1 = Debit 60 ml/mnt, ketinggian 60 cm dan diameter 30 mesh

Q1H1D2 = Debit 60 ml/mnt, ketinggian 60 cm dan diameter 16 mesh

Q1H2D1 = Debit 60 ml/mnt, ketinggian 70 cm dan diameter 30 mesh

Q1H2D2 = Debit 60 ml/mnt, ketinggian 70 cm dan diameter 16 mesh

Q2H1D1 = Debit 70 ml/mnt, ketinggian 60 cm dan diameter 30 mesh

Q2H1D2 = Debit 70 ml/mnt, ketinggian 60 cm dan diameter 16 mesh

Q2H2D1 = Debit 70 ml/mnt, ketinggian 70 cm dan diameter 30 mesh

Q2H2D2 = Debit 70 ml/mnt, ketinggian 70 cm dan diameter 16 mesh

Berdasarkan tabel 4.13 dapat diketahui bahwa :

- Pada perlakuan : debit 70 ml/mnt, ketinggian 70 cm, diameter 16 mesh (Q2H2D2); debit 60 ml/mnt, ketinggian 60 cm, diameter 16 mesh (Q1H1D2); debit 60, ketinggian 60 cm, diameter 30 mesh (Q1H1D1); debit 70 ml/mnt, ketinggian 60 cm, diameter 30 mesh (Q2H1D1) terdapat perbedaan yang hampir sama atau homogen.
- Pada perlakuan : debit 70 ml/mnt, ketinggian 60 cm, diameter 16 mesh (Q2H1D2); debit 70, ketinggian 70 cm, diameter 16 mesh (Q2H2D2); debit 60 ml/mnt, ketinggian 70 cm, diameter 16 mesh (Q1H2D2); debit 70 ml/mnt, ketinggian 70 cm, diameter 30 mesh (Q2H2D1); debit 60 ml/mnt, ketinggian 70 cm, diameter 30 mesh (Q1H2D1); debit 60 ml/mnt, ketinggian 60 cm, diameter 30 mesh (Q1H1D1) terdapat beda nyata pada setiap perlakuannya.



#### 4.1.9 Analisa Uji Korelasi

Untuk mengetahui hubungan antara ciri variabel yang diamati dan keeratan hubungan antara variabel tersebut, maka dapat dianalisa dengan menggunakan korelasi dan regresi untuk seluruh perlakuan. Hasil dari analisa tersebut dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut ini.

**Tabel 4.14**  
**Hasil Uji Korelasi Penurunan Konsentrasi Krom Untuk Seluruh**  
**Perlakuan**  
**Correlations**

		Nilai penurunan krom (ppm)	Debit (ml/mnt)	Diameter (mesh)	Ketinggian media (cm)
Pearson Correlation	Nilai penurunan krom (ppm)	1.000	-.223	.892	.337
	Debit (ml/mnt)	-.223	1.000	.000	.000
	Diameter (mesh)	.892	.000	1.000	.000
	Ketinggian media (cm)	.337	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	Nilai penurunan krom (ppm)	.	.148	.000	.053
	Debit (ml/mnt)	.148	.	.500	.500
	Diameter (mesh)	.000	.500	.	.500
	Ketinggian media (cm)	.053	.500	.500	.
N	Nilai penurunan krom (ppm)	24	24	24	24
	Debit (ml/mnt)	24	24	24	24
	Diameter (mesh)	24	24	24	24
	Ketinggian media (cm)	24	24	24	24



Berdasarkan tabel 4.14 menunjukkan bahwa :

1. Besar hubungan antara variabel yang dihitung dengan koefisien korelasi adalah:

- Penurunan konsentrasi krom dengan debit adalah 0.223 yang menunjukkan hubungan yang lemah karena dibawah 0.5 (*Yarnest, 2004*) dengan arah hubungan negatif yang menunjukkan hubungan berlawanan arah yang berarti jika penurunan konsentrasi krom tinggi maka debit harus diturunkan.
- Penurunan konsentrasi krom dengan diameter media serbuk gergaji kayu jati adalah 0.892 yang menunjukkan hubungan yang kuat karena diatas 0.5 (*Yarnest, 2004*) dengan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika penurunan konsentrasi krom tinggi maka diameter media harus ditingkatkan.
- Penurunan konsentrasi krom dengan ketinggian media serbuk gergaji kayu jati adalah 0.337 yang menunjukkan hubungan yang lemah karena dibawah 0.5 (*Yarnest, 2004*) dengan arah hubungan positif yang menunjukkan hubungan searah yang berarti jika penurunan konsentrasi krom tinggi maka ketinggian media harus ditingkatkan.

2. Tingkat signifikan koefisien korelasi adalah :

- Penurunan krom dengan perlakuan debit dan ketinggian menunjukkan nilai probabilitas 0.148 dan 0.053 yang lebih besar dari 0.05 maka korelasinya tidak nyata.



- Penurunan krom dengan perlakuan diameter media menunjukkan nilai probabilitas 0.000 dimana nilai tersebut lebih kecil dari 0.05 yang berarti korelasinya sangat nyata atau signifikan.

#### 4.2.0. Analisa Uji ANOVA Regresi

Untuk mengetahui prosentase pengaruh variabel terhadap penurunan krom pada seluruh perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut ini.

**Tabel 4.15**  
**Prosentase Pengaruh Variabel**  
**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.980 <sup>a</sup>	.960	.954	.8466

a. Predictors: (Constant), Ketinggian media (cm), Diameter (mesh), Debit (ml/mnt)

b. Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)

Berdasarkan tabel 4.15 menunjukkan bahwa :

1. Nilai R hitung yaitu 0.980 jika dibanding dengan R tabel dengan tingkat signifikan 5 % yaitu 0.707 maka R hitung lebih besar dari R tabel ini berarti bahwa terdapat hubungan yang kuat antara penurunan warna dengan variabel debit, diameter media dan ketinggian media.
2. Nilai R square ( $r^2$ ) sebesar 0.960 dimana R square bisa disebut sebagai koefisien determinasi yang dalam hal ini berarti 96 % penurunan krom dipengaruhi oleh variabel debit, diameter media dan ketinggian media, sedangkan sisanya yaitu 4 % penurunan krom dipengaruhi oleh faktor lain (Yarnest, 2004).

...  
 ...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...

...  
 ...  
 ...

...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...  
 ...

...  
 ...  
 ...  
 ...  
 ...

...  
 ...

Untuk mengetahui prediksi penurunan krom seluruh perlakuan maka persamaan regresinya dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut ini.

**Tabel 4.16**  
**Persamaan Regresi**  
**Coefficients**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	24.100	3.232		7.457	.000
	Debit (ml/mnt)	-.172	.035	-.223	-4.965	.000
	Diameter (mesh)	.491	.025	.892	19.890	.000
	Ketinggian media (	.260	.035	.337	7.520	.000

a. Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)

Berdasarkan tabel 4.16 dapat diketahui persamaan regresinya yaitu :

$$Y = 24.100 - 0.172 X_1 + 0.491 X_2 + 0.260 X_3$$

Dimana :

Y = penurunan krom

X<sub>1</sub> = debit

X<sub>2</sub> = diameter media

X<sub>3</sub> = ketinggian media

Berdasarkan tabel 4.15 dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari persamaan regresi diatas diperoleh koefisien regresi untuk variabel debit (X<sub>1</sub>) sebesar 0.172 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 ml/mnt akan mengurangi removal krom sebesar 0.172 ppm. Koefisien regresi untuk variabel diameter (X<sub>2</sub>) sebesar 0.491 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 mesh diameter media akan meningkatkan removal krom sebesar 0.491 ppm Koefisien regresi untuk variabel ketinggian media (X<sub>3</sub>) sebesar 0.260

menyatakan bahwa setiap penambahan 1 cm ketinggian media akan meningkatkan removal warna sebesar 0.260 ppm.

2. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independent :

$H_0$  = koefisien regresi tidak signifikan

$H_1$  = koefisien regresi signifikan

Dasar pengambilan keputusan :

➤ Dengan membandingkan statistik hitung dengan statistik tabel jika statistik  $t$  hitung < statistik  $t$  tabel maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak dan begitu sebaliknya. Statistik  $t$  hitung berdasarkan tabel 4.15 untuk debit 4.965, diameter media 19.890 dan ketinggian media 7.520 sedangkan  $t$  tabel dengan signifikan 5 % yaitu 2.365 karena statistik  $t$  hitung > statistik  $t$  tabel maka  $H_1$  diterima dan  $H_0$  ditolak atau koefisien regresi adalah signifikan.

➤ Berdasarkan probabilitas

Jika probabilitas > 0.05 maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak begitu pula sebaliknya.

Keputusan :

Terlihat bahwa kolom signifikan adalah 0.000, probabilitasnya lebih kecil dari 0.05 sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima jadi debit, diameter media dan ketinggian media benar-benar berpengaruh secara signifikan terhadap penurunan konsentrasi krom (Yarnest, 2004).

## **4.2 Pembahasan**

### **4.2.1. Penurunan Warna**

Dari hasil penelitian yang sudah diperoleh, kolom adsorpsi alir kontinyu yang diisi dengan media serbuk gergaji kayu jati yang sudah diaktivasi dengan HCl 0,4 N terbukti dapat menurunkan warna yang ada dalam sampel air limbah industri penyamakan kulit. Alat tersebut mampu menurunkan konsentrasi warna hingga kisaran 33 – 47 % dari kandungan warna yang terdapat dalam sampel air limbah. Penambahan HCl pada serbuk gergaji kayu bertujuan untuk mengikat lignin yang terdapat pada pori-pori serbuk gergaji sehingga pori-pori akan terbuka dan memiliki kemampuan menyerap kontaminan lebih tinggi (*Rini Suharti, 2000*).

Pada gambar 4.1 menunjukkan bahwa pada seluruh perlakuan debit dengan variasi diameter media serbuk gergaji kayu jati (30 dan 60 mesh) dan ketinggian media 60 dan 70 cm terjadi penurunan konsentrasi warna tertinggi terjadi pada variasi diameter media serbuk gergaji kayu jati terkecil. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran diameter suatu media yang berfungsi sebagai adsorben maka luas permukaan dari media tersebut semakin luas sehingga memiliki daya serap yang semakin tinggi pula (*Prayitno, 2001*).

Variasi debit yang digunakan juga berpengaruh terhadap prosentase penurunan warna yaitu semakin besar debit yang digunakan maka semakin kecil penurunan yang terjadi, hal ini disebabkan karena kemampuan media untuk menyerap konsentrasi warna lebih kecil jika dibanding dengan

kemampuan media dalam menyerap warna pada jumlah debit yang lebih kecil. Variasi ketinggian juga berpengaruh terhadap prosentase penurunan warna yaitu semakin tinggi media yang digunakan maka semakin besar penurunan yang terjadi, hal ini disebabkan karena perbedaan tinggi media berpengaruh terhadap jumlah (berat) media yang terdapat dalam kolom pipa (Yuni, 2004).

Penurunan konsentrasi warna pada sampel air limbah yang paling rendah pada perlakuan debit 60 ml/mnt dengan variasi ketinggian media 60 cm dan diameter media 16 mesh yaitu sebesar 5,34 Pt-Co atau sekitar 33,62 %, sedangkan penurunan konsentrasi warna yang paling tinggi pada perlakuan debit 60 ml/mnt dengan variasi ketinggian media 70 cm dan diameter 30 mesh yaitu sebesar 7,59 Pt-Co atau sekitar 47,77 %.

Pada gambar 4.2 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi warna pada sampel air limbah paling rendah terjadi pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan variasi ketinggian media 60 cm dan diameter 16 mesh ketinggian media 60 cm yaitu sebesar 5.30 Pt-Co atau sekitar 33.37 %, sedangkan penurunan konsentrasi warna yang paling tinggi terjadi pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan variasi ketinggian media 70 cm dan diameter media 30 mesh yaitu sebesar 7,53 Pt-Co atau sekitar 47,41 %, akan tetapi secara fisik kepekatan warna yang ada pada sampel air masih terlihat sangat nyata (jelas) yaitu berwarna coklat kehitaman meskipun telah mengalami perlakuan percobaan sesuai dengan prosedur penelitian. Hal ini disebabkan karena jenis zat warna yang digunakan dalam proses pewarnaan pada kulit berasal



dari ekstrak kulit pohon akasia yang bersifat nabati dimana jenis zat warna nabati ini memang sulit untuk diturunkan (*Minar, 2003*).

#### **4.2.2. Penurunan Krom**

Kolom adsorpsi alir kontinyu dengan menggunakan media serbuk gergaji kayu jati terbukti mampu menurunkan konsentrasi krom yang terdapat dalam sampel air limbah industri penyamakan kulit hingga kisaran 35 – 46 % dari kandungan krom yang terdapat pada sampel air. Penambahan HCl pada serbuk gergaji bertujuan untuk mengikat lignin yang terperangkap pada pori-pori serbuk gergaji sehingga pori-pori akan terbuka dan memiliki kemampuan menyerap kontaminan lebih tinggi (*Rini suharti, 2000*).

Berdasarkan tabel 4.11 diketahui terdapat perbedaan prosentase penurunan konsentrasi krom antara ketinggian 60 cm dan 70 cm sebesar 75 %, selain itu juga terdapat persamaan prosentase penurunan yaitu sekitar 25 % yaitu pada variasi debit 70 ml/mnt dengan diameter 30 mesh dan ketinggian 60 cm serta pada debit 60 ml/mnt dengan diameter 30 mesh dan ketinggian 60 cm. Hal ini disebabkan karena kurangnya ketelitian pada saat penelitian.

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi krom pada sampel air limbah paling rendah terjadi pada perlakuan debit 60 ml/mnt dengan ketinggian media 60 cm dan diameter 16 mesh yaitu sebesar 1.49 atau sekitar 37.47 %, sedangkan penurunan konsentrasi krom yang paling tinggi terjadi pada perlakuan debit 60 ml/mnt dengan ketinggian media 70

... ..  
... ..

... ..

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

cm dan diameter media 30 mesh yaitu sebesar 1.85 ppm atau sekitar 46,60 %.

Pada gambar 4.3 menunjukkan bahwa pada seluruh perlakuan diameter media serbuk gergaji kayu jati (30 dan 60 mesh) dengan variasi ketinggian media 60 dan 70 cm terjadi penurunan konsentrasi krom tertinggi terjadi pada perlakuan diameter media serbuk gergaji kayu jati terkecil. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran diameter suatu media yang berfungsi sebagai adsorben maka luas permukaan dari media tersebut semakin luas sehingga memiliki daya serap yang semakin tinggi pula (*Prayitno, 2001*).

Variasi debit yang digunakan juga berpengaruh terhadap prosentase penurunan krom yaitu semakin besar debit yang digunakan maka semakin kecil penurunan yang terjadi, hal ini disebabkan karena kemampuan media untuk menyerap konsentrasi krom lebih kecil jika dibanding dengan kemampuan media dalam menyerap krom pada jumlah debit yang lebih kecil. Variasi ketinggian juga berpengaruh terhadap prosentase penurunan krom yaitu semakin tinggi media yang digunakan maka semakin besar penurunan yang terjadi, hal ini disebabkan karena perbedaan tinggi media berpengaruh terhadap jumlah (berat) media yang terdapat dalam kolom pipa (*Yuni, 2004*).

Pada gambar 4.4 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi krom pada sampel air limbah paling rendah terjadi pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan ketinggian media 60 cm dan diameter 16 mesh yaitu sebesar 1.41



ppm atau sekitar 35.54 %, sedangkan penurunan konsentrasi krom yang paling tinggi terjadi pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan ketinggian media 70 cm dan diameter media 30 mesh yaitu sebesar 1.85 ppm atau sekitar 46.60 %. Berdasarkan keputusan Gubernur Jawa Timur nomor 45 tahun 2002 konsentrasi krom maksimal yang diperbolehkan sebesar 0.5 ppm. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi krom setelah proses adsorpsi masih berada di atas standart baku mutu yang ditetapkan.

#### 4.2.3 Kriteria Kinerja Alat

Dari hasil analisa data prosentase penurunan konsentrasi warna dan krom pada masing-masing perlakuan debit dengan variasi ketinggian media dan diameter media diketahui prosentase penurunan tertinggi terjadi pada penurunan warna yaitu sebesar 47.77 % yang terjadi pada perlakuan debit 60 ml/mnt dengan variasi ketinggian media 70 cm dan diameter 30 mesh, sedangkan penurunan krom tertinggi masih dibawah prosentase penurunan warna yaitu sebesar 46.60 %. Dari hasil tersebut dapat dirumuskan kriteria kinerja alat (kolom adsorpsi alir kontinyu) seperti berikut ini.

Diketahui :

- ❖ Debit (Q) = 60 ml/mnt
- ❖ ketinggian (h) = 70 cm
- ❖ Diameter (D) = 30 mesh
- ❖ Diameter reaktor = 6 cm

...the ... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

... ..

... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

... ..

- ... ..
- ... ..
- ... ..
- ... ..

Maka kriteria kinerja alat sebagai berikut:

❖ Volume reaktor aktif

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{4}\pi D^2 \times h \\ &= \frac{1}{4} \times 3.14 \times (6 \text{ cm})^2 \times 70 \text{ cm} \\ &= 1978.2 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

❖ Waktu detensi (Td)

$$\begin{aligned} &= \frac{1978.2 \text{ cm}^3}{60 \text{ cm}^3 / \text{mnt}} \\ &= 32.97 \text{ menit} \end{aligned}$$

❖  $Q = 60 \text{ cm}^3 / \text{menit}$

$$A = \frac{1}{4} \times 3.14 \times (6 \text{ cm})^2 = 28.26 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan aliran} &= 60 \text{ cm}^3 / \text{menit} : 28.26 \text{ cm}^2 \\ &= 2.1 \text{ cm} / \text{menit} \end{aligned}$$

Dari tabel 4.11 dapat diketahui penurunan konsentrasi krom pada berbagai variasi variabel, dimana konsentrasi akhir krom masih sebesar 2.13 ppm. konsentrasi akhir sebesar 2.13 ppm tersebut diperoleh dengan memperlakukan sampel sesuai dengan prosedur percobaan dengan menggunakan satu kolom adsorpsi alir kontinyu, sedangkan jika dibandingkan dengan keputusan gubernur tahun 2002 dimana nilai minimum konsentrasi krom yang diperbolehkan dibuang ke badan air sebesar 0.5 ppm, sehingga untuk memperoleh nilai tersebut harus dilakukan penambahan beberapa buah kolom adsorpsi alir kontinyu lagi. Adapun banyaknya penambahan tersebut diperoleh dari perhitungan pada tabel berikut ini.



**Tabel 4.17**  
**Banyaknya Kolom Yang Ditambahkan**

Prosentase penurunan %	Konsentrasi Akhir krom (ppm)	Banyaknya kolom
46.60	2.13	I
46.60	0.99	II
46.60	0.46	III

Dengan memiliki kemampuan prosentase penurunan yang sama diketahui pada kolom ke-3 konsentrasi akhir krom yang tersisa sebesar 0.46 dimana nilai tersebut sudah dibawah baku mutu yang dikeluarkan oleh gubernur jawa timur, jadi banyaknya kolom yang perlu ditambahkan sebanyak 2 buah lagi. Dengan adanya penambahan kolom sehingga menjadi 3 buah kolom berarti menambah banyaknya serbuk gergaji kayu yang tidak terpakai lagi, dimana sisa-sisa serbuk gergaji tersebut dapat mengganggu lingkungan karena krom yang terserap pada serbuk jika dibiarkan dapat menjadi limbah B3, sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan pembuatan paving dengan cara mencampurkan sisa-sisa serbuk dengan pasir dan semen sehingga serbuk gergaji yang sudah tidak terpakai lagi dapat menjadi barang yang memiliki nilai ekonomi.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penurunan warna dan krom pada sampel air limbah penyamakan kulit dapat dilakukan dengan menggunakan media serbuk gergaji kayu jati yang telah diaktivasi dengan HCl dalam kolom adsorpsi alir kontinyu.
2. Serbuk gergaji kayu jati lebih efektif digunakan sebagai adsorben dalam penurunan warna daripada penurunan krom.
3. Penurunan konsentrasi warna dan krom tertinggi terjadi pada perlakuan debit 60 ml/mnt dengan variasi ketinggian media 70 cm dan diameter 30 mesh yaitu sekitar 47.77 % untuk warna dan sekitar 46.60 % untuk krom.
4. Penurunan konsentrasi warna dan krom terendah terjadi pada perlakuan debit 70 ml/mnt dengan variasi ketinggian media 60 cm dan diameter 16 mesh yaitu sekitar 33.62 % untuk warna dan sekitar 35.54 % untuk krom.

## **5.2. Saran**

Untuk lebih menyempurnakan penelitian ini, masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai :

1. Menguji parameter lain dengan menggunakan media serbuk gergaji kayu jati sehingga dapat menambah informasi tentang parameter-parameter lain yang dapat diturunkan dengan media tersebut.
2. Menggunakan zat pengaktif lain seperti asam sulfat untuk mengaktifkan serbuk gergaji kayu jati.
3. Memperkecil diameter media serbuk gergaji dan menambah volume zat pengaktif yang digunakan.
4. Untuk pemanfaatan alat dapat ditentukan kriteria kinerja yaitu waktu detensi ( $T_d$ ) 32.97 menit dengan kecepatan aliran sebesar 2.1 cm /mnt
5. Untuk mendapatkan konsentrasi krom sesuai dengan standard baku mutu dapat ditambahkan 2 buah kolom lagi.
6. Sisa-sisa serbuk gergaji kayu yang sudah tidak terpakai lagi dapat dibuat paving sehingga memiliki nilai ekonomi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Artiyanti, Yuni, 2004, "**Uji Efektifitas Filter Batu Cadas – Batu Kapur Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Kesadahan Air Tanah**", Skripsi Teknik Lingkungan ITN Malang.
- Dietrich, Fengel, and Wegener, 1979, "**Kayu ( Kimia, Ultrastruktur, reaksi-reaksi)**", terjemahan Hardjono Sastrohamidjoyo. 1995, Yogyakarta, Gajahmada UI Press.
- Dumanauw, J.F, 1982, "**Mengenal Kayu**", Penerbit PT. Gramedia Jakarta.
- Ginting, 1995, "**Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri**", Penerbit, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Lestari, Minar, 2003, "**Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit PT. Kasin**".
- Masduqi, Ali, 2000, "**Satuan Proses**", Modul Ajar ITS Surabaya.
- Metcalf and Eddy, 1978, "**Waste Water Engineering Treatment Disposal**", New Delhi. Tata Mc Graw – Hill Publishing Company LTD.
- Noviandhika, 2003, "**Studi Kemampuan Mikroalga Chlorella Sp Dalam Mengadsorpsi Logam Berat Timbal (Pb)**", Skripsi Teknik Lingkungan ITN Malang.
- Prayitno, 2001, "**Analisis Pola Adsorpsi Zat Warna Limbah Cair Tekstil Dalam Kolom Alir Kontinyu**", Jurnal Bisnis dan Teknologi vol 9. no. 3
- Santika, Sri Simestri, and Alaerts, 1987, "**Metode Penelitian Air**", Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Setiawan, 1990, "**Ensiklopedia Nasional Indonesia**", Penerbit, Cipta Adi Pustaka, Jakarta.
- Sjostrom, Eero, 1995, "**Kimia Kayu Dan Dasar-Dasar Penggunaan**", Edisi 2, gajah Mada University Press.
- Sugiharto, 1987. "**Dasar – dasar Pengelolaan Air Limbah**", UIP, Jakarta.
- Suharti, Rini, 2000, "**Kinetika Adsorpsi Penurunan Zat Warna Limbah Tekstil Dalam Fixed Bed Reaktor**", Skripsi Teknik Lingkungan UPN Surabaya.

Sumarna, Yana, 2001, **“Budi Daya Jati”**, Edisi 3, Penebar Swadaya.

Suriawira, Unus, 1977, **“Mikrobiologi Lingkungan Terapan”**, Penerbit, Teknik Penychatan ITB, Bandung.

Vogel, 1979, **“Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro”**, Penerbit, Kalman Media Pusaka, Jakarta.

Yarnest, 2004. **“Panduan Aplikasi Statistik”**, Penerbit, Dioma Malang.

LAMPIRAN

## Penentuan Warna

### Cara Kerja

1. Hidupkan alat spektrometri 20 dengan memutar tombol sebelah kiri arah kanan dan biarkan alat hidup selama 15 menit.
2. Atur alat dengan tombol sebelah kiri pada 0 % atau 2 abs.
3. Masukkan blanko (aquades) dan masukkan dalam alat, putar tombol sebelah kanan dan atur pada 100 % T atau 0 abs kemudian blanko dikeluarkan dan alat menunjukkan 0 % T.
4. Ambil kuvet lain, masukkan contoh kemudian dimasukkan ke alat (atau dibacakan) kemudian dicatat absorbansinya tanpa memutar tombol sebelah kiri dan kanan.

### **Standar Warna**

2500 Pt-Co	—————>	0.11 A
5000 Pt-Co	—————>	0.21 A
7500 Pt-Co	—————>	0.31 A
10000 Pt-Co	—————>	0.42 A
15000 Pt-Co	—————>	0.65 A

$$\text{Slop (A)} = 0.000042666$$

## Perhitungan Data

### ❖ Mencari nilai penurunan

$$\text{Penurunan} = \text{Konsentrasi awal} - \text{akhir}$$

Contoh perhitungan penurunan warna :

$$\text{Konsentrasi awal rata-rata} = 15.89 \text{ Pt-co}$$

$$\text{Konsentrasi akhir rata-rata} = 9.39 \text{ Pt-Co}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai penurunan warna} &= 15.89 \text{ Pt-Co} - 9.39 \text{ Pt-co} \\ &= 6.49 \text{ Pt-Co} \end{aligned}$$

### ❖ Mencari prosentase nilai penurunan

$$\text{Prosentase penurunan} = \frac{\text{konsentrasiawal} - \text{konsentrasiakhir}}{\text{konsentrasiawal}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan prosentase penurunan:

$$\text{Konsentrasi awal rata-rata} = 15.89 \text{ Pt-co}$$

$$\text{Konsentrasi akhir rata-rata} = 9.39 \text{ Pt-Co}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka prosentase penurunan warna} &= \frac{15.89 - 9.39}{15.89} \times 100\% \\ &= 40.86\% \end{aligned}$$

### ❖ Pengenceran HCl

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$V_1$  = Volume HCl

$V_2$  = Volume aquades

$M_1$  = konsentrasi HCl

$M_2$  = konsentrasi aquades

## Penentuan Kadar Krom

### Cara Kerja

1. Timbang contoh  $\pm 2$  gr masukkan ke dalam cawan porselen, abukan dengan tanur pada suhu  $400^{\circ} \text{C} \pm 700$  cc selama 2 jam sampai warna kelihatan putih.
2. Dinginkan + 10 cc  $\text{HNO}_3$  1 : 1 panaskan diatas kompor sampai asat, dinginkan + 10 cc  $\text{HNO}_3$  2.5 N, panaskan perlahan-lahan selama 15 menit lalu dinginkan.
3. Saring dan masukkan ke dalam labu 50 cc + aquades sampai tanda batas, kocok sampai homogen.
4. Ambil 15 cc larutan diatas + 0.85 cc  $\text{H}_2\text{SO}_4$  3 M kocok.
5. Tambahkan 1 cc difenil carbazid kocok dan baca dengan spektronik 20 pada panjang gelombang 540 nm.

### Standar

0.05 ppm	—————→	0.05 A
0.10 ppm	—————→	0.11 A
0.15 ppm	—————→	0.135 A
0.20 ppm	—————→	0.165 A

$$\text{Slop (A)} = 0.8900$$

## Perhitungan Data

### ❖ Mencari nilai penurunan krom

$$\text{Penurunan} = \text{Konsentrasi awal} - \text{akhir}$$

Contoh perhitungan penurunan krom :

$$\text{Konsentrasi awal rata-rata} = 3.98 \text{ Pt-co}$$

$$\text{Konsentrasi akhir rata-rata} = 2.26 \text{ Pt-Co}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai penurunan krom} &= 3.98 \text{ Pt-Co} - 2.26 \text{ Pt-co} \\ &= 1.72 \text{ Pt-Co} \end{aligned}$$

### ❖ Mencari prosentase nilai penurunan krom

$$\text{Prosentase penurunan} = \frac{\text{konsentrasiawal} - \text{konsentrasiakhir}}{\text{konsentrasiawal}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan prosentase penurunan:

$$\text{Konsentrasi awal rata-rata} = 3.98 \text{ Pt-co}$$

$$\text{Konsentrasi akhir rata-rata} = 2.26 \text{ Pt-Co}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka prosentase penurunan krom} &= \frac{3.98 - 2.26}{3.98} \times 100\% \\ &= 43.17\% \end{aligned}$$

### ❖ Pengenceran HCl

$$V_1 M_1 = V_2 M_2$$

$V_1$  = Volume HCl

$V_2$  = Volume aquades

$M_1$  = konsentrasi HCl

$M_2$  = konsentrasi aquades



## LAPORAN HASIL ANALISA

NO : M.022 / RT.5 / T.I / R.0 / TT. 150803 / 2005

Nama : Indah Tri Lestari  
 Nim : 0026029  
 Jurusan : Teknik Lingkungan S-1  
 PTN/PTS : Institut Teknologi Nasional  
 Asal Sampel : Pabrik Penyamakan Kulit  
 Data Hasil Analisa :

Kode sampel	Parameter	Kadar		Metode analisis	
		Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
Awal 1	Warna	15.88	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	3.98	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Awal 2	Warna	15.90	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	4.00	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Awal 3	Warna	15.89	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	3.95	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H1D1	Warna	6.50	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.71	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H1D1	Warna	6.47	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.74	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H1D1	Warna	6.51	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.70	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H1D2	Warna	5.38	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.47	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H1D2	Warna	5.32	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.51	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H1D2	Warna	5.31	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.49	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H2D1	Warna	7.56	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.85	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H2D1	Warna	7.61	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.88	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H2D1	Warna	7.60	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.83	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H2D2	Warna	6.45	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.60	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H2D2	Warna	6.49	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.64	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q1H2D2	Warna	6.49	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.62	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H1D1	Warna	6.45	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.69	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H1D1	Warna	6.49	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.73	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H1D1	Warna	6.47	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.73	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer

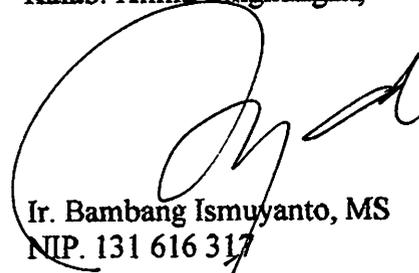


DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG  
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA  
JL. VETERAN TELP. (0341) 575838 MALANG 65145

Kode sampel	Parameter	Kadar		Metode analisis	
		Hasil	Satuan	Pereaksi	Metode
Q2H1D2	Warna	5.28	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.39	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H1D2	Warna	5.32	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.43	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H1D2	Warna	5.31	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.42	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H2D1	Warna	7.52	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.80	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H2D1	Warna	7.55	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.82	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H2D1	Warna	7.53	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.79	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H2D2	Warna	6.34	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.45	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H2D2	Warna	6.38	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.49	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer
Q2H2D2	Warna	6.38	Pt-Co	-	Spektrophotometer
	Krom	1.48	ppm	Dipenilcarbazid	Spektrophotometer

Malang, 20 Januari 2005

Kalab. Kimia Lingkungan,

  
Ir. Bambang Ismuyanto, MS  
NIP. 131 616 317

Mengetahui :  
  
  
Uswatun Hasanah, M.Si  
NIP. 131 616 320

## Univariate Analysis of Variance

### Between-Subjects Factors

		N
sampel	Q1H1D1	3
	Q1H1D2	3
	Q1H2D1	3
	Q1H2D2	3
	Q2H1D1	3
	Q2H1D2	3
	Q2H2D1	3
	Q2H2D2	3

### Levene's Test of Equality of Error Variances <sup>a</sup>

Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

F	df1	df2	Sig.
1.268	7	16	.326

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+SAMPEL

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

sampel	Mean	Std. Deviation	N
Q1H1D1	40.8633	.1514	3
Q1H1D2	33.6200	.2358	3
Q1H2D1	47.7667	.1365	3
Q1H2D2	40.7600	.1217	3
Q2H1D1	40.7200	.1000	3
Q2H1D2	33.3700	.1229	3
Q2H2D1	47.4067	6.658E-02	3
Q2H2D2	40.0633	.1250	3
Total	40.5713	5.0971	24

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	597.228 <sup>a</sup>	7	85.318	343.737	.000
Intercept	39504.632	1	39504.632	2011267	.000
SAMPEL	597.228	7	85.318	343.737	.000
Error	.314	16	1.964E-02		
Total	40102.174	24			
Corrected Total	597.542	23			

a. R Squared = .999 (Adjusted R Squared = .999)

### Homogeneous Subsets

Nilai penurunan warna (Pt-Co)

Duncan<sup>a,b</sup>

sampel	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
Q2H1D2	3	33.3700					
Q1H1D2	3		33.6200				
Q2H2D2	3			40.0633			
Q2H1D1	3				40.7200		
Q1H2D2	3				40.7600		
Q1H1D1	3				40.8633		
Q2H2D1	3					47.4067	
Q1H2D1	3						47.7667
Sig.		1.000	1.000	1.000	.252	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1.964E-02.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

## Regression

### Correlations

		Nilai penurunan warna (Pt-Co)	Debit (ml/mnt)	Diameter (mesh)	Ketinggian media (cm)
Pearson Correlation	Nilai penurunan warna (Pt-Co)	1.000	-.036	.725	.687
	Debit (ml/mnt)	-.036	1.000	.000	.000
	Diameter (mesh)	.725	.000	1.000	.000
	Ketinggian media (cm)	.687	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	Nilai penurunan warna (Pt-Co)	.	.433	.000	.000
	Debit (ml/mnt)	.433	.	.500	.500
	Diameter (mesh)	.000	.500	.	.500
	Ketinggian media (cm)	.000	.500	.500	.
N	Nilai penurunan warna (Pt-Co)	24	24	24	24
	Debit (ml/mnt)	24	24	24	24
	Diameter (mesh)	24	24	24	24
	Ketinggian media (cm)	24	24	24	24

### Variables Entered/Removed<sup>b</sup>

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ketinggian media (cm), Diameter (mesh), Debit (ml/mnt) <sup>a</sup>		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

### Model Summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1.000 <sup>a</sup>	.999	.999	.1725

a. Predictors: (Constant), Ketinggian media (cm), Diameter (mesh), Debit (ml/mnt)

b. Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

### ANOVA<sup>a</sup>

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	596.947	3	198.982	6688.293	.000 <sup>a</sup>
	Residual	.595	20	2.975E-02		
	Total	597.542	23			

a. Predictors: (Constant), Ketinggian media (cm), Diameter (mesh), Debit (ml

b. Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

### Coefficients<sup>a</sup>

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-13.523	.658		-20.536	.000
	Debit (ml/mnt)	3.63E-02	.007	-.036	-5.148	.000
	Diameter (mesh)	.517	.005	.725	102.758	.000
	Ketinggian media (cm)	.686	.007	.687	97.361	.000

a. Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

### Residuals Statistics

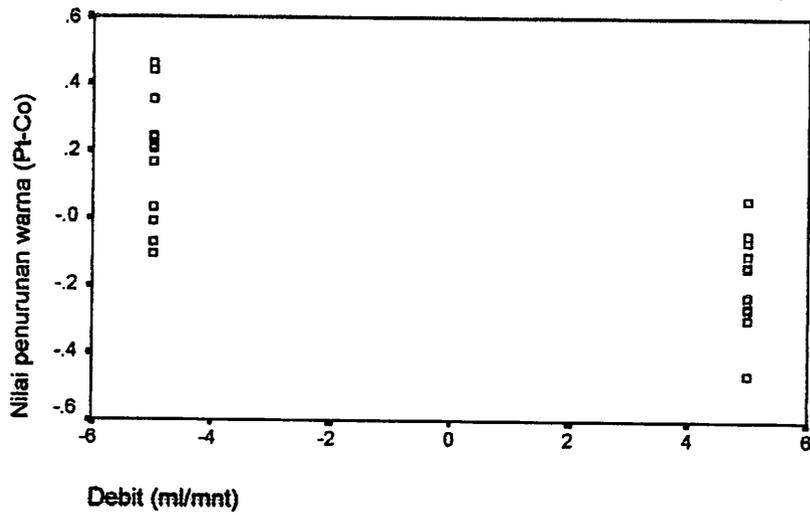
	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	33.3442	47.7983	40.5713	5.0945	24
Residual	-.2867	.2775	.921E-16	.1608	24
Std. Predicted Va	-1.419	1.419	.000	1.000	24
Std. Residual	-1.662	1.609	.000	.933	24

a. Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)

## Charts

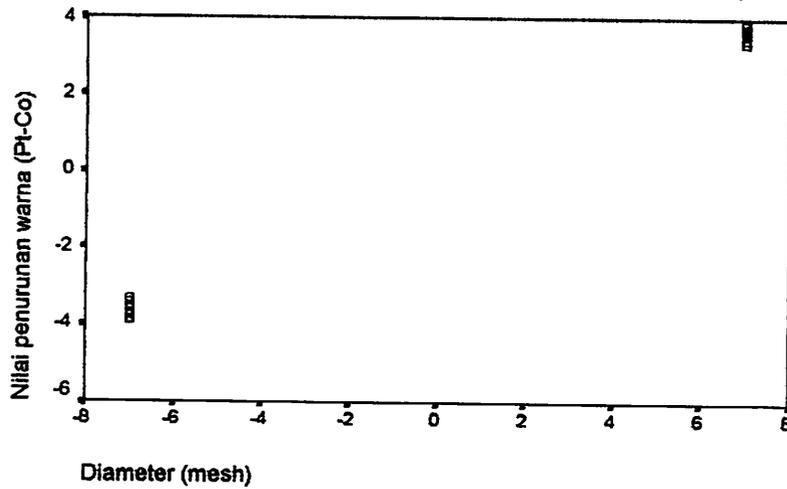
### Partial Regression Plot

Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)



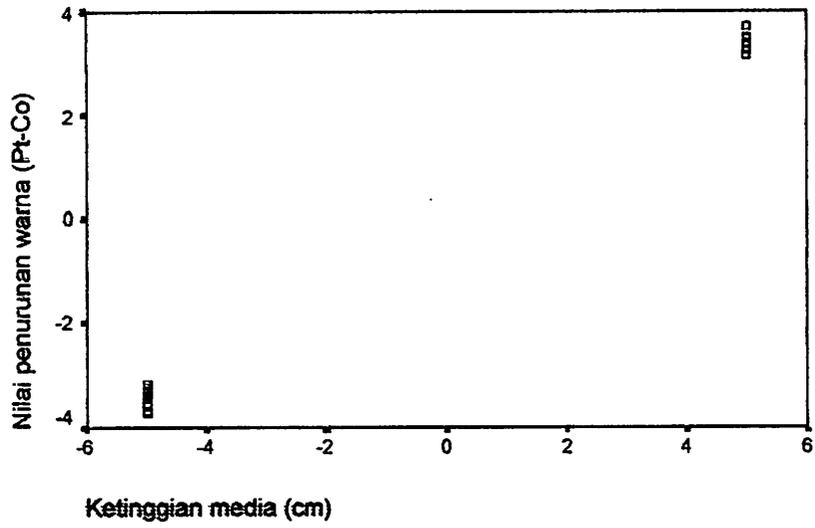
### Partial Regression Plot

Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)



## Partial Regression Plot

Dependent Variable: Nilai penurunan warna (Pt-Co)



## Univariate Analysis of Variance

### Between-Subjects Factors

		N
sampel	Q1H1D1	3
	Q1H1D2	3
	Q1H2D1	3
	Q1H2D2	3
	Q2H1D1	3
	Q2H1D2	3
	Q2H2D1	3
	Q2H2D2	3

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)

sampel	Mean	Std. Deviation	N
Q1H1D1	43.1667	.29143	3
Q1H1D2	37.4667	.46501	3
Q1H2D1	46.6033	.35162	3
Q1H2D2	40.7367	.46479	3
Q2H1D1	43.1700	.67357	3
Q2H1D2	35.5400	.54617	3
Q2H2D1	45.3500	.13748	3
Q2H2D2	37.0500	.54809	3
Total	41.1354	3.93456	24

### Levene's Test of Equality of Error Variances <sup>a</sup>

Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)

F	df1	df2	Sig.
1.256	7	16	.331

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+SAMPEL

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	352.633 <sup>a</sup>	7	50.376	235.384	.000
Intercept	40610.940	1	40610.940	189756.0	.000
SAMPEL	352.633	7	50.376	235.384	.000
Error	3.424	16	.214		
Total	40966.998	24			
Corrected Total	356.057	23			

a. R Squared = .990 (Adjusted R Squared = .986)

### Homogeneous Subsets

Nilai penurunan krom (ppm)

Duncan<sup>a,b</sup>

sampel	N	Subset					
		1	2	3	4	5	6
Q2H1D2	3	35.5400					
Q2H2D2	3		37.0500				
Q1H1D2	3		37.4667				
Q1H2D2	3			40.7367			
Q1H1D1	3				43.1667		
Q2H1D1	3				43.1700		
Q2H2D1	3					45.3500	
Q1H2D1	3						46.6033
Sig.		1.000	.286	1.000	.993	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = .214.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

b. Alpha = .05.

## Regression

### Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
Nilai penurunan krom (ppm)	41.1354	3.9346	24
Debit (ml/mnt)	65.0000	5.1075	24
Diameter (mesh)	23.0000	7.1506	24
Ketinggian media (cm)	65.0000	5.1075	24

### Correlations

		Nilai penurunan krom (ppm)	Debit (ml/mnt)	Diameter (mesh)	Ketinggian media (cm)
Pearson Correlation	Nilai penurunan krom (ppm)	1.000	-.223	.892	.337
	Debit (ml/mnt)	-.223	1.000	.000	.000
	Diameter (mesh)	.892	.000	1.000	.000
	Ketinggian media (cm)	.337	.000	.000	1.000
Sig. (1-tailed)	Nilai penurunan krom (ppm)	.	.148	.000	.053
	Debit (ml/mnt)	.148	.	.500	.500
	Diameter (mesh)	.000	.500	.	.500
	Ketinggian media (cm)	.053	.500	.500	.
N	Nilai penurunan krom (ppm)	24	24	24	24
	Debit (ml/mnt)	24	24	24	24
	Diameter (mesh)	24	24	24	24
	Ketinggian media (cm)	24	24	24	24

**Variables Entered/Removed<sup>b</sup>**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ketinggian media (cm), Diameter (mesh), Debit (ml/mnt) <sup>a</sup>		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)

**Model Summary<sup>b</sup>**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.980 <sup>a</sup>	.960	.954	.8466

a. Predictors: (Constant), Ketinggian media (cm), Diameter (mesh), Debit (ml/mnt)

b. Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)

**ANOVA**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	341.724	3	113.908	158.935	.000 <sup>a</sup>
	Residual	14.334	20	.717		
	Total	356.057	23			

a. Predictors: (Constant), Ketinggian media (cm), Diameter (mesh), Debit (ml/mnt)

b. Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)

**Coefficients**

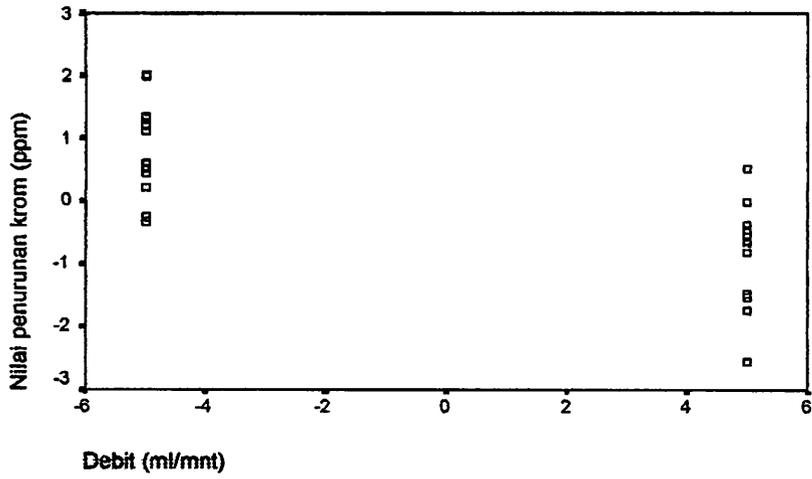
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	24.100	3.232		7.457	.000
	Debit (ml/mnt)	-.172	.035	-.223	-4.965	.000
	Diameter (mesh)	.491	.025	.892	19.890	.000
	Ketinggian media (cm)	.260	.035	.337	7.520	.000

a. Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)

## Charts

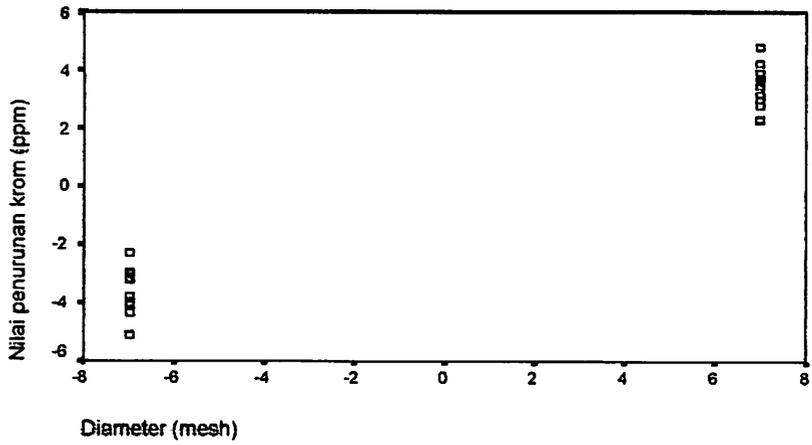
### Partial Regression Plot

Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)



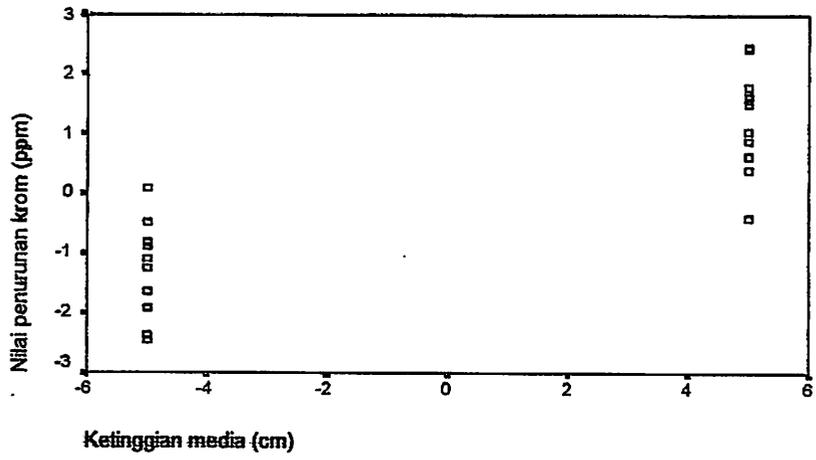
### Partial Regression Plot

Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)



### Partial Regression Plot

Dependent Variable: Nilai penurunan krom (ppm)



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : INDAH TRI LESTARI

TUGAS : TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING : Prof. Ir. WAHYONO HADI M.Sc., Ph.D

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	21/12/04	Uji awal kemamp. sebetul gipji	W. H. Hadi
2.	5/1/05	lanjutkan dg pembuat an peletor dan pene- litannya	W. H. Hadi
3.	1/2/05	Buat kriteria kinerja alat	W. H. Hadi
4.	4/2/05	Pembahasan kalar krom yg di brangke sungai → saran	W. H. Hadi
5.	8/2/05	ACC untuk diseminarkan	W. H. Hadi
6.	8/4/05	ACC yg digital	W. H. Hadi

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : INDAH TRI LESTARI

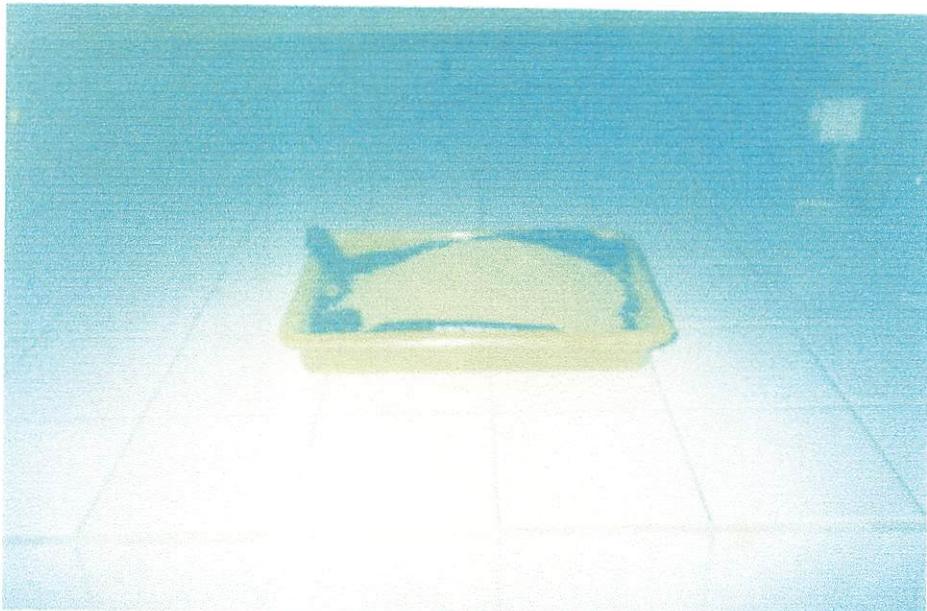
TUGAS : TUGAS AKHIR

DOSEN PEMBIMBING : Ir. INDRAYANTO

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	4 Nop/04.	Istilah pendahuluan Bab II	
2.	10 Des/04.	Bab I, II, III	
3.	7 Feb/05	Bab IV, V	



**Foto. Kolom Adsorpsi Alir Kontinu**



**Foto. Serbuk Gergaji Kayu**



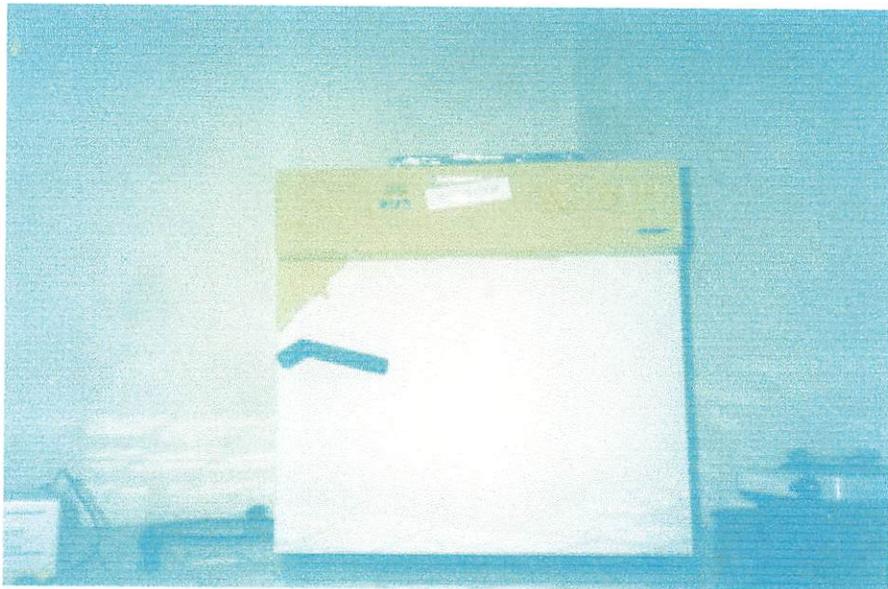
**Foto. Sampel Krom**



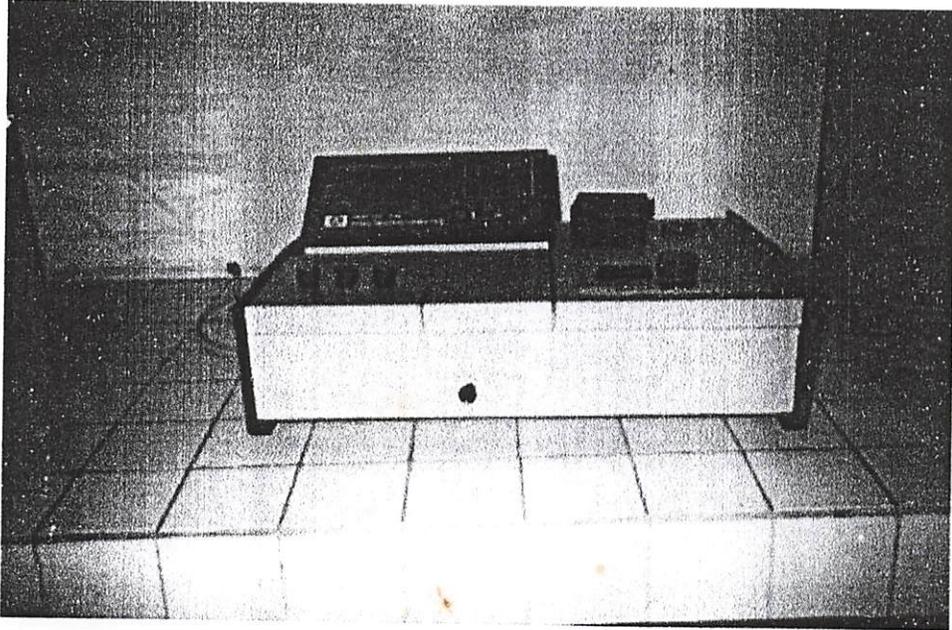
**Foto. Sampel Warna**



**Foto. Oven**



**Foto. Inkubator**



Spektrofotometer