

SKRIPSI

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

**PENURUNAN KEKERUHAN DAN COD PADA LIMBAH CAIR
PENYAMAKAN KULIT DENGAN MENGGUNAKAN KOAGULAN
KHITOSAN**

OLEH :

NENSI YANITA HASTUTI SIGILIPU

01.26.045



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

2007

1974

УПРАВЛЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА
УПРАВЛЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ



УПРАВЛЕНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УПРАВЛЕНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
УПРАВЛЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УПРАВЛЕНИЕ

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENURUNAN KEKERUHAN DAN COD PADA LIMBAH CAIR
PENYAMAKAN KULIT DENGAN MENGGUNAKAN
KOAGULAN KHITOSAN**

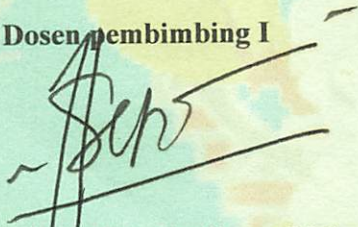
Oleh:

NENSI YANITA HASTUTI SIGILIPU

01.26.045

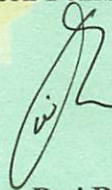
**Menyetujui
Tim Pembimbing**

Dosen pembimbing I



DR. Ir. Herv Setyobudiarso, Msi
NIP. 131965844

Dosen Pembimbing II



Candra Dwi Ratna, ST.MT
NIP. Y. 1030000349

Mengetahui

Ketua Jurusan/Prodi Teknik Lingkungan



Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

PENURUNAN KEKERUHAN DAN COD PADA LIMBAH CAIR
PENYAMAKAN KULIT DENGAN MENGGUNAKAN
KOAGULAN KHITOSAN

Oleh:

NENSI YANITA HASTUTI SIGILIPU

01.26.045

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi Jurusan/Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata satu (S-1), dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal 22 Maret 2007.

Mengetahui
Panitia Ujian Komprehensif Skripsi



Ketua

I. Agustina Nurul H., MTP
NIP. Y. 103900214

Sekretaris

Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Dewan Penguji

Dosen Penguji I

Sudiro, ST. MT
NIP. Y. 1039900327

Dosen Penguji II

Evy Hendriaranti, ST.MMT
NIP.P. 1030300382

KATA PENGANTAR

JESUSku yang Luar Biasa telah memberikan Berkat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “ Penurunan Keketukan Dan COD Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Dengan Menggunakan Khitosan Sebagai Koagulan “ ini tepat pada waktunya. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata Satu (S1) di Institut Teknologi Nasional Malang Jurusan Teknik Lingkungan.

Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak DR.Ir. Hery Setyobudiarso, Msi selaku dosen pembimbing I.
2. Ibu Candra Dwi Ratna, ST. MT., selaku dosen pembimbing II, sekaligus Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
3. Bapak Sudiro, ST. MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
4. Ibu Anis Artiyani, ST., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
5. Dosen-dosen pengajar dan staf Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2001 dan semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan laporan skripsi ini.

Kesadaran akan masih banyaknya kekurangan yang ada pada laporan skripsi ini, membuat penyusun berharap akan adanya masukan dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi yang kami susun.

Akhirnya penyusun berharap Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkungan ITN Malang khususnya dan masyarakat luas pada umumnya.

Malang, Maret 2007

Penyusun

ABSTRAKSI

Sigilipu, Nensi. Setyobudiarso H. Dwiratna,C. , 2007. *Penurunan Kekeruhan Dan COD Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Dengan Menggunakan Khitosan Sebagai Koagulan*. Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Malang.

Salah satu permasalahan yang harus diperhatikan dalam industri pengolahan udang adalah limbah berupa kepala, kulit dan ekor yang dalam jumlah besar dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Saat ini pengolahan limbah udang hanya terbatas pada pemanfaatan kepala, kulit dan ekor sebagai bahan pembuatan terasi dan sumber protein pada pakan ternak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah udang menjadi khitosan yang digunakan dalam bentuk koagulan untuk menurunkan kandungan COD dan kekeruhan dalam limbah cair industri penyamakan kulit. Khitosan memiliki sifat polielektrolit kationik sehingga sangat baik digunakan untuk koagulan.

Penelitian ini dilakukan secara *batch* untuk menentukan pH dan dosis optimum koagulan khitosan serta membandingkannya dengan koagulan tawas melalui proses koagulasi flokulasi dengan alat jar test. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah pada pH (3,4,5, 6) ; dosis (2,3,4,5) mg/l serta kecepatan pengadukan (85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm (pengadukan lambat) ; 100 rpm (pengadukan cepat) dan 60 rpm (pengadukan lambat)). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa koagulan khitosan lebih baik dalam menurunkan kekeruhan dan kandungan COD dibandingkan dengan koagulan tawas, dosis optimum untuk koagulan khitosan adalah 4 mg/l, pH optimum 3 dengan variasi putaran pengadukan (85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm (pengadukan lambat) menghasilkan konsentrasi akhir COD 1163 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 78.95 % dan kekeruhan 34.73 NTU dengan persentase penurunan 97.55 %. Sedangkan untuk koagulan tawas, dosis optimum adalah 3 mg/l dan pH optimum 3 dengan variasi putaran pengadukan (85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm (pengadukan lambat) menghasilkan konsentrasi akhir COD 2618.18 mg/l dengan persentase penurunan sebesar 53.85 % dan kekeruhan 50.87 NTU dengan persentase penurunan sebesar 96.41 %.

Kata Kunci : Koagulan Khitosan, Polielektrolit Kationik, Koagulan Tawas, Penurunan COD, Penurunan Kekeruhan, Limbah Cair Penyamakan Kulit.

ABSTRACT

Sigilipu, Nensi. Setyobudiarso H. Dwiratna, C. 2007. *Turbidity and COD Reduction in Leather Tanning Liquid Waste Using Chitosan Coagulant*. Thesis, Environment Engineering Specialty. Malang National Technology Institute.

One problem concerned in shrimp processing is waste of shrimp's head, skin and tail, where in large number remained enough pollute the environment. Further now, treatment of shrimp processing just to reuse shrimp's head, skin and tail into condiment and protein source in farm feed.

The objective of this research was to change the shrimp waste into chitosan that would be reused as coagulant to reduce turbidity and COD content within liquid waste from leather tanning industry. Chitosan has a characteristic polyelectrolyte cationic, so can be recommended as a good coagulant.

Batch system comes into consideration to determine pH rate and optimum dose of chitosan coagulant before compares the dose with alum coagulant through flocculation coagulation using test jar tool. Variance of research includes pH (3, 4, 5, 6), dose (2, 3, 4, 5) mg/lit and stirring speed (85 rpm for fast stirring and 40 rpm for slow stirring; 100 rpm for fast stirring and 60 rpm for slow stirring). Results of research indicate that chitosan coagulant seems better in reducing turbidity and COD content rather than alum coagulant. Optimum dose of chitosan coagulant reaches about 4 mg/lit with optimum pH of 3 and stirring circle variation for 85 rpm (fast stirring) and 40 rpm (slow stirring). The variation of stirring produces 1163 mg/lit for COD final concentration by 78.95 % reduction and 34.73 NTU for turbidity by 97.55 % reduction. To alum coagulant, the optimum dose counts for 3 mg/lit with optimum pH of 3 and variation of stirring for 85 rpm (fast stirring) and 40 rpm (slow stirring). The variation of stirring delivers 2618.18 mg/lit for COD final concentration by 53.85 % reduction and 50.87 NTU for turbidity by 96.41 % reduction.

Keywords : Chitosan Coagulant, Alum Coagulant, COD Reduction, Turbidity Reduction, Leather Tanning Liquid Waste

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAKSI	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Kekeruhan	4
2.2 COD (Chemical Oxygen Demand)	5
2.3 Koagulasi Flokulasi Sedimentasi	6
2.3.1 Pengertian Koagulasi, Flokulasi dan Sedimentasi	6
2.3.2 Faktor – faktor yang mempengaruhi Proes Koagulasi dan Flokulasi	8
2.4 Khitosan	11
2.4.1 Sejarah Khitosan	12
2.4.2 Proses Pembuatan Khitosan	13
2.4.3. Sifat dan Kegunaan Khitosan	13
2.5 Jar Test	14
2.6 Industri Penyamakan Kulit	15
2.7 Metode Pengolahan Data	18
2.7.1 Statistik Deskriptif	18
2.7.2 Statistik Inferensi	21
2.7.3 Generalisasi Dan Kesimpulan Analisa Data	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Variabel Penelitian	25
3.2 Alat Dan Bahan Yang Digunakan	25
3.2.1 Alat	25

3.2.2 Bahan	25
3.3 Prosedur Penelitian	26
3.3.1 Tahap Persiapan	26
3.3.2 Tahap Penelitian	27
3.4 Analisa Hasil Percobaan	27
3.5 Analisa Data	28
3.6 Kerangka Penelitian	29
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit	30
4.2. Analisa Konsentrasi Akhir COD Dengan Koagulan Khitosan	30
4.2.1 Analisa Deskriptif	31
4.2.2 Analisa ANOVA	34
4.2.3 Analisa Korelasi	35
4.2.4 Analisa Regresi	36
4.3 Analisa Konsentrasi Akhir COD Dengan Koagulan Tawas	38
4.3.1 Analisa Deskriptif	38
4.3.2 Analisa ANOVA	41
4.3.3 Analisa Korelasi	42
4.3.4 Analisa Regresi	43
4.4 Analisa Konsentrasi Akhir Kekeruhan Dengan Koagulan Khitosan	45
4.4.1 Analisa Deskriptif	45
4.4.2 Analisa ANOVA	49
4.4.3 Analisa Korelasi	50
4.4.4 Analisis Regresi	51
4.5 Analisa Konsentrasi Akhir Kekeruhan Dengan Koagulan Tawas	53
4.5.1 Analisa Deskriptif	53
4.5.2 Analisa ANOVA	56
4.5.3 Analisa Korelasi	57
4.5.4 Analisa Regresi	59

4.6 Pembahasan	61
4.6.1 Khitosan Sebagai Koagulan Dan Flokulan Pada Limbah Cair	62
4.6.2 Optimalisasi Perlakuan Proses Koagulasi Flokulasi Terhadap Penurunan COD dan Kekeruhan Menggunakan Kogulan Khitosan dan Tawas	63
4.6.3. Perbandingan Penurunan COD Dengan Menggunakan Koagulan Khitosan Dan Tawas	64
4.6.4 Perbandingan Penurunan Kekeruhan Dengan Menggunakan Koagulan Khitosan Dan Tawas	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 pH Optimum Koagulasi Flokulasi Kation Trivalent	8
Tabel 2.2 Jenis Koagulan	10
Tabel 2.3 Karakteristik Limbah Pada Industri Penyamakan Kulit	17
Tabel 2.4 Koefisien Korelasi Guiford	22
Tabel 4.1 Hasil Analisa Awal Limbah Cair Penyamakan Kulit	30
Tabel 4.2 Konsentrasi Akhir COD Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)	31
Tabel 4.3 Konsentrasi Akhir COD Pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)	32
Tabel 4.4 Hasil uji ANOVA Persentase Penurunan COD Dengan Koagulan Khitosan	34
Tabel 4.5 Analisa Korelasi antara Persentase Penurunan COD dengan Dosis Koagulan Khitosan	35
Tabel 4.6 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan COD	36
Tabel 4.7 Hasil Uji Kelinieran Persentase Penurunan COD	36
Tabel 4.8 Konsentrasi Akhir COD Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)	38
Tabel 4.9 Konsentrasi Akhir COD Pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)	40
Tabel 4.10 Hasil uji ANOVA Persentase Penurunan COD Dengan Koagulan Tawas	41
Tabel 4.11 Analisa Korelasi antara Persentase Penurunan COD dengan Dosis Koagulan Tawas	42
Tabel 4.12 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan COD	43
Tabel 4.13 Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan COD	44
Tabel 4.14 Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)	45
Tabel 4.15 Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)	47
Tabel 4.16 Hasil uji ANOVA Persentase Penurunan Kekeruhan Dengan Koagulan Tawas	49

Tabel 4.17 Analisa Korelasi antara Persentase Penurunan Kekeruhan dengan Dosis Koagulan Tawas	50
Tabel 4.18 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan	51
Tabel 4.19 Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan	51
Tabel 4.20 Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)	53
Tabel 4.21 Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)	55
Tabel 4.22 Hasil uji ANOVA Persentase Penurunan Kekeruhan Dengan Koagulan Tawas	56
Tabel 4.23 Analisa Korelasi antara Persentase Penurunan Kekeruhan dengan Dosis Koagulan Tawas	57
Tabel 4.24 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan	59
Tabel 4.25 Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Kontrol Shewhart	20
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	29
Gambar 4.1 Konsentrasi akhir COD dengan koagulan Khitosan pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)	32
Gambar 4.2 Konsentrasi akhir COD dengan koagulan Khitosan pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)	33
Gambar 4.3 Konsentrasi akhir COD dengan koagulan Tawas pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)	39
Gambar 4.4 Konsentrasi akhir COD dengan koagulan Tawas pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)	41
Gambar 4.5 Konsentrasi akhir Kekeruhan dengan koagulan Khitosan pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)	47
Gambar 4.6 Konsentrasi akhir Kekeruhan dengan koagulan Khitosan pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)	48
Gambar 4.7 Konsentrasi akhir Kekeruhan dengan koagulan Tawas pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)	54
Gambar 4.8 Konsentrasi akhir Kekeruhan dengan koagulan Khitosan pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)	56

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi sumber daya perairan yang cukup besar. Di dalam perairan Indonesia banyak sekali terdapat jenis invertebrata, akan tetapi hanya sebagian yang sudah dimanfaatkan secara baik oleh industri – industri di Indonesia. Salah satu hasil perikanan dari jenis invertebrata yang sudah diolah secara modern dan merupakan komoditi ekspor adalah udang.

Di negara Indonesia udang diekspor dalam bentuk udang beku melalui pembuangan bagian kepala, kulit, dan ekor. Hasil dari sisa pembuangan tersebut dianggap sebagai limbah. Pengolahan limbah udang yang dilakukan selama ini oleh industri – industri tersebut belum optimal. Pada umumnya pemanfaatan limbah udang hanya sebatas untuk bahan baku pembuatan terasi, krupuk udang, atau dikeringkan sebagai sumber protein tambahan bagi bahan makanan ternak, khususnya unggas.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pada limbah udang terkandung senyawa khitin yang sangat bermanfaat bagi manusia, terutama dalam bidang industri biokimia, farmasi, bioteknologi, kosmetika, biomedika, industri kertas, industri tekstil, dan lain – lain. Hasil penelitian terakhir limbah udang tersebut dapat dibuat sebagai khitosan yang mempunyai kemampuan sebagai bahan pengemulsi, koagulan, penggumpal dan penebal emulsi. Khitosan adalah turunan dari khitin yang berasal dari bagian kepala, kulit dan ekor udang. Pemanfaatan khitin dan khitosan juga dapat mengurangi pencemaran yang terjadi pada tempat pembuangan limbah udang.

Dari beberapa penelitian terdahulu tentang khitosan, membuktikan bahwa khitosan mempunyai kemampuan sebagai pengikat ion – ion penyebab kekeruhan dalam air baku air minum (Waluyo, 2000) serta sebagai koagulan untuk menurunkan kadar organik dan warna dalam limbah tekstil (Puspasari, 2005). Dengan melihat masih ada kemungkinan alternatif pemanfaatan khitosan sebagai koagulan limbah cair, maka akan dilakukan penelitian untuk mengetahui

kemampuan koagulan khitosan dalam menurunkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan kekeruhan yang terdapat dalam limbah cair penyamakan kulit.

Industri penyamakan kulit adalah industri yang mengolah kulit mentah menjadi bahan baku yang nantinya dapat digunakan untuk pembuatan sepatu, tas, jaket, dan lain - lain. Dalam proses produksinya, industri penyamakan kulit menghasilkan limbah cair yang mengandung protein, lemak, karbohidrat dan material organik terlarut serta tingkat kekeruhan yang cukup tinggi. Karena itu pada penelitian kali ini khitosan digunakan sebagai koagulan untuk mengolah limbah cair industri penyamakan kulit.

I.2. Permasalahan

Salah satu cara untuk mengolah limbah cair adalah dengan menggabungkan zat – zat yang terkandung didalamnya menjadi suatu agregat yang lebih besar untuk kemudian dapat diendapkan. Khitosan adalah salah satu koagulan yang baik karena didalamnya terdapat gugus amino dan hidroksil yang terikat. Adanya gugus – gugus tersebut menyebabkan reaktifitasnya tinggi dan penyumbang sifat polielektrolit kationik sehingga dapat berperan sebagai amino penganti.

Atas permasalahan tersebut maka perlu diketahui seberapa besar kemampuan koagulan khitosan dalam menurunkan kekeruhan dan COD pada limbah cair penyamakan kulit.

I.3. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kemampuan khitosan dari kulit udang sebagai koagulan dalam menurunkan kekeruhan dan COD pada limbah cair penyamakan kulit dibandingkan tawas ?
2. Seberapa besar pengaruh variasi dosis, pH dan kecepatan pengadukan dalam menurunkan limbah cair industri penyamakan kulit ?

I.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Membandingkan kemampuan koagulan khitosan dengan tawas dalam menurunkan kekeruhan dan COD dalam limbah cair penyamakan kulit
2. Menentukan dosis optimum dari koagulan khitosan dalam menurunkan kandungan COD dan kekeruhan dalam limbah cair penyamakan kulit

I.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Limbah udang yang akan dijadikan khitosan diambil dari pasar besar Malang.
2. Limbah cair yang diolah berasal dari limbah cair penyamakan kulit Kasin.
3. Variabel penelitian yang akan dilakukan adalah dosis khitosan, pH dan kecepatan pengadukan.
4. Parameter yang akan diuji adalah COD dan kekeruhan.
5. Reaktor yang akan digunakan adalah jar tes, sedangkan metodenya adalah koagulasi – flokulasi serta pengendapan dengan waktu detensi selama 60 menit.
6. Analisa yang akan dilakukan adalah analisa COD dan kadar kekeruhan yang terkandung dalam limbah cair penyamakan kulit.
7. Alat uji yang digunakan untuk mengetahui kekeruhan limbah adalah turbidimeter, sedangkan untuk mengetahui kadar COD limbah dilakukan metode titrimetri.
8. Percobaan dilakukan secara *batch*.
9. Sebagai pembanding digunakan tawas sebagai koagulan lain, yang diperlakukan sama seperti koagulan khitosan.
10. Variasi dosis tawas mengikuti variasi dosis khitosan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Kekeruhan

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air sungai, kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun segi kualitas air itu sendiri (C. Fred Gurnhaam dalam Sugiharto).

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan – bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi: tanah liat, lumpur, bahan – bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel – partikel kecil yang tersuspensi lainnya. Nilai numerik yang menunjukkan kekeruhan didasakan pada turut campurnya bahan – bahan tersuspensi pada jalannya sinar melalui sampel. Nilai ini tidak secara langsung menunjukkan banyaknya bahan tersuspensi, tetapi ia menunjukkan kemungkinan penerimaan konsumen terhadap air tersebut (C. Totok Sutrisno,dkk, 2002 dalam Wahyuni 2006).

Air yang keruh disebabkan oleh adanya butiran – butiran koloid dari bahan tanah liat. Semakin banyak kandungan koloid maka air semakin keruh. Derajat kekeruhan dinyatakan dengan satuan unit (Kusnaedi, 2002 dalam Wahyuni 2006).

Kekeruhan di dalam air disebabkan oleh adanya zat tersuspensi, seperti lempung, lumpur, zat organik, plankton dan zat – zat halus lainnya. Kekeruhan merupakan sifat optis dari suatu larutan, yaitu hamburan dan absorpsi cahaya yang melaluinya. Tidak dapat dihubungkan secara langsung antara kekeruhan dengan kadar semua jenis zat tersuspensi, karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir (DR. Ir. G Alaerts dan Ir. Sri Simestri Santika, MSc).

Ada tiga metode pengukuran kekeruhan:

- a. Metode Nefelometrik (unit kekeruhan nefelometrik Ft_u atau Ntu),
- b. Metode Hellige Turbidimetri (unit kekeruhan silika),
- b. Metode Visual (unit kekeruhan Jackson).

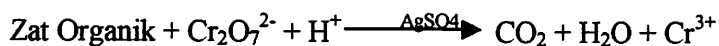
2.2. COD (Chemical Oxygen Demand)

Definisi COD adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram perliter yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi (Sugiharto,1987). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis. Senyawa tersebut tahan terhadap oksidasi secara biologi, tetapi dapat diuraikan dengan menggunakan pereaksi oksidator yang kuat dalam suasana asam, misalnya menggunakan kalium bikromat atau permanganat.

COD dapat dipakai sebagai ukuran untuk mengukur derajat pencemaran air yang ditimbulkan oleh senyawa-senyawa yang sukar diuraikan. Nilai COD biasanya dalam satuan ppm, kilogram atau persentase (%). Pengujian Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) atau *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan cara uji yang digunakan secara luas untuk mengukur pencemaran air yang ditimbulkan oleh limbah domestik maupun industri.

Cara uji digunakan untuk mengukur jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat organik menjadi karbondioksida (CO₂) dan air. Sebagian besar zat organik dapat dioksida dengan menggunakan oksidator kuat dalam suasana asam. Selama pengujian berlangsung, zat-zat organik yang terkandung dalam air limbah dirubah menjadi CO₂ dan H₂O oleh dikromat (Cr₂O₇²⁻) dalam suasana asam dengan bantuan katalis Ag₂SO₄.

Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Proses oksidasi zat organik menjadi CO₂ dan H₂O berlangsung sempurna sehingga nilai COD akan lebih besar daripada nilai BODnya. Satu keterbatasan pengujian COD adalah ketidakmampuannya membedakan antara zat organik "*biodegradable*" dengan yang "*nonbiodegradabel*". Keuntungan pengujian COD yaitu membutuhkan waktu yang cukup cepat (\pm 3 Jam)

dibandingkan dengan pengujian BOD yang berlangsung selama 5 hari. Oleh karena itu dalam keadaan tertentu pengujian COD sering digunakan untuk menggantikan BOD. Data COD diinterpretasikan menjadi data BOD melalui perhitungan dengan faktor korelasi yang telah diketahui. Satuan nilai COD adalah mg O₂/l atau biasanya cukup dipakai dengan menuliskan mg/l (G.Alaerts, Sri Sumestri Santika, Metode Penelitian Air, Surabaya, 1984).

2.3. Koagulasi Flokulasi Sedimentasi

2.3.1. Pengertian Koagulasi, Flokulasi dan Sedimentasi

Koagulasi dan flokulasi adalah suatu istilah yang berasal dari bahasa latin “ *coagulare* “ (yang berarti bergerak bersama – sama) dan “ *flokulare* “ (yang berarti membentuk flok) yang dipakai untuk menjelaskan agregasi partikel – partikel koloid. Definisi koagulasi flokulasi:

1. Koagulasi adalah destabilisasi partikel yang dihasilkan melalui kompresi lapisan ganda bermuatan listrik yang mengelilingi permukaan partikel. Sedangkan flokulasi adalah destabilisasi partikel melalui adsorpsi polimer organik yang diikuti dengan pembentukan gabungan partikel – polimer – partikel (Charles, 1969 Dalam Dyah 2003).
2. Koagulasi adalah proses penambahan bahan kimia ke dalam larutan agar dapat bergabung dengan partikel terdispersi menjadi partikel gabungan yang lebih besar. Sedangkan flokulasi adalah proses penggabungan partikel terdestabilisasi dari flok kecil menjadi flok yang besar yang dapat diendapkan. (Masschelein, 1992).
3. Koagulasi adalah proses yang menggabungkan partikel – partikel berukuran kecil menjadi agregat yang lebih besar dengan dua tahap. Tahap pertama adalah partikel – partikel yang ada dalam air tersebut diolah secara kimiawi untuk membuat partikel – partikel tersebut dalam keadaan tidak stabil, tahap kedua adalah partikel – partikel yang tidak stabil tersebut dibawa dalam keadaan saling kontak satu dengan yang lainnya sehingga agregasi dapat terjadi (Sanks, 1982 Dalam Dyah 2003).

Dari beberapa definisi diatas maka dapat ditarik kesimpulan bahwa koagulasi merupakan suatu proses pencampuran air baku dengan koagulan melalui pengadukan cepat dengan maksud untuk mendestabilkan partikel koloid yang menghasilkan inti flok. Koagulasi memerlukan pengadukan cepat karena beberapa hal sebagai berikut:

- a. Untuk dapat melarutkan koagulan dalam air baku.
- b. Untuk dapat mendistribusikan koagulan secara cukup dan merata ke dalam air baku.
- c. Untuk dapat mendistribusikan partikel – partikel halus sebagai inti koagulasi (*coagulating agent*).

Flokulasi adalah proses penggabungan inti flok sehingga menjadi flok yang berukuran lebih besar (*Ali Masduqi dan Agus Slamet, 2002*). Proses flokulasi merupakan kelanjutan dari proses koagulasi. Proses flokulasi terjadi bila terdapat pengadukan lambat, hal ini dilakukan karena beberapa alasan yaitu:

- a. Memberi kesempatan pada partikel – partikel (flok – flok kecil) yang sudah terkoagulasi untuk bergabung menjadi flok – flok yang ukurannya semakin lama semakin besar.
- b. Memudahkan flokulan dengan “benang – benangnya” untuk mengikat flok – flok kecil menjadi ikatan flok yang ukurannya semakin lama semakin besar.
- c. Mencegah pecahnya kembali flok yang sudah terbentuk.

(*Ir. Mohammad Razif, 1985*)

Waktu pengadukan pada proses flokulasi pada limbah antara 20 sampai 30 menit. Dengan kecepatan putaran pengaduk kurang dari 100 rpm. Gradien kecepatan (G) yang diperlukan biasanya 20 sampai 75 /detik (*Tom D. Reynolds, 1982*).

Sedimentasi atau pengendapan adalah pemisahan solid-liquid secara gravitasi dimana partikel yang diendapkan adalah partikel flokulen yang terbentuk dari proses koagulasi-flokulasi. Partikel flokulen dapat berubah ukuran, bentuk dan beratnya pada saat pengendapan.

2.3.2. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Proses Koagulasi dan Flokulasi

Faktor – faktor yang mempengaruhi proses koagulasi dan flokulasi adalah sebagai berikut :

1. pH

pH merupakan besaran yang menyatakan sifat asam basa suatu larutan. Sifat kimia koagulan juga tergantung pada pH, karenanya pada proses koagulasi dan flokulasi batasan pH sangat penting mengingat nilai pH air dapat mempengaruhi kelarutan bahan kimia (Al Layla, 1978). pH dan kelarutan minimal sangat dipengaruhi oleh kekuatan *ionic* dan kehadiran bahan organik seperti *humic acid*.

Koagulan *inorganic* dengan kationik trivalen dalam air akan terhidrolisa menjadi $M^{3+} + 3H_2O \rightleftharpoons M(OH)_3 + 3H^+$. Sehingga karakteristik air terolah (pH) akan berubah dengan hadirnya H^+ . Selain itu pH merupakan faktor penting dalam penyisihan koloid sehingga pH optimum disetujui antara pH untuk keperluan koagulasi dan flokulasi (Degreemont, 1991). Adapun pH optimum koagulasi dan flokulasi untuk kation trivalen dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2.1. pH optimum koagulasi flokulasi kation trivalen

Kation	pH optimum koagulasi flokulasi
Al^{3+}	6 – 7,4
Fe^{3+}	> 5

Sumber : Degreemont, 1991

2. Pengaruh garam – garam acid di air

Di dalam air terlarut, garam mineral sangat dipengaruhi oleh jenis senyawa pembentuk konsentrasinya. Pengaruh yang disebabkan oleh garam mineral dalam air adalah kemampuannya dalam menggantikan kedudukan ion hidroksinya pada senyawa kompleks hidroksid. Selain hal tersebut diatas, garam mineral berpengaruh menentukan pH dan dosis koagulan.

3. Pengaruh kekeruhan

Kekeruhan teramati sebagai sifat optik larutan yang mengandung zat tersuspensi di dalamnya. Semakin tinggi intensitas cahaya yang dihamburkan, semakin tinggi kekeruhan begitu sebaliknya. Hal – hal yang perlu diperhatikan mengenai kekeruhan dalam proses koagulasi flokulasi adalah :

- Kebutuhan koagulan tergantung pada kekeruhan tetapi penambahan koagulan tidak selalu berkorelasi linier terhadap kekeruhan.
- Ukuran partikel yang tidak seragam jauh lebih mudah untuk dikoagulasi. Hal ini karena pusat aktif lebih mudah terbentuk pada partikel kecil, sedangkan partikel yang besar mempercepat terjadinya pengendapan. Kombinasi dari kedua partikel ini menyebabkan semakin mudahnya proses koagulasi.

Adapun pengaruh kekeruhan terhadap proses koagulasi dan flokulasi terletak pada tingkat kekeruhan dan ukuran partikel penyebab kekeruhan. Kekeruhan tinggi umumnya membutuhkan koagulan yang sedikit, hal ini dikarenakan kemungkinan terjadi tumbukan antar partikel lebih tinggi. Sedangkan untuk ukuran partikel akan berpengaruh pada kecepatan pengendapannya sehingga tidak diperlukan koagulan berlebih untuk memperbesar flok.

4. Pengaruh Jenis Koagulan

Dalam memilih jenis koagulan disesuaikan dengan jenis koloid yang terkandung di dalam air. Jenis koagulan yang dimasukkan ke dalam air biasanya memiliki tanda ion yang berlawanan dengan muatan ion yang terdapat pada air tersebut. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi daya tolak menolak antara sesama koloid, sehingga terbentuk flok.

Tabel 2.2. Jenis Koagulan

Nama	Formula
Alum/Tawas	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$
Lime	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
Ferric chloride	$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Ferric sulfate	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Copperas	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Sodium aluminate	$\text{Na}_3\text{Al}_2\text{O}_4$

Sumber : *Benefield, 1982*

5. Pengaruh temperatur

Temperatur erat hubungannya dengan viskositas air, semakin tinggi suhu air semakin kecil viskositas. Viskositas ini akan berpengaruh pada pengendapan flok. Hal ini terjadi karena bertambahnya suhu akan meningkatkan gradient kecepatan sehingga flok akan terlarut kembali. Disamping itu peningkatan suhu akan menyebabkan peningkatan dosis koagulan alum pada pH netral spesies muatan positif menurun dengan peningkatan temperatur (*Edzwal & Robinson, 1999 dalam P. Juli Ni Ketut, 2005*). Pada suhu yang rendah secara struktur agregat lebih kecil kinetik hidrolis dan presipitasi lebih lambat (*Fraus & Aly, 1998 dalam P. Juli Ni Ketut, 2005*) kekeruhan dan warna secara langsung berhubungan dengan temperatur. pH optimum koagulan turun dengan naiknya temperatur. Untuk itu penentuan pemakaian koagulan dengan jar test harus dilakukan pada temperatur air yang akan diolah.

6. Pengaruh waktu detensi

Merupakan fungsi debit dan aliran. Waktu detensi lebih lama dari kriteria desain akan menyebabkan pengendapan pada sistem kontinyu, sedangkan waktu detensi yang lebih singkat menyebabkan pembentukan flok yang relatif kecil dan sukar mengendap.

7. Pengaruh pengadukan

Dilakukan dua tahap yaitu cepat untuk mendistribusikan koagulan secara merata dengan waktu detensi 30 – 60 detik. Sedangkan lambat adalah untuk tumbukan antara partikel sehingga menghasilkan bertambahnya ukuran flok. Waktu detensi minimal 10 menit dan umumnya 30 -60 menit.

Kecepatan merupakan karakteristik untuk pencampuran fluida yang dinyatakan dalam rpm dan harus dipilih sesuai tujuan dari proses. Untuk koagulasi, kecepatan harus tinggi agar proses pencampuran benar-benar merata ke seluruh campuran sedangkan untuk flokulasi kecepatan harus rendah karena kecepatan yang lebih tinggi akan menyebabkan pecahnya flok yang terbentuk. Kecepatan yang umum dipakai untuk cepat 60-100 rpm, sedangkan untuk lambat 20-60 rpm (*Lukmila A., 2005 Dalam Puspasari 2005*)

8. Zeta potensial

Zeta potensial adalah potensial elektrostatis yang ada disekitar kulit suatu partikel yang dapat mempengaruhi stabilitas koloid. Harga zeta potensial mempengaruhi kemudahan destabilisasi partikel koloid untuk pembentukan flok. Dalam air gaya tarik menarik akan dilawan oleh gaya tolak menolak oleh zeta potensial. Resultan gaya yang terjadi akan menentukan terbentuknya flok. Jika elektrostatis yang ada di sekitar partikel bermuatan negatif maka harga zeta potensial juga negatif sehingga lapisan ion negatif tersebut akan menarik ion positif yang berada disekitarnya.

2.4. Khitosan

Khitosan adalah senyawa kimia yang berasal dari khitin yang merupakan senyawa organik kedua yang sangat melimpah di bumi yang terdapat pada kerangka hewan golongan Arthropoda, Annelida, Molusca, Coelenterata, Nematoda, juga pada beberapa golongan serangga dan jamur. Khitin tidak hanya ditemukan pada bagian kulit atau kerangka saja, melainkan juga terdapat pada bagian trachea, insang, dinding usus dan bagian kulit cumi – cumi (Hong, 1998).

Khitosan adalah senyawa polimer alam turunan khitin yang diisolasi dari limbah perikanan. Jika sebagian besar gugus asetil pada khitin

disubstitusikan oleh hydrogen menjadi gugus amino dengan penambahan basa kuat berkonsentrasi tinggi, hasilnya disebut khitosan atau khitin terasetilasi. Khitosan bukan merupakan senyawa tunggal, namun merupakan kelompok terasetilasi sebagian dengan derajat polimerasi yang beragam.

2.4.1. Sejarah Khitosan

Khitin sebagai prekursor khitosan pertama kali ditemukan pada tahun 1811 oleh orang Perancis bernama Henri Braconnot sebagai hasil isolasi dari jamur. Sedangkan khitin dari kulit serangga ditemukan kemudian pada tahun 1820. Khitin merupakan polimer kedua terbesar di dunia setelah selulosa. Khitin adalah senyawa amino polisakarida berbentuk polimer gabungan.

Khitosan ditemukan oleh C. Rouget pada tahun 1859 dengan cara memasak khitin dengan basa. Perkembangan penggunaan khitin dan khitosan meningkat pada tahun 1940-an, terlebih dengan makin diperlukannya bahan alami oleh berbagai industri sekitar tahun 1970-an. Penggunaan khitosan untuk aplikasi khusus seperti farmasi dan kesehatan dimulai pada pertengahan 1980 – 1990.

Umumnya khitin diisolasi melalui rangkaian proses produksi. Pertama, demineralisasi atau proses penghilangan mineral menggunakan asam. Kedua, deprotenisasi atau proses penghilangan protein menggunakan basa. Ketiga, dekolorinasi atau proses penghilangan warna menggunakan oksidator atau pelarut organik.

Sifat utama khitin dicirikan oleh sifatnya yang sangat susah larut dalam air dan beberapa pelarut organik, rendahnya reaktivitas kimia dan sangat hidrofobik. Karena ketiga sifat tersebut penggunaan khitin relatif lebih sedikit dibandingkan khitosan. Aplikasi khitin yang utama adalah sebagai senyawa pengelut logam dalam instalasi pengolahan air bersih atau limbah, kosmetik sebagai fungisida dan fungistatik penyembuh luka. Khitosan merupakan produk deasetilasi khitin. Kualitas dan nilai ekonomi khitosan dan khitin ditentukan oleh besarnya derajat deasetilasi, semakin tinggi kualitas dan harga jualnya. Kualitas khitosan berdasarkan penggunaan dapat dibagi ke dalam tiga jenis kualitas yaitu kualitas teknis, pangan dan farmasi.

2.4.1. Proses Pembuatan Khitosan

Khitosan merupakan bahan multiguna berbentuk serat kopolimer berbentuk lembaran tipis, berwarna putih atau kuning, tidak berbau. Khitosan merupakan produk deasetilasi khitin melalui proses kimia menggunakan basa Natrium Hidroksida atau proses enzimatik menggunakan enzim *Chitin Deacetylase*. Proses pembuatan khitin dilakukan dengan cara pengeringan, pengecilan ukuran, pencucian deprotenasi dengan NaOH. Hasilnya dapat langsung diolah menjadi khitosan melalui proses deasetilasi, pencucian, pengeringan dan penepungan hingga menjadi khitosan bubuk.

2.4.2. Sifat dan Kegunaan Khitosan

Multiguna khitosan tidak terlepas dari sifat alaminya. Sifat alami tersebut dapat dibagi menjadi dua sifat, yaitu sifat kimia dan sifat biologi. Sifat kimia khitosan sama dengan khitin yaitu : khitin merupakan polimer (1-4)-2-asetamido-2-deoksi-B-D-glukosamin yang dapat dicerna oleh mamalia, sedangkan khitosan merupakan khitin yang dihilangkan gugus asetilnya dengan menggunakan basa pekat sehingga bahan ini merupakan polimer dari D-glukosamin. Perbedaan antara keduanya berdasarkan kandungan nitrogennya. Bila nitrogen kurang dari 7% maka polimer disebut khitin dan apabila kandungan total nitrogennya lebih dari 7% maka disebut khitosan.

Sifat biologi khitosan antara lain : (i) bersifat biokompatibel artinya sebagai polimer alami sifatnya tidak mempunyai efek samping, tidak beracun, tidak dapat dicerna, mudah diuraikan oleh mikroba (biodegradable), (ii) dapat berikatan dengan sel mamalia dan mikroba secara agresif, (iii) mampu meningkatkan pembentukan tulang, (iv) bersifat hemostatik, fungistatik, spermisidal, anti tumor, antikolesterol. (v) bersifat sebagai depresan pada sistem saraf pusat.

Khitosan juga banyak digunakan oleh berbagai industri antara lain industri farmasi, kesehatan, biokimia, bioteknologi, pangan, pengolahan limbah, kosmetik, agroindustri, industri tekstil, industri perkayuan, industri kertas dan industri elektronika. Aplikasi khusus antara lain untuk : pengolahan limbah cair terutama karena sifat polielektrolitnya / resin penukar ion, khitosan dapat dimanfaatkan sebagai agensia penggumpal dalam penanganan limbah yang

mengandung protein yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Pada penanganan limbah cair, khitosan sebagai *chelating agent* dapat digunakan untuk menyerap logam beracun seperti merkuri, timah, tembaga, plutonium dan uranium dalam perairan dan juga untuk mengikat zat warna tekstil dalam air limbah (*Henny Krissetiana, 2004 dalam P. Juli Ni Ketut, 2005*).

2.5. Jar Test

Jar test adalah model sederhana dari proses koagulasi-flokulasi untuk mencari nilai-nilai melalui percobaan dalam laboratorium. Proses jar test pada umumnya bertujuan untuk menentukan jenis koagulan maupun koagulan aid, jika dibutuhkan, dan untuk menentukan dosis koagulan yang diperlukan untuk pengolahan air. Jar test memberikan data mengenai kondisi optimum untuk parameter-parameter di bawah ini:

- a. Dosis koagulan dan flokulan
- b. pH
- c. Kekeruhan dan warna
- d. Waktu pengadukan cepat dan lambat
- e. Nilai G (gradien kecepatan) pengadukan cepat dan lambat

Beberapa manfaat yang diperoleh dari jar test untuk keberhasilan proses koagulasi dan flokulasi yaitu:

1. Dapat memilih koagulan dan flokulan yang sesuai dengan jenis koloid yang terdapat di air baku.
2. Dapat menentukan dosis optimal koagulan dan flokulan yang sesuai dengan kondisi air baku.
3. Dapat menentukan nilai G dan T untuk proses pengadukan cepat dan lambat yang layak.
4. Dapat membandingkan berbagai bentuk flok dan dapat menentukan ukuran flok yang ideal untuk bisa diendapkan.
5. Dapat mempelajari pengaruh pH dan unsur lainnya terhadap proses koagulasi dan flokulasi.
6. Dapat menghitung efisiensi proses koagulasi dan flokulasi.

2.6. Industri Penyamakan Kulit

Industri penyamakan kulit di PT. Kasin Malang adalah industri yang mengolah bahan baku kulit yang nantinya dapat digunakan untuk pembuatan sepatu, tas, jaket, dll. Dalam proses produksinya terdiri dari 3 proses utama antara lain : proses awal (*beamhouse* atau proses rumah basah), proses penyamakan (*tanhouse*) dan penyelesaian akhir (*finishing process*).

1. Proses Awal

Pada proses awal terdapat tiga proses yang meliputi :

- Proses perendaman yang bertujuan untuk mengembalikan kadar air yang hilang selama proses pengeringan sebelumnya, kulit basah lebih mudah bereaksi dengan bahan kimia penyamak, membersihkan dari sisa kotoran, darah dan garam yang masih melekat pada kulit.
- Proses pengapuran yang bertujuan membengkakkan kulit untuk melepaskan sisa daging, menyabunkan lemak pada kulit, pembuangan sisik, pembuangan daging, pembuangan kapur (untuk menghilangkan kapur dan menetralkan kulit dari suasana basa, menghindari pengerutan kulit, menghindari timbulnya endapan kapur, pengikisan protein).
- Proses pengasaman yang bertujuan memberikan suasana asam pada kulit agar kulit tahan terhadap serangan bakteri pembusuk.

2. Proses Penyamakan

Pada proses penyamakan disesuaikan dengan jenis kulit. Kulit dibagi atas dua golongan yaitu *hide* (untuk kulit berasal dari binatang besar seperti kulit sapi, kuda, kerbau dan lain – lain) dan *skin* (untuk kulit domba, kambing, reptil dan lain – lain). Lewat proses penyamakan dilakukan proses pemeraman yaitu menumpuk atau menggunting kulit selama 1 malam dengan tujuan untuk menyempurnakannya.

Jenis – jenis proses penyamakan :

- Untuk memberikan warna coklat atau kemerahan, bersifat agak kaku tetapi empuk, tetapi kurang aman terhadap panas maka dalam proses penyamakan menggunakan penyamak nabati (*tannin*).

- Untuk menghasilkan kulit yang lebih lemas, lebih tahan terhadap panas maka dalam proses penyamakan menggunakan penyamak krom, penyamak mineral ini paling umum digunakan.

3. Proses Penyelesaian (*Finishing*)

Proses penyelesaian menentukan kualitas air (*leather*). Terdiri atas beberapa tahapan proses yang bervariasi sesuai dengan jenis kulit, bahan penyamak yang digunakan dan kualitas akhir yang diinginkan. Proses *finishing* akan membentuk sifat – sifat khas pada kulit seperti kelenturan, kepadatan dan warna kulit.

Adapun proses penyelesaian sebagai berikut :

- Proses peralatan (*setting out*) bertujuan untuk menghilangkan lipatan – lipatan yang terbentuk selama proses sebelumnya dan mengusahakan terciptanya luasan kulit yang maksimal. Proses ini sekaligus akan mengurangi kadar air dalam kulit dengan cara terdorong keluar (*striking out*).
- Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air kulit sampai batas standar 18 – 20 %.
- Proses pelembaban bertujuan untuk menaikkan kandungan air dalam kulit untuk persiapan perlakuan fisik diproses selanjutnya.
- Proses pelemasan bertujuan untuk melemaskan kulit dan mengembalikan kerutan – kerutan sehingga luasan kulit menjadi normal kembali.
- Proses pementangan bertujuan untuk menambah luasan kulit.
- Proses pengampelasan bertujuan untuk menghasilkan permukaan kulit.
- Proses pengecatan bertujuan untuk memperindah tampilan kulit.

(Sumber : *Bisnis Indonesia, Industri kulit krisis bahan baku , 23 Agustus 2000*)

Dalam proses produksi tersebut terdapat limbah cair yang dihasilkan. Karakteristik limbah pada industri penyamakan kulit dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Karakteristik Limbah Pada Industri Penyamakan Kulit

No	Proses Bahan	Karakteristik Limbah
1.	Perendaman air	Sodium hipoklorida
2.	Pengapuran air	Air kapur (bersifat basa)
3.	Pembuangan bulu	Air, sodium sulfida alkalin, hidrogen sulfida
4.	Penghilangan kapur	Enzim, garam ammonium (bersifat basa), ammonia
5.	Pencucian	Air bersifat basa
6.	Pengasaman	Air, asam sulfur, sodium klorida bersifat asam
7.	Proses krom	Krom dioksida, sodium klorida, sodium bikarbonat bersifat asam mengandung krom
8.	Pemutihan	Air, natrium karbonat, asam sulfat
9.	Pencucian	Air bersifat asam mengandung krom
10.	Fat liquoring	Mengandung minyak
11.	Pemucatan	Zat pemucat

(Sumber : Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Jawa Timur)

Secara umum limbah industri penyamakan kulit dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

1. Limbah cair dimana terdapat banyak kandungan organik (COD, BOD, lemak, protein, dan lain - lain) dan secara fisik memiliki tingkat kekeruhan yang cukup tinggi.
2. Limbah padat yang dihasilkan dari proses pembuangan sisa – sisa daging, lemak, dan lain – lain.

2.7. Metode Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan secara statistik. Sebagai alat yang berfungsi untuk mengolah suatu data, penjabaran metodologi statistik didasarkan pada tiga hal yakni proses analisis, asumsi bentuk distribusi, dan banyaknya variabel yang dilibatkan. Metodologi statistik berdasarkan proses analisisnya meliputi analisa deskriptif dan analisis konfirmatif (inferensi) (Soleh, 2005).

2.7.1. Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif adalah statistik yang berfungsi untuk mendiskripsikan atau memberi gambaran terhadap obyek yang diteliti melalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2006). Statistik deskriptif memberikan informasi secara visual dan lebih bersifat subjektif dalam pembuatan analisisnya. Walaupun bersifat subjektif di dalam pengambilan keputusan, analisis deskriptif sering digunakan khususnya dalam memperhatikan perilaku data dan penentuan dugaan–dugaan yang selanjutnya akan diuji dalam analisis inferensi. Berikut ini adalah beberapa rumus yang biasa digunakan dalam statistik deskriptif.

a. Mean / Rataan Sampel (\bar{x})

Mean merupakan teknik penjelasan kelompok yang didasarkan atas nilai rata-rata dari kelompok tersebut. Rata-rata (mean) ini didapat dengan menjumlahkan data seluruh individu dalam kelompok itu, kemudian dibagi dengan jumlah individu yang ada pada kelompok tersebut. Mean digunakan bila pada kelompok itu terdapat kenaikan data yang merata (Sugiyono, 2006).

Rumus yang digunakan adalah (Sudjana, 2002):

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (\text{persamaan 1})$$

dimana:

\bar{x} = rata-rata hitung dari sampel

$\sum x$ = total jumlah sampel

n = banyaknya sampel

b. Simpangan Baku (s)

Simpangan baku berfungsi untuk menjelaskan keadaan kelompok yang didasarkan pada tingkat variasi data yang terjadi pada kelompok tersebut (Sugiyono, 2006).

Rumus yang digunakan adalah (Sudjana, 2002):

$$s = \sqrt{\frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad (\text{persamaan 2})$$

dimana:

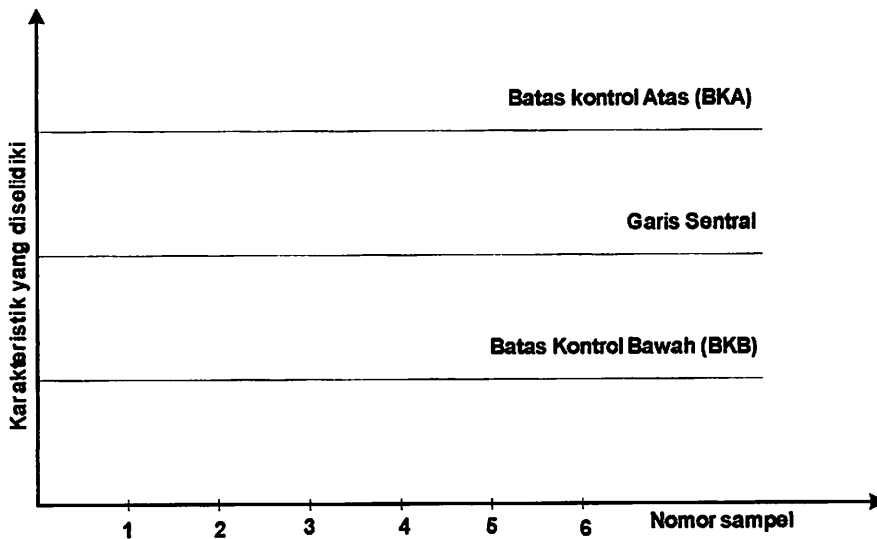
s = standart deviasi yang dicari

$\sum x$ = jumlah semua harga sampel

n = banyaknya sampel

c. Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengolahan data. Pada pengujian keseragaman data ini data akan diuji apakah data yang terkumpul seragam dan selanjutnya mengidentifikasi data yang ekstrim. Data ekstrim yang dimaksud adalah data yang terlalu besar atau data yang terlalu kecil dan jauh menyimpang dari trend rata-ratanya. Untuk memudahkan pengujian maka digunakan diagram kontrol *Shewhart* dengan contoh sebagai berikut:



Gambar 2.1 Diagram Kontrol *Shewhart*
(Sumber: Sudjana, 2002)

Garis sentral melukiskan “nilai baku” yang akan menjadi pangkal perhitungan terjadinya penyimpangan hasil–hasil pengamatan untuk tiap sampel. Garis bawah yang sejajar dengan garis sentral dinamakan batas kontrol bawah (BKB). Ini merupakan penyimpangan paling rendah yang diijinkan dihitung dari “nilai baku”. Garis yang menyatakan penyimpangan paling tinggi dari “nilai baku” terdapat sejajar di atas sentral dan dinamakan batas kontrol atas (BKA). Rumus yang digunakan untuk mengetahui sentral, BKA dan BKB adalah (Sudjana, 2002):

$$\text{sentral} = \bar{x}$$

$$BKA = \bar{x} + K\bar{s}$$

$$BKB = \bar{x} - K\bar{s}$$

dimana:

\bar{x} = Rata – rata harga sampel

K = Index (tergantung dari tingkat kepercayaan yang diambil) untuk kepercayaan 95%, nilai $K = 2$

\bar{s} = Standart deviasi rata–rata

2.7.2. Statistik Inferensi

Statistik inferensi mencakup semua metode yang berhubungan dengan analisis data untuk kemudian sampai pada peramalan atau penarikan kesimpulan. Statistik inferensi dapat memberikan informasi lebih objektif terutama dalam proses pengambilan keputusan yang ditunjang dengan adanya nilai tingkat kesalahan pengukuran. Statistik inferensi selanjutnya akan dijabarkan kembali ke dalam penaksiran titik dan penaksiran selang dari suatu nilai parameter dan juga pengujian hipotesis dari suatu masalah. Beberapa analisa yang terdapat dalam statistik inferensi adalah sebagai berikut.

a. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui derajat hubungan antar variabel digunakan analisa korelasi. Ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan, terutama untuk data kuantitatif, dinamakan koefisien korelasi.

Koefisien korelasi dalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk/arrah hubungan. Nilai hubungan berada pada selang tertutup $(-1,1)$. Untuk membaca besarnya derajat keeratan dari hubungan terdapat dua hal yang harus diperhatikan, yakni:

- Lihat tanda dari derajat keeratan tersebut, positif atau negatif. Hubungan statistika kedua peubah akan negatif apabila salah satu variabel memiliki hubungan yang bertolak belakang dengan peubah lainnya. Atau dengan kata lain apabila nilai satu peubah membesar maka nilai peubah lainnya mengecil. Sedangkan hubungan statistika kedua peubah akan bernilai positif jika hubungan kedua peubah searah atau dengan kata lain apabila satu peubah membesar nilainya maka peubah lainnya ikut membesar, dan sebaliknya.
- Lihat besarnya nilai derajat keeratan. Untuk membaca nilai dari derajat keeratan dapat digunakan klasifikasi hubungan statistika dua peubah menurut *Guilford* berikut ini:

Tabel 2.4 Koefisien Korelasi *Guilford*

Nilai Hubungan Statistika dua Peubah	Keterangan
< 0,2	Tidak terdapat hubungan antara kedua peubah
Antara 0,2 s/d 0,4	Hubungan kedua peubah lemah
Antara 0,4 s/d 0,7	Hubungan kedua peubah sedang
Antara 0,7 s/d 0,9	Hubungan kedua peubah kuat
Antara 0,9 s/d 1	Hubungan kedua peubah sangat kuat

Sumber: Soleh, 2005

Sebagai catatan penting, nilai hubungan statistika dua peubah sama dengan “1” memiliki makna bahwa terdapat hubungan yang sempurna antara kedua peubah. Atau dengan kata lain, nilai suatu peubah dapat dengan tepat/pasti dijelaskan oleh peubah lainnya. Lain halnya dengan nilai statistika dua peubah sama dengan “0” menunjukkan tidak adanya hubungan diantara kedua peubah (Soleh, 2005).

Untuk keperluan perhitungan koefisien korelasi berdasarkan sekumpulan data berukuran n dapat digunakan rumus (Sudjana, 2002):

$$r = \frac{n\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} \{n\sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}}$$

dimana:

r = koefisien korelasi

x_i = variabel bebas

y_i = variabel terikat

n = jumlah data

b. Analisa Regresi

Analisa regresi adalah suatu analisa untuk menyatakan hubungan fungsional antara variabel-variabel ke dalam bentuk persamaan matematis. Untuk analisis regresi akan dibedakan dua jenis variabel ialah variabel bebas atau variabel prediktor dan variabel tak bebas atau variabel respon. Pembuatan persamaan matematis dimaksudkan untuk membantu peneliti didalam melihat pola atau karakteristik hubungan antara variabel bebas dengan variabel tak bebas/terikat, bahkan biasanya digunakan untuk memprediksikan kondisi masa yang akan datang.

Jika variabel bebas dan variabel terikat yang terlibat dalam penelitian masing-masing hanya satu, maka dinamakan regresi linear sederhana. Kemudian apabila hanya ada satu variabel terikat dan beberapa variabel bebas maka persamaan regresinya disebut Regresi Linear Berganda. Bentuk persamaan regresi secara umum adalah:

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + \dots + kX_n$$

dimana:

Y = Variabel terikat

a = Konstanta

b = koefisien regresi

X_1 = variabel bebas

Pada analisa regresi juga diperlukan beberapa pengujian yaitu:

- Uji F yang digunakan untuk mengetahui apakah persamaan regresi bisa dipakai untuk memprediksi variabel terikat.
- Uji t digunakan untuk mengetahui signifikansi koefisien konstanta dan variabel bebas.

c. Analisa Varian

Pengujian menggunakan analisa varian dalam statistika parametrik diantara kelompok yang saling memiliki perbedaan sebagai akibat adanya perlakuan, dilakukan dengan menggunakan *Analysis of Varian* (ANOVA). Uji ini dilakukan berdasarkan distribusi nilai F. Nilai F diperoleh dari rata-rata jumlah kuadrat (*mean square*) antar kelompok yang dibagi dengan rata-rata jumlah kuadrat dalam kelompok dengan rumus (Sudjana, 2002):

$$F = \frac{S_B^2}{S_W^2}$$

dimana:

S_B^2 = varians antar kelompok

S_W^2 = varians dalam kelompok

2.7.3. Generalisasi Dan Kesimpulan Analisis Data

Generalisasi adalah penarikan suatu kesimpulan umum dari suatu analisis penelitian. Generalisasi yang dibuat harus berkaitan dengan teori yang mendasari penelitian yang dilakukan.

Generalisasi ini, dibuat setelah interpretasi data/penemuan yang telah dilakukan. Setelah generalisasi dibuat, selanjutnya dibuatkan kesimpulan-kesimpulan yang lebih khusus (terinci) dari penelitian berdasarkan generalisasi yang telah dibuat.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Variabel Penelitian

- a. Variabel Terikat
 - Penurunan kekeruhan dan kandungan COD
- b. Variabel Tetap
 - Lama waktu pengendapan 60 menit
- c. Variabel Bebas
 - Koagulan khitosan dari cangkang udang dengan variasi dosis khitosan :
2mg/lt, 3mg/lt, 4 mg/lt, 5 mg/lt
 - Variasi nilai pH sampel limbah : 3, 4, 5, 6
 - Variasi kecepatan pengadukan : 1. 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)
2. 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)
 - Variasi tersebut berlaku juga untuk koagulan tawas sebagai pembanding

3.2. Alat Dan Bahan Yang Digunakan

3.2.1. Alat

- Jar Test yang mempunyai paddle impeller jenis two blade sebanyak 6 buah yang dilengkapi dengan alat pengukur putaran persatuan waktu dalam rpm.

3.2.2. Bahan

- a. Sampel limbah cair industri penyamakan kulit
- b. Larutan HCL 1 N
- c. Larutan NaOH 3 % dan 50%
- d. Larutan Asam Oksalat 0,1N
- e. Kertas saring
- f. Tawas
- g. Khitosan

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Tahap Persiapan

A. Pembuatan Khitosan

- Persiapan Serbuk Udang

Limbah perikanan yang digunakan adalah cangkang udang. Limbah tersebut dibersihkan, kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari dan dioven pada suhu 110°C . Setelah itu ditumbuk sampai halus dan diayak dengan ayakan ukuran 40 mesh hingga didapat serbuk halus.

-Tahap Pemisahan Mineral

Serbuk udang ditempatkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan larutan HCl 1 N, 1:5. Proses ini dilakukan dalam suhu kamar selama 3 – 5 jam. Setelah itu disaring dengan *vacuum filter*. Residunya dibilas dengan aquadest di *beaker glass* dan disaring kembali sampai mendapatkan residu.

- Tahap Pemisahan Protein

Residu dimasukkan dalam *beaker glass* dan ditambahkan larutan NaOH 3% 1:5, selanjutnya beaker diletakkan dalam panci berisi air dan dimasak sampai mendidih (100°C) dan dilakukan selama 2 jam. Setelah dingin larutan disaring dengan *vacuum filter*. Residu yang tertinggal dibilas dengan aquadest dan disaring kembali.

- Tahap Penghilangan Warna dan Bau

Residu dimasukkan dalam *beaker glass* dan ditambahkan larutan KMNO_4 0,1 N 1 : 5 selama 1 jam pada suhu kamar. Setelah 1 jam, larutan disaring dengan *vacuum filter*. Residu yang tertinggal dibilas dengan aquadest di dalam *beaker glass* dan disaring kembali. Hasilnya berwarna putih dan tidak berbau.

- Tahap Pemutihan

Residu pada tahap keempat dimasukkan pada *beaker glass* dan ditambahkan larutan Asam Oksalat 0,1 N selama 1 jam pada suhu kamar. Setelah 1 jam larutan dalam *beaker glass* disaring dalam *vacuum filter*. Residu yang tertinggal dibilas dengan aquadest di dalam beaker dan disaring kembali sehingga didapatkan khitin yang berwarna putih dan tidak berbau.

- Proses Deasetilasi Kitin

Khitin dimasukkan dalam *Erlenmeyer* dan ditambahkan kedalamnya larutan NaOH 50 %, 1:10 dan diaduk merata dan direfluks pada suhu 150⁰C selama 1 jam. Setelah satu jam dan dingin, larutan didalam *Erlenmeyer* disaring dengan *vacuum filter*. Residu yang tertinggal dibilas dengan aquades dan disaring kembali sehingga didapatkan residu yang berwarna putih. Residu ini disebut khitosan atau kitin yang terdestilasi sebagian.

- Proses Penyiapan Larutan Khitosan

Untuk menggunakan khitosan sebagai koagulan, maka khitosan harus dilarutkan kedalam larutan asam karboksilat seperti larutan asam asetat 10% dan diaduk dengan sempurna. Pada penelitian ini khitosan dilarutkan larutan asam asetat 10% dan membuat larutan khitosan stok 100 mg/lit sebanyak 1 liter.

3.3.2. Tahap Penelitian

1. Memasukkan limbah sebanyak 1 liter yang sudah diketahui konsentrasinya kedalam beaker glass
2. Memasukkan koagulan khitosan ke dalam *beaker glass* yang sudah terisi limbah dan melakukan pengadukan dengan Jar test pada kecepatan 85 rpm dan 40 rpm selama 2 menit dan 20 menit, pada pH 3.
3. Mengendapkan sampel selama 60 menit kemudian menganalisa kadar kekeruhan dan kandungan COD
4. Melakukan prosedur 1- 4 untuk peubah yang lain

3.4. Analisa Hasil Percobaan

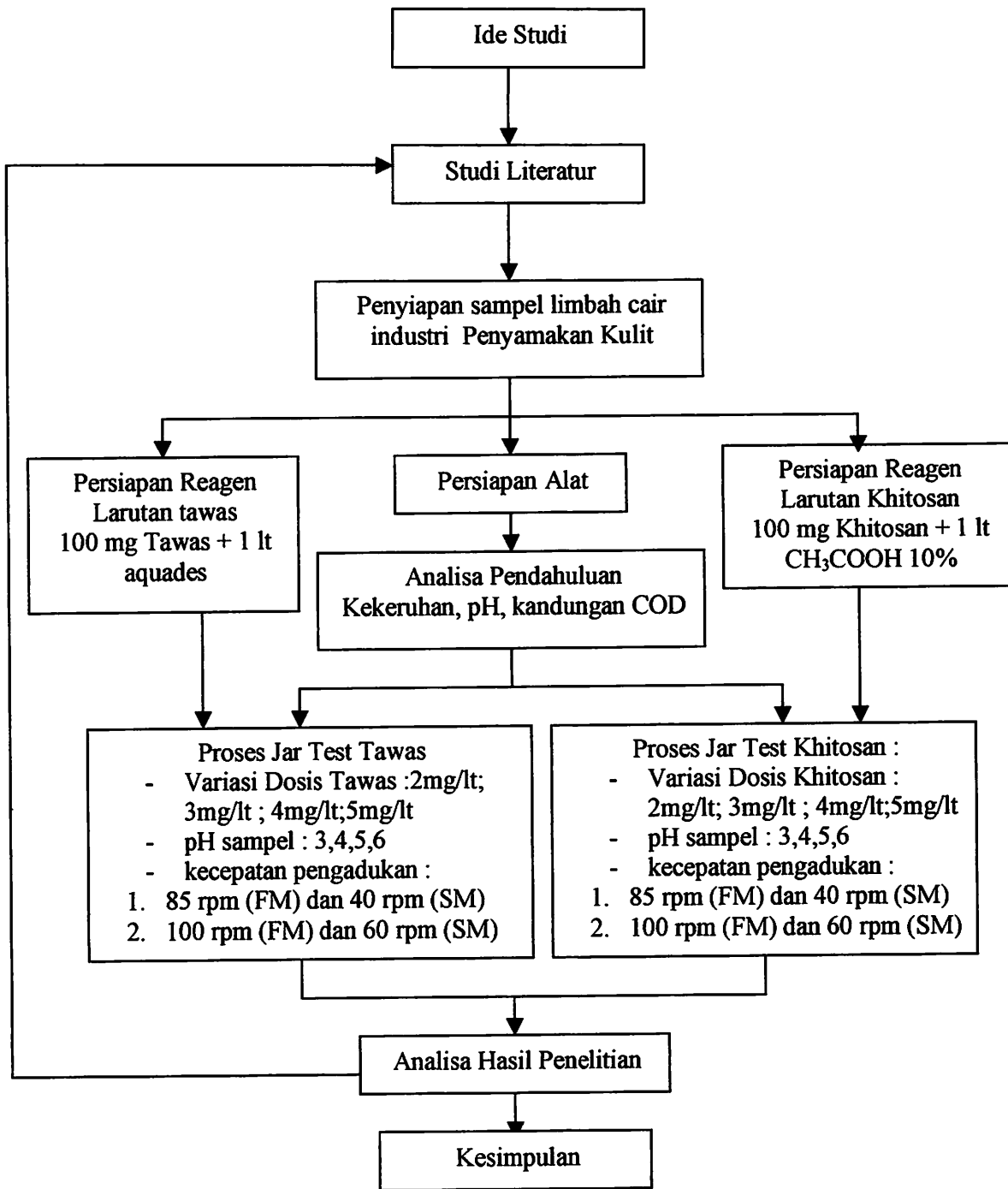
Sampel hasil proses *batch* dianalisa kandungan kekeruhan dan COD nya. Metode pengukuran yang digunakan untuk menganalisa kekeruhan menggunakan turbidimeter sedangkan untuk mengetahui kadar COD dilakukan metode titrimetri.

3.5. Analisa Data

Analisa data statistik hasil penelitian dilakukan dengan metode analisa deskriptif, uji korelasi, uji regresi dan anova. Analisa deskriptif ditujukan untuk mendapatkan gambaran berdasarkan fakta yang diperoleh dari sampel penelitian yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik .

Analisa varian untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata atau tidak (secara statistik) antara berbagai variasi percobaan terhadap penurunan kekeruhan dan kandungan COD. Kemudian dilanjutkan dengan analisa korelasi dan regresi untuk mengetahui tingkat keterkaitan suatu variabel terhadap variabel lain.

3.6. Kerangka Penelitian



Gambar 3.1. Kerangka Penelitian

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

Dalam penelitian ini dilakukan analisa pendahuluan untuk memperoleh data karakteristik air limbah yang akan digunakan sebagai sampel sebelum di proses dalam jar test. Berdasarkan analisa laboratorium yang dilakukan, diperoleh data karakteristik air limbah penyamakan kulit sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil analisa awal air limbah Penyamakan Kulit

Parameter	Hasil
COD	5527,27 mg/l
Kekeruhan	1418 NTU
pH	6,15

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil analisa awal terlihat bahwa air limbah penyamakan kulit memiliki kandungan COD dan kekeruhan yang sangat tinggi dengan pH asam.

4.2. Analisa Konsentrasi Akhir COD Dengan Koagulan Khitosan

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa khitosan dan tawas sebagai koagulan mempunyai kemampuan untuk menurunkan COD dan kekeruhan. Konsentrasi akhir COD dapat dilihat pada tabel 4.2 dan dapat dibuat grafik seperti pada gambar 4.1.

4.2.1. Analisa Deskriptif

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir COD pada variasi nilai pH 3, 4, 5, 6 dan variasi dosis khitosan 2 mg/l, 3 mg/l, 4 mg/l, 5mg/l dengan kecepatan 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM) dapat dilihat pada tabel 4.2.

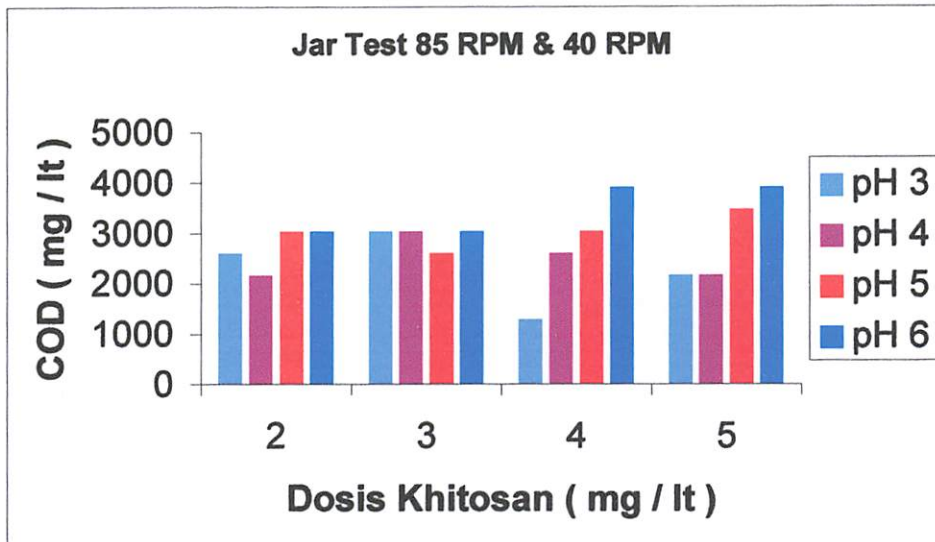
**Tabel 4.2. Konsentrasi Akhir COD Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM)
dan 40 rpm (SM)**

No	pH	Dosis (mg/lt)	COD (mg/lt)	Persen Penurunan (%)
1.	3	2	2618.18	53.85
2.	3	3	3054.55	46.15
3.	3	4	1309.09	76.92
4.	3	5	2181.82	61.54
5.	4	2	2181.82	61.54
6.	4	3	3054.55	46.15
7.	4	4	2618.18	53.85
8.	4	5	2181.82	61.54
9.	5	2	3054.55	46.15
10.	5	3	2618.18	53.85
11.	5	4	3054.55	46.15
12.	5	5	3490.91	38.46
13.	6	2	3054.55	46.15
14.	6	3	3054.55	46.15
15.	6	4	3927.27	30.77
16.	6	5	3927.27	30.77

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 4.2. konsentrasi akhir COD yang mengalami penurunan terbesar adalah pada pH 3 dengan dosis 4 mg/lt sebesar 1309.09 mg/lt dengan persentase sebesar 76.92 % sedangkan konsentrasi akhir COD yang mengalami penurunan terendah adalah pada pH 6 dengan dosis 4 dan 5 mg/lt sebesar 3927.27 mg/lt dengan persentase sebesar 30.77 %.

Dari tabel 4.2. dapat diplotkan pada grafik batang yang dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Konsentrasi Akhir COD dengan Koagulan Khitosan Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)

Berikut ini data konsentrasi akhir COD untuk variasi kecepatan 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM) pada variasi nilai ph 3, 4, 5, 6 dan variasi dosis khitosan 2 mg/lt, 3 mg/lt, 4 mg/lt, 5mg/lt dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Konsentrasi Akhir COD Pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)

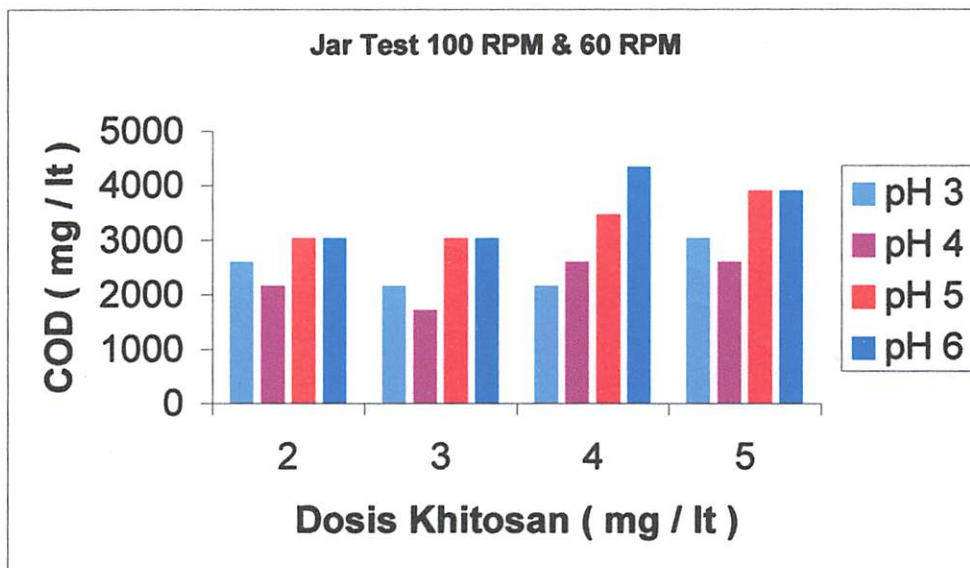
No	pH	Dosis mg/lt	COD (mg/lt)	Persen Penurunan (%)
1.	3	2	2618.18	53.85
2.	3	3	2181.81	61.54
3.	3	4	2181.81	61.54
4.	3	5	3054.54	46.15
5.	4	2	2181.81	61.54
6.	4	3	1745.45	69.23
7.	4	4	2618.182	53.85
8.	4	5	2618.182	53.85
9.	5	2	3054.54	46.15

10.	5	3	3054.54	46.15
11.	5	4	3490.9	38.46
12.	5	5	3927.27	30.77
13.	6	2	3054.54	46.15
14.	6	3	3054.545	46.15
15.	6	4	4363.63	23.08
16.	6	5	3927.27	30.77

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 4.3. konsentrasi akhir COD yang mengalami penurunan terbesar adalah pada pH 4 dengan dosis 3 mg/lt sebesar 1745.45 mg/lt dengan persentase sebesar 69.23 % sedangkan konsentrasi akhir COD yang mengalami penurunan terendah adalah pada pH 6 dengan dosis 4 mg/lt sebesar 4218.18 mg/lt dengan persentase sebesar 23.08 %.

Dari tabel 4.3. dapat diplotkan pada grafik batang yang dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Konsentrasi Akhir COD dengan Koagulan Khitosan Pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)

4.2.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya kesamaan berbagai perlakuan dalam persentase penurunan COD dengan koagulan khitosan, maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji One-way ANOVA. Hasil uji tersebut tersaji pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan COD dengan Koagulan Khitosan

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	14249,5	459,7	20,23	0,000
Error	64	1454,3	22,7		
Total	95	15703,8			

Tabel 4.4. dapat dilihat apakah terdapat perbedaan nyata dalam persentase penurunan COD diantara kelompok perlakuan. Adapun yang diberikan adalah :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = 0$$

(rata-rata sampel tiap perlakuan sama)

$$H_1 : \tau_i \neq 0$$

(ada perlakuan yang rata-ratanya tidak sama)

Pengambilan keputusan berdasarkan :

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima.
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_1 ditolak.

Berdasarkan tabel 4.4 nilai F hitung sebesar 20,23 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 0,613. Karena nilai F hitung lebih besar dari F tabel maka kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Artinya ada beberapa perlakuan berdasarkan kecepatan, pH dan dosis koagulan tidak signifikan atau tidak sama.

4.2.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui kuat lemahnya dan arah hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Analisa Korelasi antara Persentase Penurunan COD dengan Dosis Koagulan Khitosan

		Kecepatan (FM)	Kecepatan (SM)	pH	Dosis Koagulan (mg/l)
% Penurunan COD	Pearson correlation	-0,077	-0,077	-0,696	-0,201
	P-Value	0,455	0,455	0,000	0,049

Dari tabel 4.5 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah :

- Tingkat signifikan persentase penurunan COD dan variasi kecepatan (FM) yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,455 jauh lebih besar dari 0,05 maka korelasinya tidak nyata (tidak signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi kecepatan (FM) adalah -0,077. Hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang lemah karena memiliki nilai dibawah 0,5 ; sedangkan tanda negatif, menyatakan arah hubungan yang bertolak belakang, yang berarti semakin besar kecepatan (FM) maka persentase penurunan COD semakin menurun.
- Tingkat signifikan persentase penurunan COD dan variasi kecepatan (SM) yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,455 jauh lebih besar dari 0,05 maka korelasinya tidak nyata (tidak signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi kecepatan (SM) adalah -0,077. Hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang lemah karena memiliki nilai dibawah 0,5 ; sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar kecepatan (SM) maka persentase penurunan COD semakin menurun.
- Tingkat signifikan persentase penurunan COD dan variasi pH yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi pH adalah -0,696, hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang kuat karena memiliki nilai diatas 0,5. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar pH maka persentase penurunan COD semakin menurun.

- Tingkat signifikan persentase penurunan COD dan variasi dosis koagulan yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,049 lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi dosis koagulan adalah $-0,201$, hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang lemah karena memiliki nilai dibawah 0,5. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar dosis koagulan maka persentase penurunan COD semakin menurun.

4.2.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui apakah variabel bebas dapat memprediksi variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikan prediksi dari hubungan / korelasi data. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.6 dan 4.7

Tabel 4.6 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan COD

Predictor	Coef	T	P
Constant	86,655	11,27	0,000
Kecepatan (FM)	-0,32843	-4,28	0,000
pH	-4,5476	-8,83	0,000
Dosis Koagulan (mg/l)	-0,1945	-0,37	0,710

S = 32,9850

R-Sq = 60,9%

R-Sq(adj) = 59,3%

Tabel 4.7 Hasil Uji Kelinearian Analisa Regresi Persentase Penurunan COD

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	103962	34654	31,85	0,000
Residual	92	100097	1088		
Total	95	204058			

Pada tabel 4.6 dan 4.7 dapat kita ketahui :

1. Persamaan regresi.

$$Y = 86,7 - 0,328 X_1 - 4,55 X_2 - 0,194 X_3$$

Dimana: Y = persentase penurunan COD

X₁ = variasi kecepatan (FM)

X₂ = variasi pH

X₃ = variasi dosis koagulan (mg/l)

Angka sebesar 86,7 menyatakan bahwa jika variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan tidak ada penambahan, maka persentase penurunan COD yang dihasilkan adalah 86,7 %. Koefisien regresi X_1 sebesar - 0,328 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X_1 (variasi kecepatan (FM)) akan menurunkan persentase penurunan COD sebesar 0,328 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Koefisien regresi X_2 sebesar - 4,55 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X_2 (variasi pH) akan menurunkan persentase penurunan COD sebesar 4,55 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Koefisien regresi X_3 sebesar - 0,194 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X_3 akan menurunkan persentase penurunan COD sebesar 0,194 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

2. Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 60,9 %. Hal ini berarti 60,9 % persentase penurunan COD dapat dijelaskan oleh variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan.
3. Dari uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung (tabel 4.7) sebesar 31,85. Dari tabel distribusi F didapatkan F tabel 2,704. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan variabel X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier atau persentase penurunan COD dengan kecepatan, pH dan dosis koagulan mempunyai hubungan linier. Untuk nilai probabilitas 0,000 lebih kecil dari 0,05; maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan COD.
4. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independen (bebas).
 - a. Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu juga sebaliknya. Nilai t tabel adalah 1,662; sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 4.6 adalah -4,28 (variasi kecepatan), -8,83 (variasi pH) dan -0,37 (variasi koagulan). Karena t hitung < t tabel maka koefisien regresi tidak signifikan.

- b. Terlihat bahwa pada tabel 4.11 kolom P adalah 0,000 atau probabilitas lebih kecil dari 0,05 sehingga H_0 ditolak (koefisien regresi signifikan). Dengan demikian variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan COD.

4.3. Analisa Konsentrasi Akhir COD Dengan Koagulan Tawas

4.3.1. Analisa Deskriptif

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir COD pada variasi nilai pH 3, 4, 5, 6 dan variasi dosis tawas 2 mg/lt, 3 mg/lt, 4 mg/lt, 5mg/lt dengan kecepatan 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM) dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Konsentrasi Akhir COD Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)

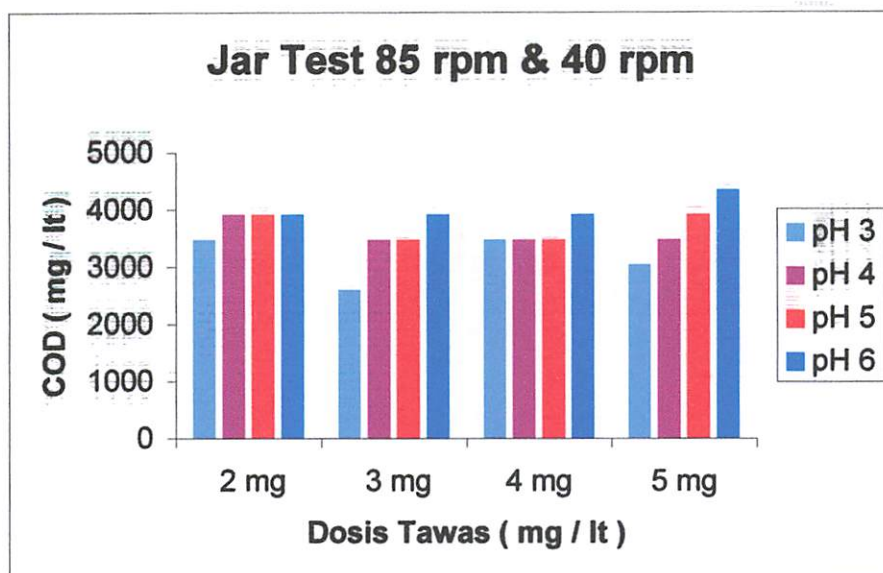
No	pH	Dosis (mg/lt)	COD (mg/lt)	Persen Penurunan (%)
1.	3	2	3490.9	38.46
2.	3	3	2618.18	53.85
3.	3	4	3490.91	38.46
4.	3	5	3054.54	46.15
5.	4	2	3927.27	30.77
6.	4	3	3490.9	38.46
7.	4	4	3490.9	38.46
8.	4	5	3490.9	38.46
9.	5	2	3927.27	30.77
10.	5	3	3490.91	38.46
11.	5	4	3490.9	38.46
12.	5	5	3927.27	30.77
13.	6	2	3927.27	30.77

13.	6	2	3927.27	30.77
14.	6	3	3927.27	30.77
15.	6	4	3927.27	30.77
16.	6	5	4363.63	23.08

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 4.8. konsentrasi akhir COD yang mengalami penurunan terbesar adalah pada pH 3 dengan dosis 3 mg/lt sebesar 2618.18 mg/lt dengan persentase penurunan sebesar 53.85 % sedangkan konsentrasi akhir COD yang mengalami penurunan terendah adalah pada pH 6 dengan dosis 5 mg/lt sebesar 4363.63 mg/lt dengan persentase penurunan sebesar 23.08 %.

Dari tabel 4.8. dapat diplotkan pada grafik batang yang dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Konsentrasi Akhir COD dengan Koagulan Tawas Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)

Berikut ini data konsentrasi akhir COD untuk variasi kecepatan 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM) pada variasi nilai pH 3, 4, 5, 6 dan variasi dosis khitosan 2 mg/lt, 3 mg/lt, 4 mg/lt, 5mg/lt dapat dilihat pada tabel 4.9.

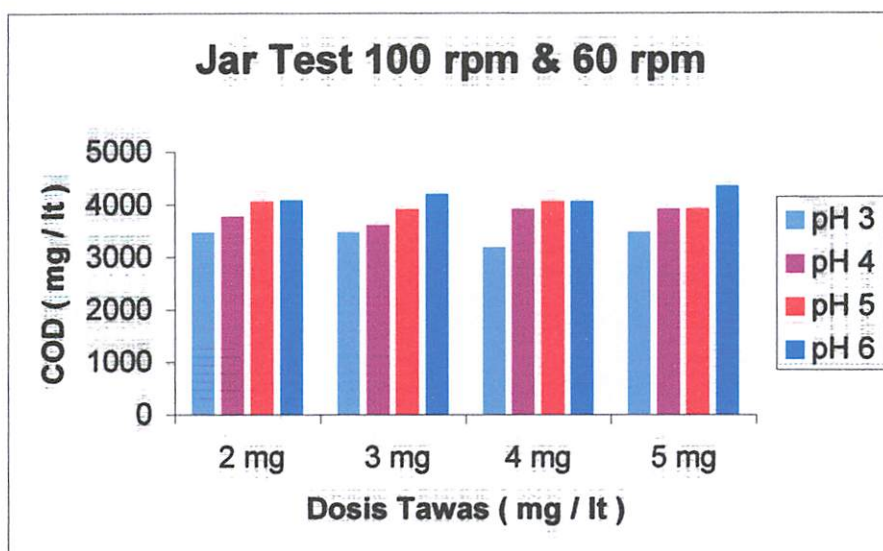
Tabel 4.9. Penurunan COD Pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)

No	pH	Dosis (mg/lt)	COD (mg / lt)	Persen Penurunan (%)
1.	3	2	3490.91	38.46
2.	3	3	3490.91	38.46
3.	3	4	3054.54	46.15
4.	3	5	3490.91	38.46
5.	4	2	3927.27	30.77
6.	4	3	3490.9	38.46
7.	4	4	3927.27	30.77
8.	4	5	3927.27	30.77
9.	5	2	3927.27	30.77
10.	5	3	3927.27	30.77
11.	5	4	3927.27	30.77
12.	5	5	3927.27	30.77
13.	6	2	3927.27	30.77
14.	6	3	4218.18	25.64
15.	6	4	4072.73	28.21
16.	6	5	4363.64	23.08

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 4.9. konsentrasi akhir COD yang mengalami penurunan terbesar adalah pada pH 3 dengan dosis 4 mg/lt sebesar 3054.54 mg/lt dengan persentase penurunan sebesar 46.15 % sedangkan penurunan kandungan COD terendah adalah pada pH 6 dengan dosis 5 mg/lt sebesar 4363 mg/lt dengan persentase penurunan sebesar 23.08 %.

Dari tabel 4.9. dapat diplotkan pada grafik batang yang dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Konsentrasi Akhir COD dengan Koagulan Tawas Pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)

4.3.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya kesamaan berbagai perlakuan dalam persentase penurunan COD dengan koagulan tawas, maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji One-way ANOVA. Hasil uji tersebut tersaji pada tabel 4.10

Tabel 4.10 Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan COD dengan Koagulan Tawas

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	3919,5	126,4	5,20	0,000
Error	64	1555,8	24,3		
Total	95	5475,3			

Tabel 4.10 dapat dilihat apakah terdapat perbedaan nyata dalam persentase penurunan COD diantara kelompok perlakuan. Adapun yang diberikan adalah :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = 0$$

(rata-rata sampel tiap perlakuan sama)

$$H_1 : \tau_i \neq 0$$

(ada perlakuan yang rata-ratanya tidak sama)

Pengambilan keputusan berdasarkan :

- Jika probabilitas > 0,05, H_0 diterima.
- Jika probabilitas < 0,05, H_1 ditolak.

Berdasarkan tabel 4.10 nilai F hitung sebesar 5,20 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 0,613. Karena nilai F hitung lebih besar dari F tabel maka kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Artinya ada beberapa perlakuan berdasarkan kecepatan, pH dan dosis koagulan tidak signifikan atau tidak sama.

4.3.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4.11. Analisa Korelasi antara Persentase Penurunan COD dengan Dosis Koagulan Tawas

		Kecepatan (FM)	Kecepatan (SM)	pH	Dosis Koagulan (mg/l)
% Penurunan COD	Pearson correlation	-0,310	-0,310	-0,643	-0,040
	P-Value	0,002	0,002	0,000	0,700

Dari tabel 4.11 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah :

- Tingkat signifikan persentase penurunan COD dan variasi kecepatan (FM) yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,002 jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi kecepatan (FM) adalah -0,310, hal ini menunjukkan adanya

hubungan korelasi yang lemah karena memiliki nilai dibawah 0,5 Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar kecepatan (FM) maka persentase penurunan COD semakin menurun.

- Tingkat signifikan persentase penurunan COD dan variasi kecepatan (SM) yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,002 jauh lebih kecil dari 0,05 maka hubungan korelasinya nyata (signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi kecepatan (SM) adalah $-0,10$, hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang lemah karena memiliki nilai dibawah 0,5 Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar kecepatan (SM) maka persentase penurunan COD semakin menurun.
- Tingkat signifikan persentase penurunan COD dan variasi pH yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi pH adalah $-0,643$, hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang kuat karena memiliki nilai diatas 0,5. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar pH maka persentase penurunan COD semakin menurun.
- Tingkat signifikan persentase penurunan COD dan variasi dosis koagulan yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,700 jauh lebih besar dari 0,05 maka korelasinya tidak nyata (tidak signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi dosis koagulan adalah $-0,040$, hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang lemah karena memiliki nilai dibawah 0,5 Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar dosis koagulan maka persentase penurunan COD semakin menurun.

4.3.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui apakah variabel bebas dapat memprediksi variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikan prediksi dari hubungan / korelasi data. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.12 dan 4.13.

Tabel 4.12 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan COD

Predictor	Coef	T	P
Constant	101,72	7,91	0,000
Kecepatan (FM)	-0,1288	-1,02	0,310
pH	-7,8910	-9,02	0,000
Dosis Koagulan (mg/l)	-1,4514	-1,69	0,095

S = 63,8820

R-Sq = 57,4%

R-Sq(adj) = 55,7%

Tabel 4.13 Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan COD

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	338624	112875	27,66	0,000
Residual	92	375443	4081		
Total	95	714067			

Pada tabel 4.12 dan 4.13 dapat kita ketahui :

1. Persamaan regresi.

$$Y = 72 - 0,129 X_1 - 7,89 X_2 - 1,45 X_3$$

Dimana :

Y = persentase penurunan COD

X₁ = variasi kecepatan (FM)

X₂ = variasi pH

X₃ = variasi dosis koagulan (mg/l)

Angka sebesar 72 menyatakan bahwa jika variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan tidak ada penambahan, maka persentase penurunan COD yang dihasilkan adalah 72 %. Koefisien regresi X₁ sebesar - 0,129 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 X₁ (variasi kecepatan (FM)) akan menurunkan persentase penurunan COD sebesar 0,129 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Koefisien regresi X₂ sebesar - 7,89 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X₂ (variasi pH) akan menurunkan persentase penurunan COD sebesar 7,89 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Koefisien regresi X₃ sebesar - 1,45 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X₃ (variasi dosis koagulan) akan menurunkan

- persentase penurunan COD sebesar 1,45 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.
2. Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 57,4 %. Hal ini berarti 57,4 %; persentase penurunan COD dapat dijelaskan oleh variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan.
 3. Dari uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung (tabel 4.13) sebesar 27,66. Dari tabel distribusi F didapatkan F tabel 2,704. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan variabel X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier atau persentase penurunan COD dengan kecepatan, pH dan dosis koagulan mempunyai hubungan linier. Untuk nilai probabilitas 0,000 lebih kecil dari 0,05; maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan COD.
 4. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independen (bebas).
 - a. Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu juga sebaliknya. Nilai t tabel adalah 1,662; sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 3 adalah -1,02 (variasi kecepatan), -9,02 (variasi pH) dan -1,69 (variasi koagulan). Karena t hitung < t tabel maka koefisien regresi tidak signifikan.
 - b. Terlihat bahwa pada tabel 4.13 kolom P adalah 0,000 atau probabilitas lebih kecil dari 0,05 sehingga H_0 ditolak (koefisien regresi signifikan). Dengan demikian variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan COD.

4.4. Analisa Konsentrasi Akhir Kekeruhan Dengan Koagulan Khitosan

4.4.1. Analisa Deskriptif

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir kekeruhan pada variasi nilai pH 3, 4, 5, 6 dan variasi dosis khitosan 2 mg/lt, 3 mg/lt, 4 mg/lt, 5mg/lt dengan kecepatan 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM) dapat dilihat pada tabel 4.14.

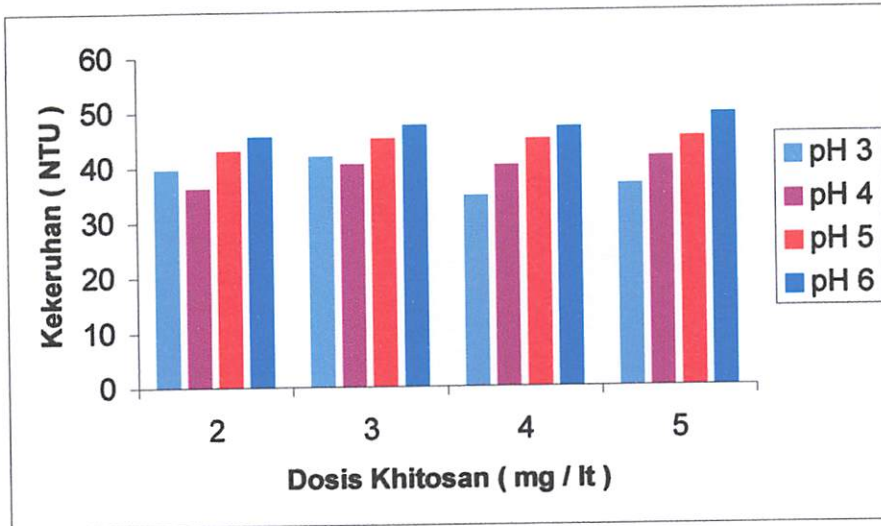
Tabel 4.14. Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)

No	pH	Dosis mg/lt	Kekeruhan (NTU)	Persen Penurunan (%)
1.	3	2	39.8	97.19
2.	3	3	42.0	97.04
3.	3	4	34.7	97.55
4.	3	5	36.7	97.41
5.	4	2	36.2	97.44
6.	4	3	40.6	97.13
7.	4	4	40.2	97.16
8.	4	5	41.7	97.06
9.	5	2	43.2	96.95
10.	5	3	45.2	96.81
11.	5	4	45.0	96.82
12.	5	5	45.2	96.81
13.	6	2	45.7	96.77
14.	6	3	47.6	96.64
15.	6	4	47.1	96.67
16.	6	5	49.1	96.51

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 4.14. penurunan konsentrasi akhir kekeruhan yang mengalami penurunan terbesar adalah pada pH 3 dengan dosis 4 mg/lt sebesar 34.7 NTU dengan persentase penurunan sebesar 97.55 % sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan yang mengalami penurunan terendah adalah pada pH 6 dengan dosis 5 mg/lt sebesar 49.1 NTU dengan persentase penurunan sebesar 96.51 %.

Dari tabel 4.14. dapat diplotkan pada grafik batang yang dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Konsentrasi Akhir Kekeruhan dengan Koagulan Khitosan Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)

Berikut ini data konsentrasi akhir COD untuk variasi kecepatan 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM) pada variasi nilai ph 3, 4, 5, 6 dan variasi dosis khitosan 2 mg/lt, 3 mg/lt, 4 mg/lt, 5mg/lt dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15. Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)

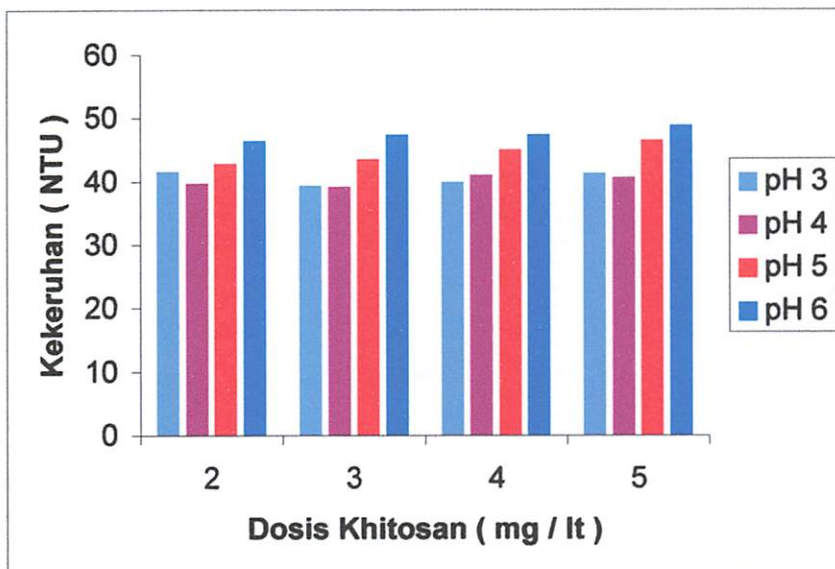
No	pH	Dosis (mg/lt)	Kekeruhan (NTU)	Persen Penurunan (%)
1.	3	2	41.7	97.06
2.	3	3	39.5	97.21
3.	3	4	40.0	97.18
4.	3	5	41.4	97.08
5.	4	2	39.8	97.19
6.	4	3	39.2	97.23
7.	4	4	41.1	97.10
8.	4	5	40.7	97.13

9.	5	2	43.0	96.97
10.	5	3	43.7	96.92
11.	5	4	45.1	96.82
12.	5	5	46.6	
13.	6	2	46.5	96.72
14.	6	3	47.4	96.65
15.	6	4	47.4	96.65
16.	6	5	48.9	96.55

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 4.15. konsentrasi akhir kekeruhan yang mengalami penurunan terbesar adalah pada pH 4 dengan dosis 3 mg/lt sebesar 39.2 NTU dengan persentase penurunan sebesar 97.23 % sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan yang mengalami penurunan terendah adalah pada pH 6 dengan dosis 5 mg/lt sebesar 48.9 NTU dengan persentase penurunan sebesar 96.55 %.

Dari tabel 4.15. dapat diplotkan pada grafik batang yang dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Konsentrasi Akhir Kekeruhan dengan Koagulan Khitosan Pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)

4.4.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya kesamaan berbagai perlakuan dalam persentase penurunan kekeruhan dengan koagulan khitosan, maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji One-way ANOVA. Hasil uji tersebut tersaji pada tabel 4.16

Tabel 4.16 Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan Kekeruhan dengan Koagulan Khitosan

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	6,63106	0,21391	63,27	0,000
Error	64	0,21637	0,00338		
Total	95	6,84743			

Dari tabel 4.16 dapat dilihat apakah terdapat perbedaan nyata dalam persentase penurunan kekeruhan diantara kelompok perlakuan. Adapun yang diberikan adalah :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = 0$$

(rata-rata sampel tiap perlakuan sama)

$$H_1 : \tau_i \neq 0$$

(ada perlakuan yang rata-ratanya tidak sama)

Pengambilan keputusan berdasarkan :

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima.
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_1 ditolak.

Berdasarkan tabel 4.16 nilai F hitung sebesar 63,27 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 63,27. Karena nilai F hitung lebih besar dari F tabel maka kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Artinya ada beberapa perlakuan berdasarkan kecepatan, pH dan dosis koagulan tidak signifikan atau tidak sama.

4.4.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.17

Tabel 4.17 Analisa Korelasi antara Persentase Penurunan Kekeruhan dengan Dosis Koagulan Khitosan

		Kecepatan (FM)	Kecepatan (SM)	pH	Dosis Koagulan (mg/l)
% Penurunan Kekeruhan	Pearson correlation	-0,096	-0,096	-0,850	-0,147
	P-Value	0,354	0,354	0,000	0,152

Dari tabel 4.17 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah :

- Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dan variasi kecepatan (FM) yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,354 jauh lebih besar dari 0,05 maka korelasinya tidak nyata (tidak signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi kecepatan (FM) adalah $-0,096$ hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang lemah karena memiliki nilai dibawah 0,5. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar kecepatan (FM) maka persentase penurunan kekeruhan semakin menurun.
- Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dan variasi kecepatan (SM) yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,354 jauh lebih besar dari 0,05 maka korelasinya tidak nyata (tidak signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi kecepatan (SM) adalah $-0,096$, hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang lemah karena memiliki nilai dibawah 0,5. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar kecepatan (SM) maka persentase penurunan kekeruhan semakin menurun.
- Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dan variasi pH yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD

dengan variasi pH adalah $-0,850$, hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang kuat karena memiliki nilai di atas $0,5$. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar pH maka persentase penurunan kekeruhan semakin menurun.

- Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dan variasi dosis koagulan yang ditunjukkan dengan nilai P-Value $0,152$ lebih besar dari $0,05$ maka korelasinya tidak nyata (tidak signifikan). Besar hubungan persentase penurunan COD dengan variasi dosis koagulan adalah $-0,147$, hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang lemah karena memiliki nilai dibawah $0,5$. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar dosis koagulan maka persentase penurunan kekeruhan semakin menurun.

4.4.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui apakah variabel bebas dapat memprediksi variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikan prediksi dari hubungan / korelasi data. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.18 dan 4.19.

Tabel 4.18. Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan

Predictor	Coef	T	P
Constant	99,3001	0,1095	0,000
Kecepatan (FM)	-0,029416	0,001091	0,000
pH	-0,139308	0,007321	0,000
Dosis Koagulan (mg/l)	-0,012032	0,007320	0,104

S = 0,785316

R-Sq = 92,2%

R-Sq(adj) = 92,0%

Tabel 4.19. Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	672,94	224,31	363,72	0,000
Residual	92	56,74	0,62		
Total	95	729,68			

Pada tabel 4.18 dan 4.19 dapat kita ketahui :

1. Persamaan regresi.

$$Y = 99,3 - 0,0294 X_1 - 0,139 X_2 - 0,0120 X_3$$

Dimana :

Y = persentase penurunan kekeruhan

X₁ = variasi kecepatan (FM)

X₂ = variasi pH

X₃ = variasi dosis koagulan (mg/l)

Angka sebesar 99,3 menyatakan bahwa jika variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan tidak ada penambahan, maka persentase penurunan kekeruhan yang dihasilkan adalah 99,3 %. Koefisien regresi X₁ sebesar - 0,0294 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X₁ akan menurunkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0,0294 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Koefisien regresi X₂ sebesar - 0,139 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X₂ (variasi pH) akan menurunkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0,139 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Koefisien regresi X₃ sebesar - 0,0120 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X₃ (variasi dosis koagulan) akan menurunkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0,0120 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

2. Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 92,2%. Hal ini berarti 92,2% persentase penurunan kekeruhan dapat dijelaskan oleh variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan.

3. Dari uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung (tabel 19) sebesar 363,72. Dari tabel distribusi F didapatkan F tabel 2,704. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan variabel X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier atau persentase penurunan kekeruhan dengan kecepatan, pH dan dosis koagulan mempunyai hubungan linier. Untuk nilai probabilitas 0,000 lebih kecil dari 0,05; maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan kekeruhan.

4. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independen (bebas).
 - a. Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu juga sebaliknya. Nilai t tabel adalah 1,662; sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 3 adalah -0,029416 (variasi kecepatan), -0,139308 (variasi pH) dan -0,012032 (variasi koagulan). Karena t hitung < t tabel maka koefisien regresi tidak signifikan.
 - b. Terlihat bahwa pada tabel 4.18 kolom P adalah 0,000 atau probabilitas lebih kecil dari 0,05 sehingga H_0 ditolak (koefisien regresi signifikan). Dengan demikian variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kekeruhan.

4.5. Analisa Konsentrasi Akhir Kekeruhan Dengan Koagulan Tawas

4.5.1. Analisa Deskriptif

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka data konsentrasi akhir kekeruhan pada variasi nilai pH 3, 4, 5, 6 dan variasi dosis tawas 2 mg/lt, 3 mg/lt, 4 mg/lt, 5mg/lt dengan kecepatan 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM) dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20. Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)

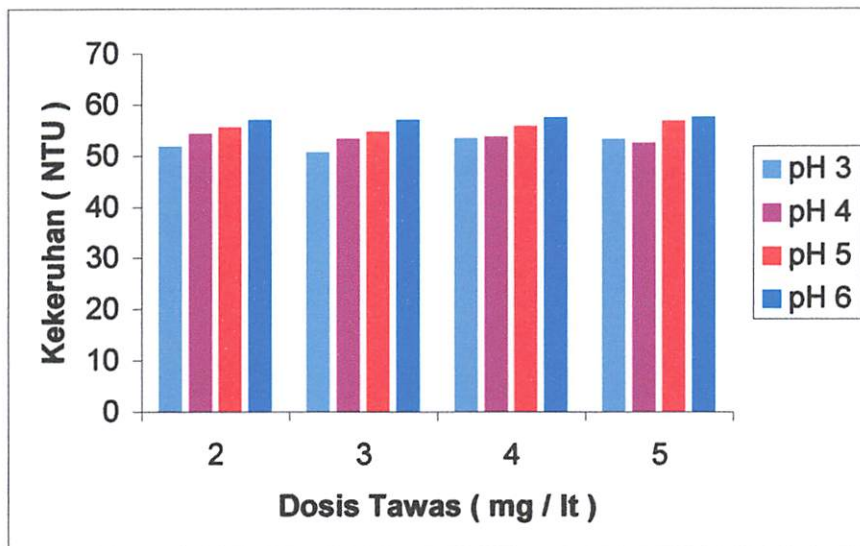
No	pH	Dosis (mg/lt)	Kekeruhan (NTU)	Persen Penurunan (%)
1.	3	2	52.0	96.33
2.	3	3	50.8	96.41
3.	3	4	53.6	96.22
4.	3	5	53.4	96.23
5.	4	2	54.5	96.15
6.	4	3	53.5	96.22
7.	4	4	53.9	96.20
8.	4	5	52.6	96.29
9.	5	2	55.7	96.07

10.	5	3	54.8	96.13
11.	5	4	55.9	96.06
12.	5	5	56.9	95.98
13.	6	2	57.2	95.97
14.	6	3	57.2	95.97
15.	6	4	57.6	95.94
16.	6	5	57.7	95.93

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 4.20. konsentrasi akhir kekeruhan yang mengalami penurunan terbesar adalah pada pH 3 dengan dosis 3 mg/lit sebesar 50.8 NTU dengan persentase penurunan 96.41 % sedangkan konsentrasi akhir kekeruhan yang mengalami penurunan terendah adalah pada pH 6 dengan dosis 5 mg/lit sebesar 57.7 NTU dengan persentase penurunan sebesar 95.93 % .

Dari tabel 4.20. dapat diplotkan pada grafik batang yang dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. Konsentrasi Akhir Kekeruhan dengan Kogulan Khitosan Pada Kecepatan Jar Test 85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM)

Berikut ini adalah data konsentrasi akhir kekeruhan pada variasi kecepatan pengadukan 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM) pada variasi nilai pH 3, 4, 5, 6 dan variasi dosis tawas 2 mg/lt, 3 mg/lt, 4 mg/lt, 5mg/lt, dapat dilihat pada tabel 4.21.

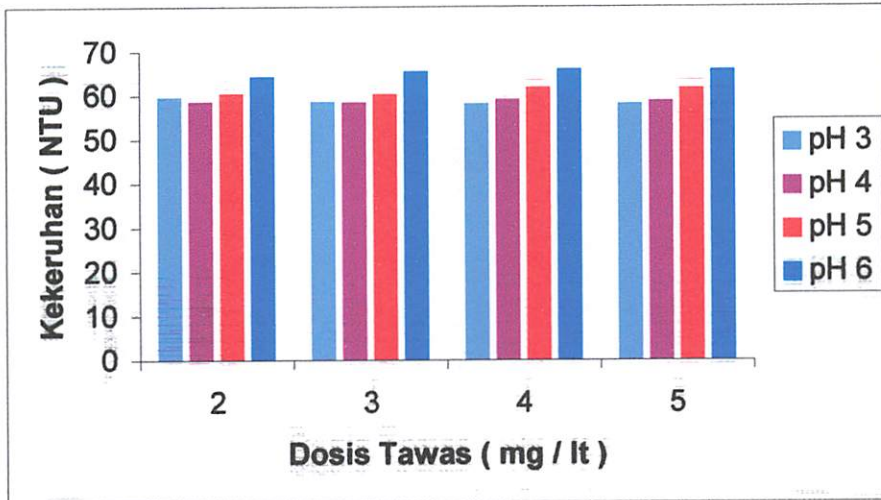
Tabel 4.21. Konsentrasi Akhir Kekeruhan Pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)

No	pH	Dosis (mg/lt)	Kekeruhan (NTU)	Persen Penurunan (%)
1.	3	2	59.8	95.78
2.	3	3	58.2	95.89
3.	3	4	58.3	95.88
4.	3	5	58.7	95.86
5.	4	2	58.8	95.85
6.	4	3	58.7	95.86
7.	4	4	59.2	95.82
8.	4	5	58.9	95.85
9.	5	2	60.6	95.72
10.	5	3	60.4	95.74
11.	5	4	61.9	95.63
12.	5	5	61.8	95.64
13.	6	2	64.5	95.45
14.	6	3	65.6	95.37
15.	6	4	66.1	95.34
16.	6	5	65.9	95.35

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 4.21. penurunan nilai kekeruhan terbesar adalah pada pH 3 dengan dosis 3 mg/lt sebesar 58.27 NTU dengan persentase penurunan sebesar 95.89 % sedangkan penurunan nilai kekeruhan terendah adalah pada pH 6 dengan dosis 4 mg/lt sebesar 66.1 NTU dengan persentase penurunan 95.34 %.

Dari tabel 4.21. dapat diplotkan pada grafik batang yang dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. Penurunan Kekeruhan dengan Khitosan Pada Kecepatan Jar Test 100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)

4.5.2. Analisa ANOVA

Untuk mengetahui ada tidaknya kesamaan berbagai perlakuan dalam persentase penurunan kekeruhan dengan koagulan tawas, maka dilakukan analisa dengan menggunakan uji One-way ANOVA. Hasil uji tersebut tersaji pada tabel 4.22

Tabel 4.22 Hasil Uji ANOVA Persentase Penurunan Kekeruhan dengan Koagulan Tawas

Source	DF	SS	MS	F	P
Perlakuan	31	7,53731	0,24314	197,11	0,000
Error	64	0,07894	0,00123		
Total	95	7,61625			

Tabel 4.22 dapat dilihat apakah terdapat perbedaan nyata dalam persentase penurunan kekeruhan diantara kelompok perlakuan. Adapun yang diberikan adalah :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = 0$$

(rata-rata sampel tiap perlakuan sama)

$$H_1 : \tau_i \neq 0$$

(ada perlakuan yang rata-ratanya tidak sama)

Pengambilan keputusan berdasarkan :

- Jika probabilitas $> 0,05$, H_0 diterima.
- Jika probabilitas $< 0,05$, H_1 ditolak.

Berdasarkan tabel 4.22 nilai F hitung sebesar 197,11 dan jika dilihat pada tabel distribusi F, nilai F tabel adalah 0,613. Karena nilai F hitung lebih besar dari F tabel maka kesimpulannya adalah menolak hipotesis awal (H_0). Artinya ada beberapa perlakuan berdasarkan kecepatan, pH dan dosis koagulan tidak signifikan atau tidak sama.

4.5.3. Analisa Korelasi

Untuk mengetahui ada atau tidaknya dan kuat lemahnya hubungan antara variabel yang diamati, maka digunakan analisa korelasi. Hasil analisa korelasi dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.23. Analisa Korelasi antara Persentase Penurunan Kekeruhan dengan Dosis Koagulan Tawas

		Kecepatan (FM)	Kecepatan (SM)	pH	Dosis Koagulan (mg/l)
% Penurunan Kekeruhan	Pearson correlation	-0,783	-0,783	-0,553	-0,048
	P-Value	0,000	0,000	0,000	0,644

Dari tabel 4.25 menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara variabel yang dapat diketahui dari koefisien korelasi adalah :

- Besar hubungan persentase penurunan kekeruhan dengan variasi kecepatan (FM) adalah -0,753. Hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang kuat karena memiliki nilai diatas 0,5. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar kecepatan (FM) maka persentase penurunan kekeruhan semakin menurun. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dan variasi kecepatan (FM) yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan).
- Besar hubungan persentase penurunan kekeruhan dengan variasi kecepatan (SM) adalah -0,753. Hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang kuat karena memiliki nilai diatas 0,5. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar kecepatan (SM) maka persentase penurunan kekeruhan semakin menurun. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dan variasi kecepatan (SM) yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan).
- Besar hubungan persentase penurunan kekeruhan dengan variasi pH adalah -0,553. Hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang kuat karena memiliki nilai diatas 0,5. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar pH maka persentase penurunan kekeruhan semakin menurun. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dan variasi pH yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,000 jauh lebih kecil dari 0,05 maka korelasinya nyata (signifikan).
- Besar hubungan persentase penurunan kekeruhan dengan variasi dosis koagulan adalah -0,048. Hal ini menunjukkan adanya hubungan korelasi yang lemah karena memiliki nilai dibawah 0,5. Sedangkan tanda negatif, menyatakan hubungan bertolak belakang, yang berarti semakin besar dosis koagulan maka persentase penurunan kekeruhan semakin menurun. Tingkat signifikan persentase penurunan kekeruhan dan variasi dosis koagulan yang ditunjukkan dengan nilai P-Value 0,644 jauh lebih besar dari 0,05 maka korelasinya tidak nyata (tidak signifikan).

4.5.4. Analisa Regresi

Untuk mengetahui apakah variabel bebas dapat memprediksi variabel terikat digunakan uji regresi, sehingga diketahui ketepatan dan atau signifikan prediksi dari hubungan / korelasi data. Hasil analisa tersebut dapat kita lihat pada tabel 4.24 dan 4.25

Tabel 4.24 Koefisien Persamaan Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan

Predictor	Coef	T	P
Constant	98,3275	531,67	0,000
Kecepatan (FM)	-0,003426	-1,86	0,066
pH	-0,20321	-16,44	0,000
Dosis Koagulan (mg/l)	-0,03515	-2,84	0,005

S = 1,33345

R-Sq = 75,4%

R-Sq(adj) = 74,6%

Tabel 4. 25 Hasil Uji Kelinieran Analisa Regresi Persentase Penurunan Kekeruhan

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	500,82	166,94	93,89	0,000
Residual	92	163,58	1,78		
Total	95	664,40			

Pada tabel 4.24 dan 4.25 dapat kita ketahui :

1. Persamaan regresi.

$$Y = 98,3 - 0,00343 X_1 - 0,203 X_2 - 0,0351 X_3$$

Dimana :

Y = persentase penurunan kekeruhan

X₁ = variasi kecepatan (FM)

X₂ = variasi pH

X₃ = variasi dosis koagulan (mg/l)

Angka sebesar 98,3 menyatakan bahwa jika variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan tidak ada penambahan, maka persentase penurunan kekeruhan yang dihasilkan adalah 98,3 %. Koefisien regresi X₁ sebesar - 0,00343 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X₁ (variasi kecepatan (FM)) akan

menurunkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0,00343 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Koefisien regresi X_2 sebesar - 0,203 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X_2 (variasi pH) akan menurunkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0,203 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan. Koefisien regresi X_3 sebesar - 0,0351 menyatakan bahwa setiap penambahan 1 satuan X_3 (variasi dosis koagulan) akan menurunkan persentase penurunan kekeruhan sebesar 0,0351 kali dengan anggapan variabel lain besarnya konstan.

2. Dari hasil analisa regresi juga didapatkan nilai R square sebesar 75,4 %. Hal ini berarti 75,4 %, persentase penurunan kekeruhan dapat dijelaskan oleh variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan.
3. Dari uji kelinieran untuk analisa regresi atau F test, didapat nilai F hitung (tabel 4.24) sebesar 93,89. Dari tabel distribusi F didapatkan F tabel 2,704. Karena F hitung lebih besar dari F tabel, maka kesimpulannya adalah variabel Y (variabel terikat) dengan variabel X (variabel bebas) mempunyai hubungan linier atau persentase penurunan kekeruhan dengan kecepatan, pH dan dosis koagulan mempunyai hubungan linier. Untuk nilai probabilitas 0,000 lebih kecil dari 0,05; maka model regresi bisa dipakai untuk memprediksi persentase penurunan kekeruhan.
4. Uji t untuk menguji signifikan konstanta dan variabel independen (bebas).
 - a. Dengan membandingkan statistik t hitung dengan statistik t tabel. Jika statistik t hitung < statistik t tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak dan begitu juga sebaliknya. Nilai t tabel adalah 1,662; sedangkan nilai t hitung berdasarkan tabel 3 adalah -1,86 (variasi kecepatan), -16,44 (variasi pH) dan -2,84 (variasi koagulan). Karena t hitung < t tabel maka koefisien regresi tidak signifikan.
 - b. Terlihat bahwa pada tabel 4.23 kolom P adalah 0,000 atau probabilitas lebih kecil dari 0,05 sehingga H_0 ditolak (koefisien regresi signifikan). Dengan demikian variasi kecepatan, pH dan dosis koagulan berpengaruh secara signifikan terhadap persentase penurunan kekeruhan.

4.6 Pembahasan

Karakteristik limbah cair penyamakan kulit yang dapat dilihat pada tabel 4.1 menunjukkan kandungan COD dan kekeruhan yang sangat tinggi sehingga tidak layak untuk dibuang ke badan air karena tidak sesuai dengan standar baku mutu limbah cair yang tertuang dalam SK Gubernur No. 45 tahun 2002.

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Alaerts dan Santika, 1987). Suplai Oksigen bagi bakteri akan berkurang seiring dengan berkurangnya oksigen terlarut dalam perairan sehingga bakteri-bakteri tersebut akan mati kekurangan oksigen. Proses dekomposisi selanjutnya akan dilanjutkan oleh bakteri anaerobik yang menghasilkan gas-gas beracun. Untuk itu diperlukan pengolahan limbah cair yang bertujuan untuk menurunkan kandungan COD sehingga tidak membahayakan lingkungan dan ekosistem yang ada didalamnya dimana limbah cair akan dibuang.

Kekeruhan adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air sungai, kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun segi kualitas air itu sendiri (C. Fred Gurnhaam dalam Sugiharto). Air limbah dengan kekeruhan yang sangat tinggi jika dibuang ke dalam badan air akan menghambat masuknya cahaya matahari yang mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dalam ekosistem perairan tersebut.

Pada penelitian kali ini digunakan koagulan khitosan dan tawas untuk menurunkan kandungan COD dan kekeruhan pada limbah cair penyamakan kulit dan metode yang digunakan adalah koagulasi flokulasi dengan menggunakan alat Jar Test.

4.6.1. Khitosan Sebagai Koagulan Dan Flokulan pada Limbah Cair

Mekanisme khitosan sebagai koagulan dan flokulan dalam menurunkan kandungan COD dan kekeruhan pada limbah cair penyamakan kulit yaitu :

- Gugus Amino (NH_2) pada khitosan mempunyai muatan positif dimana nantinya akan mengikat partikel limbah yang bermuatan negatif menjadi senyawa yang lebih stabil yang akhirnya akan membentuk partikel flokulan yang lebih besar sehingga dapat mengendap. Khitosan merupakan golongan homopolisakarida yang berbeda dengan golongan homopolisakarida lainnya yang pada umumnya bermuatan negatif dikarenakan khitosan bermuatan positif. Limbah penyamakan kulit terdiri dari koloid yang bermuatan negatif karena pada umumnya limbah cair yang mengandung unsur protein dan mikrobia bermuatan negatif. Gugus hidroksi pada khitosan bermuatan positif. Dari ikatan antara partikel koloid dan koagulan tersebut akan membentuk senyawa yang kompleks dan stabil sehingga akan membentuk ukuran yang lebih besar yang kemudian akan terendapkan dengan baik. Jadi dengan adanya kedua gugus tersebut menyebabkan khitosan lebih efektif jika dibandingkan koagulan tawas. Pada tawas hanya ion Al^{3+} yang mengikat partikel dari limbah. Selain itu khitosan sangat efektif dalam mengikat bakteri (Sabina dkk dalam Diah 2003).
- Waktu pengendapan yang diperlukan khitosan untuk mengendapkan partikel flokulan lebih singkat daripada koagulan tawas , hal ini disebabkan karena berat molekul khitosan lebih besar daripada berat molekul tawas. Berat molekul khitosan $1,2 \times 10^5$, sedangkan berat molekul dari tawas 666 (Bastaman 1990 dalam Diah 2003), sehingga setelah khitosan berikatan dengan partikel yang ada dalam limbah berat molekul yang terbentuk akan lebih besar lagi. Jadi hal inilah yang menyebabkan waktu pengendapan dari khitosan lebih singkat daripada tawas.

- Selain dari hal diatas yang mengakibatkan khitosan lebih efektif jika dibandingkan tawas adalah pelarut dari khitosan itu sendiri. Khitosan dapat larut dalam asam asetat , jadi dalam penggunaan khitosan sebagai koagulan juga menghadirkan senyawa lain yaitu asam asetat, dimana kehadiran molekul lain terutama molekul lain yang berbeda muatan akan mempengaruhi proses koagulasi flokulasi.

4.6.2. Optimalisasi Perlakuan Proses Koagulasi Flokulasi Terhadap Penurunan COD dan Kekeruhan Menggunakan Koagulan Khitosn dan Tawas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan koagulan khitosan dan tawas berdasarkan optimasi proses secara berurutan dari variasi pH (3;4;5;6), variasi dosis koagulan (2;3;4;5 mg/l) dan variasi pengadukan (85 rpm (FM) dan 40 rpm (SM) dengan (100 rpm (FM) dan 60 rpm (SM)) telah terbukti berpengaruh dalam menurunkan kandungan COD dan kekeruhan pada limbah cair penyamakan kulit.

Percobaan memvariasikan nilai pH (3;4;5;6) diperoleh dari pertimbangan bahwa kogulan khitosan larut dalam kondisi asam. Dimana pH yang paling efektif untuk khitosan adalah pada pH 3, dibandingkan pada pH 4, 5, dan 6 sehingga lebih optimal dalam menurunkan COD dan kekeruhan. Hal ini dikarenakan pada pH 3 kondisi yang terbentuk adalah koagulasi *sweep* (koagulasi yang tidak membutuhkan banyak netralisasi muatan permukaan dikarenakan sifat koagulan dan komponen koloid ada pada kondisi optimum) sehingga mampu menurunkan COD dan kekeruhan lebih banyak (Purnama, 1999 dalam Puspasari 2005). Sedangkan pada pH 4, 5 dan 6 kondisi larutan kurang asam dibandingkan pH 3 yang mengakibatkan mekanisme koagulasi yang terjadi adalah netralisasi muatan koloid berlebih sehingga menyebabkan kondisi koloid stabil kembali.

Untuk perlakuan variasi dosis koagulan baik khitosan maupun tawas berdasarkan pH optimum 3 menunjukkan bahwa pada dosis 3 - 4 mg/l mempunyai kemampuan paling tinggi dalam menurunkan kandungan COD dan kekeruhan dibandingkan dosis 2 mg/l dan 5 mg/l, hal ini dikarenakan

perlakuan variasi putaran pengadukan juga memberikan pengaruh terhadap penurunan COD. Dari penelitian ini digunakan 2 variasi putaran pengadukan yaitu : 85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm (pengadukan lambat) ; 100 rpm (pengadukan cepat) dan 60 rpm (pengadukan lambat). Diperoleh hasil penurunan tertinggi pada COD adalah pada pengadukan 85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm (pengadukan lambat) pada proses koagulasi flokulasi baik pada penggunaan koagulan khitosan maupun tawas. Hal ini dikarenakan proses koagulasi flokulasi dipengaruhi oleh desain gradien kecepatan yang ditujukan untuk proses mixing di flokulasi. Putaran pengadukan harus kurang atau sama dengan 100 rpm untuk koagulasi (pengadukan cepat) agar pembentukan *pint pont flock* menjadi semakin bertambah. Semakin turun gradien kecepatan pada mixing flokulasi maka akan meningkatkan pertambahan partikel koloid secara perlahan menjadi bentuk flok dengan ukuran diskrit yang mudah diendapkan. Sedangkan putaran pengadukan kurang atau sama 60 rpm untuk flokulasi agar *pint pont flock* yang telah terbentuk dapat digabungkan dengan gaya tumbukan menjadi flok – flok yang lebih besar dan tidak terpecah lagi sehingga lebih banyak mengalami proses sedimentasi, hal ini mempengaruhi bahwa semakin pelan putaran pengadukan yang digunakan maka akan semakin meningkatkan pembentukan flok – flok menjadi ukuran yang lebih besar untuk diendapkan (Puspasari, 2005). Sehingga tingkat penurunan partikel koloid dari COD dan kekeruhan pada limbah cair penyamakan kulit lebih tinggi.

4.6.3. Perbandingan Penurunan COD Dengan Menggunakan Koagulan Khitosan Dan Tawas

Dari hasil penelitian limbah cair penyamakan kulit didapatkan konsentrasi awal COD sebesar 5527,27 mg/lit dan setelah dilakukan proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan koagulan khitosan, didapatkan konsentrasi akhir yang mengalami penurunan terbesar adalah pada variasi pH 3 dan dosis 4 mg/lit dengan putaran pengadukan (85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm (pengadukan lambat)) sebesar 1309 mg/lit dengan persentase penurunan sebesar 76.92 % (Tabel 4.2), sedangkan konsentrasi

akhir untuk proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan koagulan tawas penurunan terbesar adalah pada variasi pH 3 dan dosis 3 mg/lt dengan putaran pengadukan (85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm (pengadukan lambat) sebesar 2618.18 mg/lt dengan persentase penurunan sebesar 53.85 % (Tabel 4.8).

Pada grafik penurunan COD dengan koagulan khitosan dan tawas (Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3, Gambar 4.4) terlihat bahwa pada range dosis 3 – 4 mg/lt pada pH 3, penurunan COD terlihat lebih besar (optimum) dibandingkan pada dosis 2 dan 5 mg/lt, hal ini dikarenakan pada dosis 2 mg/lt kondisi larutan belum terdestabilisasi secara maksimum sedangkan pada dosis 5 mg/lt kondisi larutan telah stabil kembali hal ini dikarenakan kelebihan dosis koagulan akan membuat flokulan yang telah terbentuk larut kembali dalam air limbah sehingga molekul – molekul ini akan menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan elektrisnya. Pada pH 4,5,6 terlihat kecenderungan nilai COD semakin naik, hal ini dikarenakan koagulan khitosan dapat larut dengan baik pada pH yang lebih asam (pH 3) dan penambahan nilai pH membuat kondisi larutan mengalami netralisasi muatan sehingga menyebabkan larutan stabil kembali.

4.6.4. Perbandingan Penurunan Kekeruhan Dengan Menggunakan Koagulan Khitosan Dan Tawas

Dari hasil penelitian limbah cair penyamakan kulit didapatkan konsentrasi awal kekeruhan sebesar 1418 ntu dan setelah dilakukan proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan koagulan khitosan, didapatkan konsentrasi akhir yang mengalami penurunan kekeruhan terbesar adalah pada variasi pH 3 dan dosis 4 mg/lt dengan putaran pengadukan (85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm (pengadukan lambat) sebesar 34.73 NTU dengan persentase penurunan sebesar 97.55 % (Tabel 4.14), sedangkan konsentrasi akhir untuk proses koagulasi flokulasi dengan menggunakan koagulan tawas penurunan terbesar adalah pada variasi pH 3 dan dosis 3 mg/lt dengan putaran pengadukan (85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm

(pengadukan lambat)) sebesar 50.9 NTU dengan persentase penurunan sebesar 96.41 % (Tabel 4.20).

Pada grafik penurunan kekeruhan dengan koagulan khitosan dan tawas (Gambar 4.5, Gambar 4.6, Gambar 4.7, Gambar 4.8) terlihat bahwa pada range dosis 3 – 4 mg/lt pada pH 3, penurunan kekeruhan terlihat lebih besar (telah optimum) dibandingkan pada dosis 2 dan 5 mg/lt, hal ini dikarenakan pada dosis 2 mg/lt kondisi larutan belum terdestabilisasi secara maksimum sedangkan pada dosis 5 mg/lt kondisi larutan telah stabil kembali hal ini dikarenakan kelebihan dosis koagulan akan membuat flokulan yang telah terbentuk larut kembali dalam air limbah sehingga molekul – molekul ini akan menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan listriknya. Pada pH 4,5,6 terlihat kecenderungan nilai COD semakin naik, hal ini dikarenakan koagulan khitosan dapat larut dengan baik pada pH yang lebih asam (pH 3) dan penambahan nilai pH membuat kondisi larutan mengalami netralisasi muatan sehingga menyebabkan larutan stabil kembali.

Dalam penelitian ini koagulan khitosan telah memenuhi kriteria pengolahan limbah cair secara fisik dan kimia, hal ini dikarenakan kemampuannya dalam menurunkan kandungan COD sebesar 76.92 % dan kekeruhan sebesar 97.55 %, meskipun nilai COD nya masih belum memenuhi standard baku mutu yang telah ditetapkan untuk limbah cair penyamakan kulit.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Koagulan khitosan dan koagulan tawas mampu menurunkan kandungan COD dan kekeruhan yang terdapat pada limbah cair penyamakan kulit. Penggunaan koagulan khitosan lebih baik dibandingkan koagulan tawas dalam menurunkan kandungan COD dan kekeruhan pada limbah cair penyamakan kulit.
2. Untuk koagulan khitosan, dosis optimum adalah 4 mg/lt, pH optimum 3 dengan variasi putaran pengadukan (85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm (pengadukan lambat) menghasilkan konsentrasi akhir COD 1309.09 mg/lt dengan persentase penurunan sebesar 76.92 % dan kekeruhan 34.73 NTU dengan persentase penurunan sebesar 97.55 %. Sedangkan untuk koagulan tawas, dosis optimum adalah 3 mg/lt pad pH optimum 3 dengan variasi putaran pengadukan (85 rpm (pengadukan cepat) dan 40 rpm (pengadukan lambat) menghasilkan konsentrasi akhir COD 2618.18 mg/lt dengan persentase penurunan sebesar 53.85 % dan kekeruhan 50.87 NTU dengan persentase penurunan sebesar 96.41 %.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan pengolahan lanjutan terhadap limbah cair penyamakan kulit karena konsentrasi akhir COD masih belum memenuhi standard baku mutu limbah cair penyamakan kulit.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan koagulan khitosan untuk mengolah limbah cair yang mengandung logam berat supaya bisa diaplikasikan lebih luas.

Daftar Pustaka

- Alaerts G. dan Santika S.S., 1987. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional Surabaya.
- Al-Layla, M.A., Ahmad, S. and Middlebrooks, E.J (1980). *Water Supply Engineering Design*. Ann Arbor Science. Michigan.
- Anonim, Teknologi, Sains, 2006. Chitosan Dari Limbah Udang dan Rajungan Bisa Gantikan Formalin.
- Bastaman, dkk., 1990. *Penelitian Limbah Udang Sebagai Bahan Industri Khitin Dan Khitosan*. BBIHP, Bogor.
- Benefield, L. D., Judkins, Jr., and Weand. B. L., 1985. *Process Chemistry For Water And Waste Water Treatment*. Prentice Hall.
- Degremont, 1991. *Water Treatment Hand Book*. 6th Edition. John Wiley and Sons.
- Hong, K. NO, S.P Meyers, K.S lee, 1989. *Isolation And Characterization of Chitin From Crawfish Shril Waste*.
- Infusiyanti, Diah, 2003. *Uji Kemampuan hasil ekstraksi Limbah Udang Sebagai Koagulan Dan Flokulan Untuk Menurunkan Kekeruhan Limbah Cair Monosodium Glutamat*. Skripsi Teknik Lingkungan, ITS Surabaya.
- Iriawan, Nur dkk. (2006). *Mengolah Data Statistik Dengan Menggunakan Minitab 14*, CV.Andi Offset , Yogyakarta.
- Juli Puspasari, Ni Ketut, 2005. *Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil untuk Proses Penurunan Warna dan Kandungan Organik dengan Koagulan Khitosan dari limbah Perikanan*. Skripsi Teknik Lingkungan, ITN Malang.
- Masschelein, W.J., 1992. *Unit Processes in Drinking Water Treatment* 2nd Edition. Marcel Dekker. Inc.
- Masduqi, Ali dan Agus Slamet, 2002. *Satuan Operasi*. Teknik Lingkungan FTSP ITS Surabaya.
- Razif, Mohamad, 1985. *Diktat PBSPAM Jilid 1 Pengolahan Air Minum*. TP FTSP ITS, Surabaya.
- Reynolds, Tom D. 1996. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering* (2nd ed). Boston: PWS Publishing Company.
- Sabina, P. S, Noerdengen T. and Ostgaard K., 2002. *Efficiency of Chitosans Applied for Flocculation of Different Bacteria*, A Journal of The International Water Association'', Technical University of Denmark.

- Sawyer, C . D., Mc Carty, P.L., dan Parkin, G. F., 1994
- Soleh, Ahmad Zanbar., 2005. *Ilmu Statistika Pendekatan Teorotis Dan Aplikatif Disertai Contoh Penggunaan SPSS*. Bandung
- Sugiharto. (1987). *Dasar – Dasar Pengelolaan Air Limbah* . Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sudjana. 2002. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Taufikurrahman, 2006. *Penurunan TSS, Warna Dan COD Pada Limbah Laundry Menggunakan Membran Mikrofiltrasi (Mf) Dengan Pretreatment Koagulasi-Flokulasi-Sedimentasi*. Skripsi Teknik Lingkungan, ITN Malang
- Wahyuni, Ika., 2006. *Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Koagulan Dalam Proses Penurunan Kekeruhan Dan Kandungan Organik Limbah Cair Industri Tempe*. Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan, ITN Malang.
- Waluyo K., 2001. *Studi Pemanfaatan Limbah Udang Menjadi Khitosan untuk memurunkan kekeruhan pada proses koagulasi – flokulasi*. Laporan tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan . FTSP ITS Surabaya.

PERBAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Pada ujian Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : NENSI YANITA HASTUTI S.

NIM : 0126045

yang dilaksanakan pada : **Kamis, 22 Maret 2007**

dengan Judul Skripsi :

Penurunan Kekeruhan Dan COD Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Dengan Menggunakan Koagulan Khitosan

dengan perbaikan sebagai berikut :

1. kata Pengantar *S Acc 27/3-07*
2. *Jms*
3.
4.
5.
6.

Malang, 22-Maret 2007
Dosen Penguji

[Signature]

S Acc 27/3-07

ACC
[Signature]
22/3/07

PERBAIKAN SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

Pada ujian Skripsi untuk mahasiswa/i :

Nama : NENSI YANITA HASTUTI S.

NIM : 0126045

yang dilaksanakan pada : **Kamis, 22 Maret 2007**

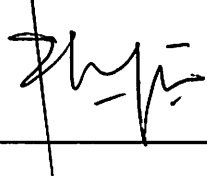
dengan Judul Skripsi :

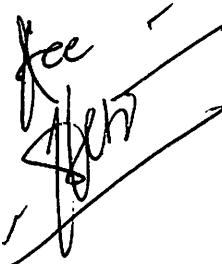
Penurunan Kekeruhan Dan COD Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Dengan Menggunakan Koagulan Khitosan

dengan perbaikan sebagai berikut :

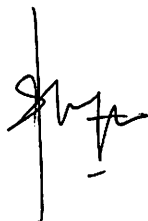
1. interpretasi hasil uji korelasi utk. nilai r.
2. pembahasan perbedaan kemampuan koagulasi pd. tawas & khitosan.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Malang, 22 Maret 2007
Dosen Penguji



 27-07/03

Acc revisi

26/07/07


Acc
27/3/07

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Cara Kerja Analisa Parameter Uji
- Lampiran 2 Data Hasil Analisa Parameter Uji
- Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian

LAMPIRAN 1

**CARA KERJA ANALISA
PARAMETER UJI**

CARA KERJA ANALISA COD DENGAN METODE TITRIMETRI

❖ Pengenceran dan Pengawetan Sampel

Pengenceran sampel dilakukan apabila didapatkan warna kuning $K_2Cr_2O_7$ yang telah direaksikan dengan sampel air berubah warna menjadi biru kehijauan. Sedangkan jika harus diawetkan maka volume sampel yang harus disediakan sebanyak 100 ml dan tambahkan larutan H_2SO_4 ($pH < 2$) yang kira-kira 0,8 ml H_2SO_4 / l sampel. Pengawetan dianjurkan maksimal 7 hari namun jika tidak dengan batasan maksimal 28 hari.

❖ Peralatan analisa :

1. Buret 5 ml dengan ketelitian 0,01 ml dan alat-alat gelas.
2. Tabung mikro COD yang mempunyai kapasitas ± 10 ml dan bertutup.
3. Reaktor COD.
4. Mikro pipet 1 ml.
5. Alat-alat ukur gelas.
6. Timbangan.

❖ Metode

Closed Reflux Titrimetric

❖ Prinsip

Senyawa organik dalam air dioksidasi oleh larutan Kalium Dikromat dalam suasana Asam Sulfat pada temperatur $150\text{ }^\circ\text{C}$ selama ± 2 jam. Kelebihan Kalium Dikromat (yang tidak tereduksi) dititrasi dengan larutan Fero Amonium Sulfat (FAS) memakai indikator feroin. Materi organik yang teroksidasi akan dikalkulasi dalam bentuk ekivalensi oksigen.

❖ Pereaksi

A. Larutan standar Kalium Dikromat 0,0167 M

Cara pembuatan :

1. Tambahkan 4,193 gr $K_2Cr_2O_7$ yang sebelumnya telah dikeringkan pada suhu $103\text{ }^\circ\text{C}$ selama 2 jam, pada 500 ml air suling.
2. Lalu tambahkan 167 ml H_2SO_4 pekat dan 3,33 gr $HgSO_4$.
3. Larutkan dan didinginkan sampai temperatur kamar kemudian encerkan hingga volumenya menjadi 1000 ml.

B. Pereaksi Asam Sulfat

Cara pembuatan :

1. Tambahkan Ag_2SO_4 (berbentuk kristal atau bubuk) pada H_2SO_4 pekat dengan perbandingan 5,5 gr Ag_2SO_4 per kg H_2SO_4 .
2. Biarkan selama 1 atau 2 hari hingga seluruh Ag_2SO_4 larut.

C. Larutan Indikator Feroin

Cara pembuatan :

Larutkan 1,485 gr 1,10-Phenantrolin Monohidrat dan 695 mg $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dalam air suling dan encerkan hingga volumenya 100 ml. Lakukan pengenceran, 1 ml larutan diencerkan menjadi 5 ml.

D. Larutan Fero Amonium Sulfat

Cara pembuatan :

1. Larutkan 39,2 gr $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam air suling.
2. Tambahkan 20 ml H_2SO_4 pekat dan encerkan hingga volumenya 1000 ml.
3. Larutan ini harus distandarisasi dengan cara sebagai berikut :
 - a) Masukkan 2,5 ml air suling; 1,5 ml Kalium Dikromat ; dan 3,5 ml pereaksi asam sulfat ke dalam tabung COD.
 - b) Dinginkan pada temperatur kamar kemudian tambahkan 1 sampai 2 tetes Indikator Feroin.
 - c) Titrasi dengan FAS. Catat ml titrasi.
 - d) Molaritas FAS yang dipakai diperoleh dengan rumus :
$$\text{Molaritas FAS} = (\text{ml } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times 0,1) / \text{ml FAS}.$$

❖ Cara Kerja Analisa

1. Cuci tabung COD dan rendam dalam 20% H_2SO_4 untuk penggunaan pertama kali.
2. Masukkan 2,5 ml sampel; 1,5 ml larutan Kalium Dikromat; dan 3,5 ml pereaksi Asam Sulfat ke dalam tabung COD. Tutup tabung rapat-rapat dan kocok agar tercampur sempurna.
3. Masukkan pada pemanas COD mikro lalu panaskan pada suhu 150°C selama 2 jam.
4. Dinginkan pada temperatur kamar. Kemudian tuangkan isinya ke dalam wadah yang lebih besar. Tambahkan 1 atau 2 tetes indikator feroin lalu titrasi dengan FAS. Titik akhir titrasi adalah terjadinya perubahan warna

Analisa kekeruhan

Prinsip metode nefelometri adalah perbandingan antara intensitas cahaya yang dihamburkan oleh sesuatu larutan yang keruh standard pada kondisi yang sama. Maka tinggi intensitas cahaya yang dihamburkan, maka makin tinggi pula kekeruhannya. Sebagai standard kekeruhan dipergunakan suspensi polimer formazin (maka satuan penentuan adalah *Formazin Turbidity Unit*, FTU).

Kekeruhan dari suspensi standard tersebut hampir sama dengan skala kekeruhan unit jackson (UKJ) yang diukur dengan "*Candle TurbidityMeter*" (menggunakan nyala lilin). Oleh karena itu pengukuran kekeruhan dengan skala nefelometrik mempunyai nilai yang hampir sama dengan skala "*Candle Turbidity Meter*"

Alat-alat

- a. Nefelometer
- b. Tabung gelas nefelometr
- c. Labu ukur 100 ml
- d. Pipet volumetris

Reagen

- a. Air bersih
- b. Persediaan suspensi kekeruhan
 - Larutan I
Gunakan labu takar 100 ml, untuk hidrazin sulfat (NH₂).H₂SO₄
 - a. Larutan II
Larutan heksametilen-tetraamin
- c. Campurkan 5 ml larutan I dan 5 ml larutan II, kemudian encerkan menjadi 100 ml

Cara kerja

- a. Persiapkan alat nefelometer dengan berbagai standard**
- b. Sampel dikocok, biarkan gelembung udara terlepas, kemudian langsung baca skala alat yang telah dibaca**

LAMPIRAN 2

DATA HASIL PARAMETER UJI

TABEL ANALISA COD (Khitosan)

Smpl	TITRASI FAS (ml)						Molaritas FAS	Pengenceran	COD 1	COD 2	COD 3	COD r
	Standarisasi	Larutan	Sampel									
	FAS	Blangko	1	2	3	r						
AWL	1.1	0.85	0.25	0.2	0.2	0.216667	0.136364	20	5236.364	5672.727	5672.727	5527.273
Ph3 2mg	1.1	0.85	0.55	0.5	0.55	0.533333	0.136364	20	2618.182	3054.545	2618.182	2763.636
Ph3 3mg	1.1	0.85	0.5	0.55	0.5	0.516667	0.136364	20	3054.545	2618.182	3054.545	2909.091
ph3 4mg	1.1	0.85	0.7	0.75	0.7	0.716667	0.136364	20	1309.091	872.7273	1309.091	1163.636
Ph3 5mg	1.1	0.85	0.6	0.65	0.6	0.616667	0.136364	20	2181.818	1745.455	2181.818	2036.364
Ph4 2mg	1.1	0.85	0.6	0.6	0.6	0.6	0.136364	20	2181.818	2181.818	2181.818	2181.818
Ph4 3mg	1.1	0.85	0.5	0.55	0.5	0.516667	0.136364	20	3054.545	2618.182	3054.545	2909.091
ph4 4mg	1.1	0.85	0.5	0.6	0.55	0.55	0.136364	20	3054.545	2181.818	2618.182	2618.182
ph4 5mg	1.1	0.85	0.6	0.55	0.6	0.583333	0.136364	20	2181.818	2618.182	2181.818	2327.273
Ph5 2mg	1.1	0.85	0.5	0.5	0.5	0.5	0.136364	20	3054.545	3054.545	3054.545	3054.545
Ph5 3mg	1.1	0.85	0.5	0.55	0.55	0.533333	0.136364	20	3054.545	2618.182	2618.182	2763.636
ph5 4mg	1.1	0.85	0.45	0.5	0.5	0.483333	0.136364	20	3490.909	3054.545	3054.545	3200
ph5 5mg	1.1	0.85	0.45	0.5	0.45	0.466667	0.136364	20	3490.909	3054.545	3490.909	3345.455
Ph6 2mg	1.1	0.85	0.45	0.5	0.5	0.483333	0.136364	20	3490.909	3054.545	3054.545	3200
Ph6 3mg	1.1	0.85	0.45	0.5	0.5	0.483333	0.136364	20	3490.909	3054.545	3054.545	3200
ph6 4mg	1.1	0.85	0.4	0.45	0.4	0.416667	0.136364	20	3927.273	3490.909	3927.273	3781.818
ph6 5mg	1.1	0.85	0.35	0.4	0.4	0.383333	0.136364	20	4363.636	3927.273	3927.273	4072.727
Ph3 2mg II	1.1	0.85	0.55	0.5	0.55	0.533333	0.136364	20	2618.182	3054.545	2618.182	2763.636
Ph3 3mg II	1.1	0.85	0.6	0.6	0.55	0.583333	0.136364	20	2181.818	2181.818	2618.182	2327.273
ph3 4mg II	1.1	0.85	0.65	0.6	0.6	0.616667	0.136364	20	1745.455	2181.818	2181.818	2036.364
ph3 5mg II	1.1	0.85	0.5	0.5	0.55	0.516667	0.136364	20	3054.545	3054.545	2618.182	2909.091
Ph4 2mg II	1.1	0.85	0.6	0.55	0.6	0.583333	0.136364	20	2181.818	2618.182	2181.818	2327.273
Ph4 3mg II	1.1	0.85	0.6	0.65	0.65	0.633333	0.136364	20	2181.818	1745.455	1745.455	1890.909
Ph4 4mg II	1.1	0.85	0.55	0.5	0.6	0.55	0.136364	20	2618.182	3054.545	2181.818	2618.182
Ph4 5mg II	1.1	0.85	0.5	0.55	0.6	0.55	0.136364	20	3054.545	2618.182	2181.818	2618.182
Ph5 2mg II	1.1	0.85	0.5	0.55	0.5	0.516667	0.136364	20	3054.545	2618.182	3054.545	2909.091
Ph5 3mg II	1.1	0.85	0.5	0.45	0.5	0.483333	0.136364	20	3054.545	3490.909	3054.545	3200

Ph5 4mg II	1.1	0.85	0.4	0.45	0.45	0.433333	0.136364	20	3927.273	3490.909	3490.909	3636.364
Ph5 5mg II	1.1	0.85	0.4	0.45	0.4	0.416667	0.136364	20	3927.273	3490.909	3927.273	3781.818
Ph6 2mg II	1.1	0.85	0.5	0.55	0.5	0.516667	0.136364	20	3054.545	2618.182	3054.545	2909.091
Ph6 3mg II	1.1	0.85	0.5	0.5	0.5	0.5	0.136364	20	3054.545	3054.545	3054.545	3054.545
Ph6 4mg II	1.1	0.85	0.35	0.4	0.35	0.366667	0.136364	20	4363.636	3927.273	4363.636	4218.182
Ph6 5mg II	1.1	0.85	0.35	0.4	0.4	0.383333	0.136364	20	4363.636	3927.273	3927.273	4072.727

Tabel Analisa COD (Tawas)

Smpl	TITRASI FAS (ml)						Molaritas FAS	Pengenceran	COD 1	COD 2	COD 3	COD r
	Standarisasi	Larutan	Sampel									
	FAS	Blangko	1	2	3	r						
AWL	1.1	0.85	0.2	0.2	0.2	0.2	0.136364	20	5672.727	5672.727	5672.727	5672.727
Ph3 2mg	1.1	0.85	0.45	0.45	0.5	0.466667	0.136364	20	3490.909	3490.909	3054.545	3345.455
Ph3 3mg	1.1	0.85	0.5	0.55	0.6	0.55	0.136364	20	3054.545	2618.182	2181.818	2618.182
ph3 4mg	1.1	0.85	0.45	0.4	0.5	0.45	0.136364	20	3490.909	3927.273	3054.545	3490.909
ph3 5mg	1.1	0.85	0.5	0.45	0.5	0.483333	0.136364	20	3054.545	3490.909	3054.545	3200
Ph4 2mg	1.1	0.85	0.4	0.4	0.45	0.416667	0.136364	20	3927.273	3927.273	3490.909	3781.818
Ph4 3mg	1.1	0.85	0.45	0.4	0.45	0.433333	0.136364	20	3490.909	3927.273	3490.909	3636.364
ph4 4mg	1.1	0.85	0.4	0.45	0.45	0.433333	0.136364	20	3927.273	3490.909	3490.909	3636.364
ph4 5mg	1.1	0.85	0.5	0.45	0.45	0.466667	0.136364	20	3054.545	3490.909	3490.909	3345.455
Ph5 2mg	1.1	0.85	0.4	0.45	0.4	0.416667	0.136364	20	3927.273	3490.909	3927.273	3781.818
Ph5 3mg	1.1	0.85	0.45	0.45	0.45	0.45	0.136364	20	3490.909	3490.909	3490.909	3490.909
ph5 4mg	1.1	0.85	0.5	0.45	0.45	0.466667	0.136364	20	3054.545	3490.909	3490.909	3345.455
ph5 5mg	1.1	0.85	0.4	0.4	0.4	0.4	0.136364	20	3927.273	3927.273	3927.273	3927.273
Ph6 2mg	1.1	0.85	0.35	0.4	0.45	0.4	0.136364	20	4363.636	3927.273	3490.909	3927.273
Ph6 3mg	1.1	0.85	0.4	0.45	0.4	0.416667	0.136364	20	3927.273	3490.909	3927.273	3781.818
ph6 4mg	1.1	0.85	0.4	0.4	0.4	0.4	0.136364	20	3927.273	3927.273	3927.273	3927.273
ph6 5mg	1.1	0.85	0.35	0.35	0.4	0.366667	0.136364	20	4363.636	4363.636	3927.273	4218.182
Ph3 2mg II	1.1	0.85	0.4	0.45	0.5	0.45	0.136364	20	3927.273	3490.909	3054.545	3490.909
Ph3 3mg II	1.1	0.85	0.45	0.45	0.45	0.45	0.136364	20	3490.909	3490.909	3490.909	3490.909
ph3 4mg II	1.1	0.85	0.5	0.5	0.45	0.483333	0.136364	20	3054.545	3054.545	3490.909	3200
ph3 5mg II	1.1	0.85	0.45	0.5	0.4	0.45	0.136364	20	3490.909	3054.545	3927.273	3490.909
Ph4 2mg II	1.1	0.85	0.4	0.45	0.4	0.416667	0.136364	20	3927.273	3490.909	3927.273	3781.818
Ph4 3mg II	1.1	0.85	0.4	0.45	0.45	0.433333	0.136364	20	3927.273	3490.909	3490.909	3636.364
Ph4 4mg II	1.1	0.85	0.4	0.4	0.4	0.4	0.136364	20	3927.273	3927.273	3927.273	3927.273
Ph4 5mg II	1.1	0.85	0.35	0.45	0.4	0.4	0.136364	20	4363.636	3490.909	3927.273	3927.273
Ph5 2mg II	1.1	0.85	0.4	0.35	0.4	0.383333	0.136364	20	3927.273	4363.636	3927.273	4072.727

Ph5 3mg II	1.1	0.85	0.4	0.4	0.4	0.4	0.136364	20	3927.273	3927.273	3927.273	3927.273
Ph5 4mg II	1.1	0.85	0.4	0.35	0.4	0.383333	0.136364	20	3927.273	4363.636	3927.273	4072.727
Ph5 5mg II	1.1	0.85	0.4	0.45	0.35	0.4	0.136364	20	3927.273	3490.909	4363.636	3927.273
Ph6 2mg II	1.1	0.85	0.4	0.4	0.34	0.38	0.136364	20	3927.273	3927.273	4450.909	4101.818
Ph6 3mg II	1.1	0.85	0.35	0.35	0.4	0.366667	0.136364	20	4363.636	4363.636	3927.273	4218.182
Ph6 4mg II	1.1	0.85	0.4	0.35	0.4	0.383333	0.136364	20	3927.273	4363.636	3927.273	4072.727
Ph6 5mg II	1.1	0.85	0.35	0.35	0.35	0.35	0.136364	20	4363.636	4363.636	4363.636	4363.636

Analisa Kekeruhan Dengan Khitosan

Smpl	Kekeruhan (NTU)			
	Pengulangan			
	1	2	3	r
AWL	1418	1418	1418	1418
Ph3 2mg	38.8	40.9	39.7	39.8
Ph3 3mg	41.7	43.5	40.9	42.0
ph3 4mg	35.6	32.5	36.1	34.7
ph3 5mg	36.7	35.9	37.7	36.7
Ph4 2mg	34.7	37	37.1	36.2
Ph4 3mg	41.2	40.9	39.8	40.6
ph4 4mg	39.4	40.1	41.3	40.2
ph4 5mg	41.3	42.1	41.7	41.7
Ph5 2mg	43.1	43.6	42.9	43.2
Ph5 3mg	45	45.2	45.6	45.2
ph5 4mg	45.7	44.9	44.5	45.0
ph5 5mg	44.1	46.1	45.6	45.2
Ph6 2mg	45.2	46.1	45.9	45.7
Ph6 3mg	47.5	48.1	47.3	47.6
ph6 4mg	46.2	47.2	48.1	47.1
ph6 5mg	49.1	49.2	50.1	49.4
Ph3 2mg II	41.2	41.9	42.1	41.7
Ph3 3mg II	39.1	39.2	40.3	39.5
ph3 4mg II	40.2	39	40.9	40.0
ph3 5mg II	42.1	42.3	39.9	41.4
Ph4 2mg II	40.2	39.5	39.8	39.8
Ph4 3mg II	39.2	38.5	40	39.2
Ph4 4mg II	41.2	41.5	40.7	41.1
Ph4 5mg II	40.2	41.1	40.9	40.7
Ph5 2mg II	43.2	42.7	43.1	43
Ph5 3mg II	43.1	43.6	44.5	43.7
Ph5 4mg II	45.1	44.2	46.1	45.1
Ph5 5mg II	46.2	47.4	46.3	46.6
Ph6 2mg II	46.2	47.3	46.1	46.5
Ph6 3mg II	47.5	46.7	48.2	47.4
Ph6 4mg II	47.2	47.6	47.6	47.4
Ph6 5mg II	49.1	48.6	49.1	48.9

Analisa Keketruhan Dengan Tawas

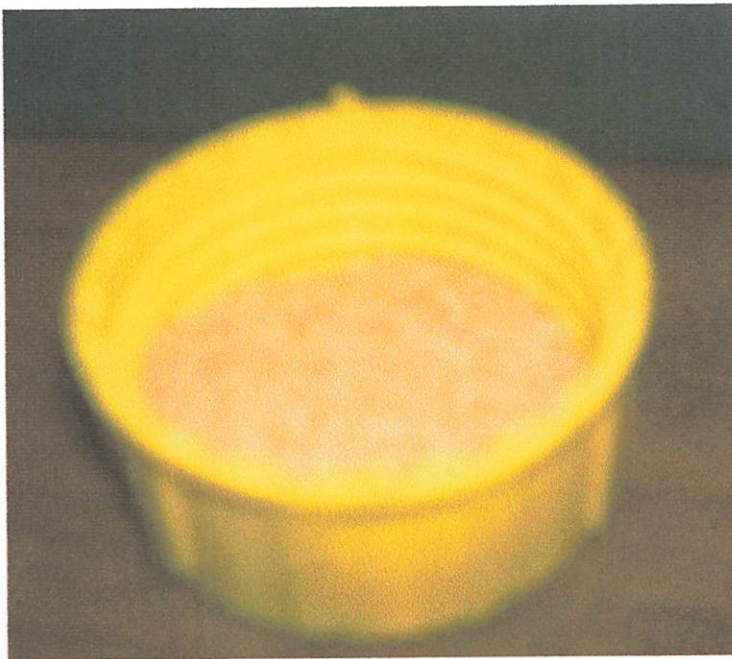
Sampel	Keketruhan (NTU)			r
	Pengulangan			
AWL	1	2	3	
Ph3 2mg	52.8	50.1	51.3	51.4
Ph3 3mg	50.1	51.3	51.2	50.8
ph3 4mg	53.2	54	53.7	53.6
ph3 5mg	53.1	54.1	53.1	53.4
Ph4 2mg	54.1	55.2	54.3	54.5
Ph4 3mg	54.3	53.1	53.2	53.5
ph4 4mg	53.5	54.2	54.1	53.9
ph4 5mg	52.1	53.1	52.7	52.6
Ph5 2mg	55.3	56.3	55.7	55.7
Ph5 3mg	55.8	54.9	53.9	54.8
ph5 4mg	56.1	55.4	56.3	55.9
ph5 5mg	57.1	56.8	56.9	56.9
Ph6 2mg	57.6	57.1	56.9	57.2
Ph6 3mg	57.1	56.9	57.6	57.2
ph6 4mg	57.6	57.4	57.8	57.6
ph6 5mg	58.1	57.6	57.5	57.7
Ph3 2mg II	60.1	59.1	60.2	59.8
Ph3 3mg II	59.2	58.5	58.6	58.7
ph3 4mg II	58.6	57.8	58.7	58.3
ph3 5mg II	58.5	57.9	58.4	58.2
Ph4 2mg II	59.3	58.7	58.5	58.8
Ph4 3mg II	58.7	59.4	58.1	58.7
Ph4 4mg II	58.8	59.4	59.6	59.2
Ph4 5mg II	59.2	59.1	58.4	58.9
Ph5 2mg II	60.3	60.7	61	60.6
Ph5 3mg II	61.2	60.2	60	60.4
Ph5 4mg II	61.8	62.4	61.7	61.9
Ph5 5mg II	62.1	61.4	61.9	61.8
Ph6 2mg II	65.1	64.1	64.3	64.5
Ph6 3mg II	65.8	65.7	65.3	65.6
Ph6 4mg II	66.1	65.8	66.4	66.1
Ph6 5mg II	65.3	66.1	66.5	65.9

LAMPIRAN 3

DOKUMENTASI PENELITIAN



Koagulan Khitosan (Limbah Udang)



Koagulan Khitosan (Limbah Udang)



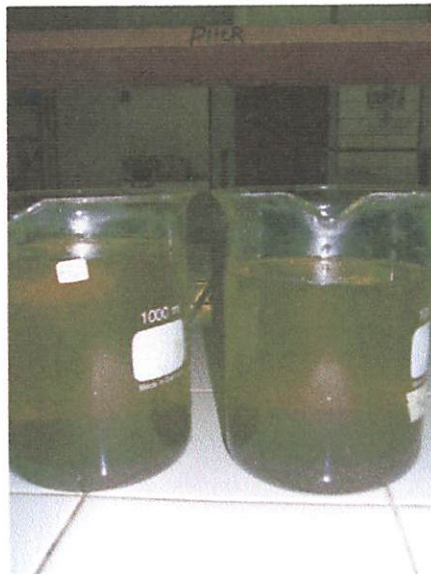
Pengambilan Limbah Cair Penyamakan Kulit



Pengambilan Limbah Cair Penyamakan Kulit



Limbah Cair Penyamakan Kulit



Limbah Cair Penyamakan Kulit



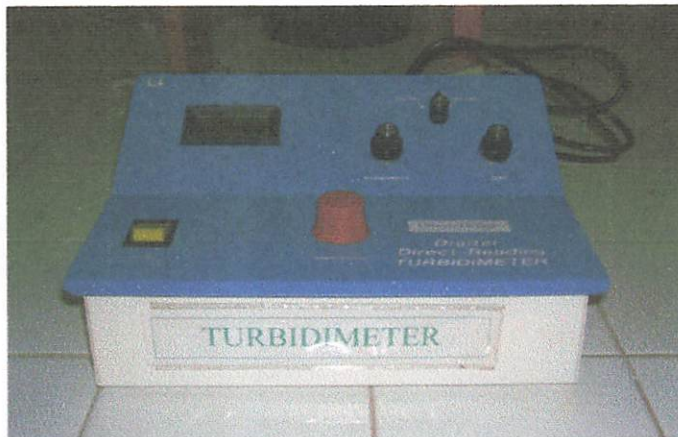
Figure 1: Five small, dark, cylindrical containers arranged in a row.



Figure 2: Two larger, dark, cylindrical containers side-by-side, each with a white label.



COD Refluks Titrimetri



Turbidimeter



Jar Test

