ANALISIS KADAR SIANIDA (CN^-) PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA SETELAH PROSES KOAGULASI DAN FLOKULASI MENGGUNAKAN METODE PIRIDIN-BARBITURAT

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar Sarjana Sains (S. Si.) Program Studi Ilmu Kimia pada Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta

Disusun oleh :

YUYUN NURHASANAH
No Mhs : 01 612 002

JURUSAN ILMU KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KADAR SIANIDA (CN^-) PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA SETELAH PROSES KOAGULASI DAN FLOKULASI MENGGUNAKAN METODE PIRIDIN-BARBITURAT

Oleh :

YUYUN NURHASANAH
No Mhs : 01 612 002

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji
Skripsi Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 9 Desember 2005

Dosen Penguji :	Tanda Tangan
1. Is Fatimah, M.si	
2. Tatang Shabur.J, S.si	
3. Drs. Allwar, Msc	
4. Prof. DR. Hardjono. S	

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

(Jaka Nugraha, M.si)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas ridha dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini dengan baik meskipun jauh dari sempurna, shalawat serta salam tertuju pada suri tauladan kita Nabi Muhammad SAW.

Dengan terselesaikannya skripsi ini, penyusun mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Jaka Nugraha, M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia Jogjakarta.
2. Bapak Rudy Syahputra, M.Si selaku Ketua Jurusan Ilmu Kimia, FMIPA, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Is Fatimah, M.Si selaku Pembimbing I yang dengan sabar telah memberikan banyak nasehat selama bimbingan, baik saat penelitian maupun dalam penyusunan skripsi ini, serta membiayai penelitian ini melalui Program Bogasari Nugraha VII-2004.
4. Bapak Tatang Shabur, S.Si selaku Pembimbing II dalam memberikan bimbingan dan bantuannya selama bimbingan skripsi ini.
5. Bapak Prof. DR. Hardjono Sastrohamidjojo dan Bapak Drs. Allwar M.sc selaku penguji.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

HALAMAN PENGESAHAN ii

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR LAMPIRAN x

INTISARI xi

BAB I : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Manfaat Penelitian 4

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA 5

BAB III : DASAR TEORI

3.1 Sianida (CN^-) 9

3.2 Total Suspended Solid (TSS) 11

3.3 Teknik Pengolahan Limbah 13

3.4 Koagulasi dan Flokulasi 16

3.5 Industri Pembuatan Tepung Tapioka 18

3.6 Nilai Ambang Batas 20

3.7 Optimasi Spektrofotometer UV-Vis 22

3.8 Prinsip Spektrofotometer UV-Vis 23

3.9 Instrumen Spektrofotometer UV-Vis 25

3.10 Hipotesis 26

BAB IV : METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan 27

4.2 Cara Kerja 28

4.2.1 Pembuatan Larutan Standar Sianida 28

4.2.2 Optimasi Jenis dan Konsentrasi Koagulan 29

4.2.3 Pembuatan Kloramin-T 30

4.2.4 Pembuatan Regen Piridin-Barbiturat 30

4.2.5Penentuan TSS Sampel Air 30

4.2.6 Proses Koagulasi Flokulasi 31

4.2.7 Penentuan λ Maksimum 31

4.2.8 Penentuan Kurva Kalibrasi 31

4.2.9 Penentuan Waktu Kestabilan Warna 32

4.2.10 Penentuan Sianida (CN^-) 32

BAB V : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengertian Dasar Analisis Sianida 33

5.2 Optimasi Panjang Gelombang Maks 35
5.3 Kurva Kalibrasi 36
5.4 Waktu Kestabilan Warna 37
5.5 Limit Deteksi 39
5.6 Proses Koagulasi dan Flokulasi 40
5.7 Total Suspended Solid (TSS) 45
5.8 Hasil Analisis Sianida 47

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan 50
6.2 Saran 51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hidrolisis Amigdalin 9
Gambar 2. Pembuatan Tepung Tapioka 20
Gambar 3. Bagan Spektrofotometer UV-Vis 26
Gambar 4. Reaksi Kompleks Sianida 34
Gambar 5. Panjang Gelombang Maksimum 35
Gambar 6. Kurva Kalibrasi 37
Gambar 7. Grafik Kestabilan Warna 38
Gambar 8. Proses Pembentukan Flok 42
Gambar 9. Hasil Olahan Limbah Setelah Koagulasi Flokulasi 45
Gambar 10. Diagram Batang TSS 47

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Industri Yang Sudah Beroperasi 21

Tabel 2. Baku Mutu Limbah Cair Yang Baru Dikembangkan 21

Tabel 3. Data Hasil TSS 46

Tabel 4. Data Konsentrasi Sianida 48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Pembuatan Larutan Standar Sianida

Lampiran 2. Perhitungan Pembuatan NaOH 0,1 M 50 mL

Lampiran 3. Data Kurva Kalibrasi

Lampiran 4. Data Hasil TSS

Lampiran 5. Perhitungan Kadar Sianida Sebelum dan Sesudah Koagulasi Flokulasi

Lampiran 6. Limit Deteksi

ANALISIS KADAR SIANIDA (CN) PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAPIOKA SETELAH PROSES KOAGULASI DAN FLOKULASI MENGGUNAKAN METODE PIRIDIN-BARBITURAT

INTISARI

YUYUN NURHASANAH
No. Mhs : 01612002

Telah dilakukan penelitian penurunan kadar sianida (CN) pada limbah cair industri tapioka dengan proses koagulasi dan flokulasi menggunakan metode piridin-barbiturat seara spektrofotoeter UV-vis. Penelitian dilakukan dengan cara mengukur total padatan tersuspensi (TSS) dan kadar sianida sebelum proses koagulasi flokulasi, kemudian hasil analisis TSS dan konsentrasi sianida tersebut dibandingkan dengan hasil analisis setelah proses koagulasi flokulasi yang diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 583 nm. Hasil yang didapat yaitu jumlah TSS sebelum koagulasi mencapai 4566,66 ±568,62 mg/l sedangkan konsentrasi sianida sebelum koagulasi flokulasi mencapai 34,37 ± 0,461 mg/L, setelah dikoagulasi dengan alum 20% mencapai 5,731 ± 0,0918, mg/L, kadar sianida hasil koagulasi dengan 40 dan 60% alum tidak terdeteksi. Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kadar sianida pada limbah cair industri tapioka setelah proses koagulasi flokulasi.

Kata Kunci : Industri tapioka, koagulasi dan flokulasi, total suspended solid (TSS) sianida, spektrofotometer UV-Vis

ANALISIS OF CYANIDE (CN) WITHIN LIQUID WASTES OF TAPIOCA INDUSTRY AFTER COAGULATION AND FLOCCUALATION PROCESS USING PIRIDIN-BARBITURAT METHODE

ABSTRACT

YUYUN NURHASANAH
No. Mhs : 01612002

A research on reduced cyanide content (CN) within liquid wastes of tapioca industry with coagulation flocculation pracesses was conducted using pyridine-barbituric spectrophotometer UV-Vis. It was carried out through asseseing total suspended solid (TSS) and cyanide content before coagulation flocculation processes, then the cyanide analysis result and cyanide content were compared to analysis result after coagulation flocculation proceesses which measured in terms of its absorbance with spectrophotometer UV-Vis at wavelength of 583 nm. It was found that the TSS before coagulation was 4566, 66 ± 568, 62 mg/l, and cyanide concentration before coagulation flocculation was 34, 37 ± 0,461 mg/l, and following coagulation with 20% alumunium sulfat were 5,731 ± 0,0918, with 40 and 60 % concentration alum is not detection of cyanide. Assessment result showed that reduced cyanide content was found within liquid wastes of tapioca industry using coagulation flocculation processes.

Keyword: Tapioca industry, coagulation and flocculation, total suspended solid, cyanide, spectrophotometer UV-Vis.

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, masalah utama yang dihadapi sejalan dengan perkembangan industri yang makin pesat adalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah yang dihasilkan oleh industri. Limbah adalah salah satu hasil aktivitas makhluk hidup yang sebagian tidak dapat dimanfaatkan dan harus dibuang ke lingkungan. Adanya limbah ini harus ditangani dengan baik sehingga tidak menyebabkan efek yang dapat mengganggu keseimbangan dan kelestarian lingkungan disekitarnya. Limbah yang tidak dimanfaatkan ini mengandung berbagai macam spesies, dan akan berada dalam keadaan yang berbeda-beda pula, sehingga akibat yang akan terjadi juga sangat beragam.

Untuk mengurangi/menghilangkan senyawa yang bersifat polutan terhadap lingkungan sangatlah penting. Berbagai metode (baik secara kimia, fisika maupun biologi) telah dilakukan dalam mengolah limbah untuk meminimalkan pencemaran lingkungan. Namun demikian tidak semua metode dapat diterapkan di Indonesia karena memerlukan biaya operasional yang besar.Untuk pengolahan limbah cair salah satu metode yang cocok adalah dengan menggunakan koagulan untuk mengikat kotoran dengan pembentukan molekul/kompleks polinuklear yang mudah terendapkan sehingga dapat terpisah dari limbah.

Limbah air bersumber dari pabrik yang biasanya banyak menggunakan air dalam sistem prosesnya. Disamping itu ada pula bahan baku mengandung air sehingga dalam proses pengolahannya air harus dibuang, air yang mengandung senyawa kimia beracun dan berbahaya mempunyai sifat tersendiri. Air limbah yang telah tercemar memberikan ciri yang dapat diidentifikasi secara visual dapat diketahui dari kekeruhan, warna air, rasa, bau yang ditimbulkan dan indikasi lainnya.. Sedangkan identifikasi secara laboratorium, ditandai dengan perubahan sifat kimia air dimana air telah mengandung bahan kimia yang beracun dan berbahaya dalam konsentrasi yang melebihi batas dianjurkan. Jenis industri yang menghasilkan limbah cair diantaranya industri tepung tapioka.

Industri tepung tapioka sangat memerlukan banyak air dalam mengolah ketela pohon menjadi tepung tapioka, sehingga banyak pula menghasilkan limbah cair yang mengandung padatan tersuspensi dan sianida yang dapat mempengaruhi kualitas air. Singkong dan daunnya mengandung zat amigdalin, sewaktu-waktu asam sianidanya dapat terlepas dari ikatannya sehingga dapat menimbulkan keracunan sianida. Kandungan sianida dalam limbah tapioka berasal dari asam sianida yang terdapat pada ketela pohon, dimana asam sianida ini bersifat toksik terhadap kehidupan biologis karena dapat menghambat aktivitas enzim dalam sistem syaraf pada jaringan tubuh manusia dan hewan.

Limbah cair industri tapioka dapat menimbulkan bau yang sangat menyengat dan polusi berat pada air bila pembuangannya tidak diberi perlakuan yang tepat, selain itu juga dapat menimbulkan keracunan kronis sebagai akibat masuknya zat-zat

toksis ke dalam tubuh seperti sianida. Dalam dosis kecil tetapi terus menerus, sianida akan terakumulasi dalam tubuh, sehingga efeknya akan terasa dalam jangka panjang. Sianida merupakan salah satu limbah B3 yang dapat merusak ekosistem air dan sangat merugikan kehidupan makhluk hidup, untuk itu perlu diadakan penelitian tentang kandungan sianida pada limbah cair industri tapioka serta bagaimana cara meminimalkan kandungan sianida dan padatan tersuspensi dalam limbah tersebut, salah satunya cara yang dapat menurunkan kandungan sianida dan padatan tersuspensi tersebut yaitu melalui proses koagulasi flokulasi.

Fatimah (1997) telah melakukan penelitian kandungan sianida pada limbah cair industri tapioka sebelum dan sesudah proses koagulasi dan flokulasi dengan metode piridin pirazolon menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis, kandungan sianida setelah proses koagulasi dan flokulasi lebih rendah dibandingkan sebelum proses koagulasi dan flokulasi. Pada penelitian tersebut, Fatimah (1997) melaporkan bahwa pengunaan $Al_2(SO_4)_3$ (Alum atau tawas) sebagai koagulan memberikan hasil yang paling baik diantara koagulan lain. Untuk memperoleh kondisi koagulasi dan flokulasi yang optimal, pada penelitian kali ini dilakukan optimasi konsentrasi $Al_2(SO_4)_3$ sebagai koagulan. Metode yang digunakan dalam penentuan sianida ini adalah metode piridin barbiturat karena metode ini sangat cocok dan tidak memerlukan waktu yang lama, sehingga sampel dapat langsung dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil koagulan dan flokulan yang optimal diharapkan dapat menurunkan kadar CN^- hingga memenuhi ambang batas yang diperbolehkan untuk dibuang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diperoleh suatu rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi optimal penggunaan koagulan pada pengolahan limbah cair industri tapioka?
2. Apakah terjadi penurunan kadar sianida setelah proses koagulasi dan flokulasi dalam limbah cair industri tapioka?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kondisi optimal penggunaan koagulan pada pengolahan limbah cair industri tapioka.
2. Mengetahui pengaruh penambahan koagulan dengan variasi volume yang berbeda terhadap penurunan kandungan sianida pada limbah cair industri tapioka

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan memberikan manfaat pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dimana pada penelitian ini akan memberikan gambaran tentang penurunan kadar sianida (CN^-) pada limbah cair industri tapioka dengan metode koagulasi dan flokulasi.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Fatimah (1997) menyatakan keberadaan sianida pada konsentrasi diatas 0,2 mg/L dalam tubuh manusia dapat menyebabkan fotolitas dalam waktu 48 jam. Maka konsentrasi sianida dalam perairan yang digunakan secara langsung oleh penduduk harus sesuai ambang batas yaitu sekitar 0,1 mg/L. Dix (1981) menyatakan kandungan asam sianida dalam ketela pohon bersifat toksik terhadap kehidupan biologis. Asam sianida dapat menghambat aktivitas enzim dalam sistem saraf pada jaringan tubuh manusia dan hewan.

Rejeki (1997) telah melakukan penentuan sianida yang dilakukan dengan fenolftalein secara spektrofotometer UV-Vis yang didasarkan pada reaksi koning, yaitu terjadinya oksidasi dari fenolftalin menjadi fenolftalein oleh sianida karena adanya tembaga. Dengan penambahan basa KOH yang memudahkan penentuan fenolftalein hasil oksidasi karena memberi warna merah, sehingga dapat ditentukan secara spektrofotometer UV-Vis.

Fatimah (1997) menyatakan bahwa penentuan sianida dapat dilakukan dengan menggunakan piridin pirazolon, sianida yang direaksikan dengan klorin membentuk sianogen. Setelah ditambahkan piridin dan membentuk suatu intermediet senyawa nitril. kelebihan klorin dalam larutan akan merusak intermediet yang terbentuk dan menyebabkan hidrolisis tersebut akan membentuk glukonaldehid yang mempunyai

warna biru. Karena membentuk senyawa yang berwarna, maka analisis sianida dapat dilakukan secara UV-Vis.

Rusbijantono (1999) telah menentukan komposisi kadar HCN dan sifat organoleptik tempe dari biji karet segar dan biji karet yang diberi perlakuan proses pengeringan berbeda. Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah biji karet varietas WR 101 yang dikeringkan dan dibuat tempe. Peraturan yang diterapkan meliputi : pembuatan tempe dari biji karet segar, tempe dari biji karet yang dikeringkan tanpa kulit, tempe dari biji karet yang dikeringkan dengan kulitnya. Hasil penelitian menunjukan bahwa proses pengeringan memberi efek perbedaan yuang nyata terhadap kadar HCN biji karet. Akan tetapi baik tempe dari biji karet segar maupun tempe dari biji karet yang dikeringkan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada komposisi kimiawi, kadar HCN dari tempe biji karet segar 17,50 ppm, tempe dari biji karet yang dikeringkan tanpa kulit 16,05 ppm dan biji karet yang dikeringkan dengan kulit 14,36 ppm.

Hamzah (2001) telah menentukan komposisi limbah cair industri tapioka dengan menggunakan teknik bioflokulasi *Alcaligenes Latus* pada industri tapioka untuk mengurangi pencemaran lingkungan Untuk meminimasi limbah dari proses pembuatan tapioka salah satunya memanfaatkan kembali limbah padat industri tapioka yaitu ampas, setelah mengalami hidrolisis sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan mikroba *Alcaligenes Latus* yang nantinya menghasilkan bioflokulan pada kegiatan metabolismenya. Bioflokulan yang diproduksi digunakan untuk memflokulasi bahan padatan tersuspensi dalam limbah cair industri tapioka. Dengan

demikian penggunaan bahan flokulasi sintetik dapat merusak lingkungan dan merupakan sumber pencemar yang sangat berbahaya bagi generasi yang akan datang. Penggunaan bioflokulan yang dapat didegradasi secara biologis akan meminisasi kerusakan lingkungan dan resiko bagi kesehatan manusia.

Pandia dan Amdani (2000) telah melakukan penelitian tentang pemanfaatan biji kelor (*Moringa Oleifera*) sebagai koagulan pada proses koagulasi / flokulasi dan sedimentasi limbah cair industri pencucian jeans. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan koagulan biji kelor dalam menurunkan turbiditas limbah cair industri pencucian jeans pada proses koagulasi/flokulasi, dosis optimum koagulan pada proses tersebut, pengaruh waktu sedimentasi dan kedalaman kolom sedimentasi terhadap turbiditas tersisihkan pada proses sedimentasi limbah cair industri pencucian jeans yang dikoagulasi/flokulasi dengan koagulan biji kelor. Penggunan biji kelor berpengaruh sangat nyata terhadap turbiditas tersisihkan limbah cair dengan pH optimum koagulasi 3 (tiga) dan turbiditas tersisihkan 83,08 %. Turbiditas limbah cair industri pencucian jeans juga dipengaruhi oleh dosis koagulan biji kelor. Dosis optimum koagulan adalah 120 mg/250 mL atau 480 mg/L dengan turbiditas tersisihkan 92,21 %. Untuk ketiga kedalaman titik uji (30 cm, 90 cm dan 150 cm) dan waktu sedimentasi 150 menit dijumpai bahwa peningkatan waktu sedimentasi dari sampel yang dikoagulasi/flokulasi dengan biji kelor akan meningkatkan turbiditas tersisihkan. Keadaan sebaliknya berlaku pada kedalaman kolom, dimana peningkatan kedalaman kolom akan menurunkan turbiditas tersisihkan untuk waktu sedimentasi yang sama.

Sutjahyo (1999) telah melakukan penelitian tentang pengolahan limbah cair industri tekstil dengan menggunakan metode koagulasi dan flokulasi untuk pengendapan. Sutjahyo menggunakan Aluminium sulfat dengan dosis agak tinggi yaitu 100-200 ppm sebagai koagulan, dosis ini sangat efektif untuk mengurangi warna dan BOD pada limbah cair industri tekstil http://forlink.dml.or.id/pterapb (/textile/1214 htm).

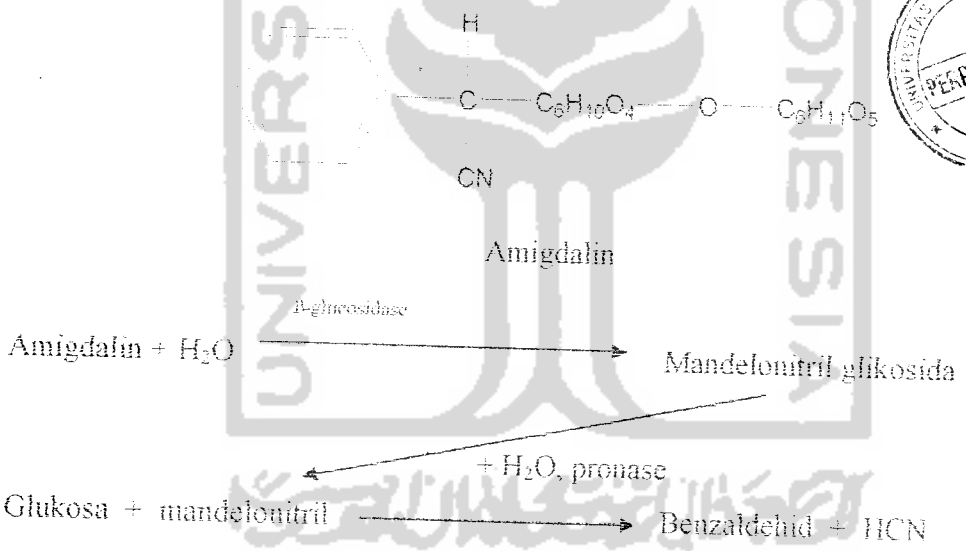
Novita (2004) juga telah melakukan penelitian tentang optimasi proses koagulasi flokulasi pada limbah cair yang mengandung melanoidin. Volume limbah cair yang cukup besar ini mengandung nilai kebutuhan oksigen kimiawi (COD) yang tinggi dan kompleks pigmen coklat gelap (Melanoidin). Melanoidin adalah suatu kompleks pigmen yang terbentuk dari reaksi non enzimatik antara gula dan asam amino (reaksi maillard). Pigmen coklat inilah yang diperkirakan sebagai penghambat dalam proses penanganan limbah hingga dihasilkan mutu effuen yang memenuhi baku mutu. Pada penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan kombinasi koagulan flokulan yang terbaik dalam mereduksi komponen-komponen koloid dan partikel tersuspensi. Koagulan yang digunakan adalah alum, feri klorida, fero sulfat dan PAC. Flokulan yang digunakan adalah sereflok jenis anionik, kationik dan non ionik. Berdasarkan hasil analisa didapat dosis optimum untun koagulan jenis alum sebesar 4000 ppm, feri klorida 3000 ppm, fero sulfat 3000 ppm dan PAC 3000 ppm, dengan dois ini dapat menurunkan melanoidi dalam limbah cair (http//www.fkm.undip.or.id. /index.php?action=4Bidx=695).

BAB III
DASAR TEORI

3.1 Sianida (CN)

Asam sianida banyak terkandung didalam ketela pohon, bersifat sangat toksik terhadap kehidupan biologis. Asam ini diduga menghambat aktivitas enzim dan aktivitas sistem syaraf pada jaringan tubuh hewan dan manusia (Dix, 1981).

Amigdalin, adalah salah satu senyawa sianogenik glikosida yang terdapat dalam singkong/ketela pohon, dimana amigdalin di hidrolisis menjadi hidrogen sianida.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

Gambar 1. Hidrolisis Amigdalin

Konsentrasi asam sianida diatas 0,2 mg/L dalam jaringan tubuh manusia dilaporkan dapat menyebabkan fatalitas dalam jangka waktu 48 jam. Untuk itu konsentrasi sianida dalam perairan yang digunakan secara lngsung oleh penduduk harus sesuai dengan ambang batas yang diperbolehkan, yaitu sekitar 0,2 mg/L.

Penentuan asam sianida biasanya dilakukan terhadap dua kelas, yaitu kelas sederhana dan kelas kompleks sianida. Dalam larutan sianida hadir sebagai ion CN^- dan molekul HCN (pKb = 9,2). Didalam air netral HCN lebih banyak dari CN^-, dalam ion logam CN^- dapat membentuk ion kompleks sianida dengan stabilitas yang bervariasi. Toksisitas sianida terbesar pada kehidupan berasal dari HCN yang merupakan hasil reaksi hidrolisis CN^- dengan air. Sedangkan toksisitas sianida pada ikan disebabkan oleh HCN yang merupakan hasil dissosiasi kompleks sianida (Rejeki, 1997).

Uji kelarutan sianida dapat dilakukan hanya dari sianida yang berasal dari logam-logam alkali dan alkali tanah yang larut dalam air. Larutan ini bereaksi dengan basa yang disebabkan reaksi hidrolisis (Vogel, 1985). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

$$CN^- + H_2O \longrightarrow HCN + OH^-$$

Sianida dapat untuk membuat sianogen $(CN)_2$, sianogen merupakan gas yang mudah menyala ini mempunyai titik didih -21 °C juga merupakan senyawa endotermis. Sianogen juga dapat diperoleh dengan oksidasi katalitik fase gas HCN oleh NO_2 (Cotton dan Wilkinson, 1976.

Banyak metode standar yang dapat digunakan untuk penentuan sianida dalam suatu sampel air, salah satunya adalah metode piridin barbiturat dengan alat spektrofometer UV-Vis, metode piridin barbiturat merupakan metode analisis untuk penentuan sianida dalam air limbah industri tapioka dimana piridin barbiturat berperan sebagai pengompleks.

Sianida direaksikan dengan kloramin-T membentuk sianogen klorida (CNCl), setelah reaksi komplit/sempurna kemudian ditambahkan dengan reagen piridin-barbiturat hingga muncul warna kompleks merah-biru, dengan terbentuknya senyawa berwarna ini maka analisis sianida dapat ditentukan secara spekrofotometri.

3.2 Total Suspended Solid (TSS)

Pada umumnya persenyawaan yang sering dijumpai dalam air antara lain : padatan terlarut, padatan tersuspensi, padatan tidak larut dan lain-lain. Padatan tersuspensi merupakan senyawa kimia yang terdapat dalam air baik dalam keadaan melayang, terapung maupun mengendap. Senyawa-senyawa ini dijumpai dalam bentuk organik maupun anorganik. Padatan ini menyebabkan air menjadi keruh, kekeruhan air menunjukan bahwa dalam air banyak partikel yang larut, terendap, melayang dan terapung yang terdiri dari berbagai persenyawaan sehingga kondisi ini sangat merugikan kelangsungan hidup biota air. Total padatan tersuspensi adalah jumlah berat dalam mg/L kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami penyaringan.

Endapan dan koloidal serta bahan terlarut berasal dari adanya buangan industri yang berbentuk padat. Bahan buangan industri yang berbentuk padat kalau tidak dapat larut sempurna akan mengendap didasar sungai ataupun membentuk suspensi dan yang dapat larut akan menjadi koloidal. Jika bahan buangan industri berupa bahan organik yang dapat larut maka air akan mendapatkan tambahan ion-ion logam yang berasal dari bahan anorganik tersebut, banyak bahan-bahan anorganik yang dapat memberikan ion-ion logam berat yang pada umumnya bersifat racun seperti CN^-, Cr, Cd dan lain-lain. Salah satu indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya padatan baik tersuspensi maupun koloid.

Zat-zat padat yang berada dalam bentuk suspensi dapat dibedakan menurut ukurannya sebagai partikel tersuspensi koloidal dan partikel tersuspensi biasa (partikel tersuspensi). Jenis partikel tersuspensi koloid adalah penyebab kekeruhan didalam air (Fatimah, 1997). Material koloid bisa berada sebagai koloid anorganik dan koloid organik. Koloid organik sangat merusak kualitas air dan untuk menetralisasikannya diperlukan kandungan oksigen terlarut yang cukup untuk terjadinya proses degradasi secara biologis.

Penentuan total padatan tersuspensi dapat dilakukan berdasarkan metode gravimetri, metode gravimetri adalah proses isolasi dan pengukuran berat suatu unsur atau senyawa tertentu. Bagian terbesar dari penentuan secara analisis gravimetri meliputi transformasi unsur atau radikal ke senyawa murni stabil yang dapat segera diubah menjadi bentuk yang dapat ditimbang dengan teliti. Pemisahan unsur-unsur atau senyawa dapat dilakukan dengan pengendapan dan penyaringan. Padatan

tersuspensi dalam limbah industri tapioka sangat besar jumlahnya. Hal ini karena proses pemisahan pati dengan air pada separator pati merupakan kegiatan yang paling banyak mengeluarkan limbah cair disamping proses pengupasan dan pencucian ketela. Sisa pati hasil proses pemisahan banyak terikut dalam limbah cairnya (Fatimah, 1997). Karena itu, penentuan kandungan padatan tersuspensi dalam limbah dan hasil pengolahan limbah sangat penting.

3.3 Teknik Pengolahan Limbah

Secara garis besar kegiatan pengolahan limbah terutama dapat diurutkan menjadi 8 tahap, antara lain :

1. Pengolahan pendahuluan (*Pre Treatment*)
2. Pengolahan awal (*Primary Treatment*)
3. Pengolahan kedua (*Secondary Treatment*)
4. Pengolahan ketiga (*Tertiary Treatment*)
5. Desinfektasi
6. Pembuangan lanjutan (*Ultimate Disposal*)

Pengolahan limbah pada suatu industri tidak harus mengikuti semua tahap-tahap diatas, akan tetapi perlu diadakan penyesuaian terhadap jenis, sumber dan tingkat pencemaran serta penggunaan hasil olahan air limbah.

Tahap-tahap penting dalam pengolahan limbah dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pengolahan pendahuluan (*Pre Treatment*)

Pada pengolahan pendahuluan biasanya dilakukan filtrasi untuk limbah cair dengan kandungan padatan tersuspensi yang tinggi, atau dilakukan aerasi. Aerasi bertujuan menyediakan gas O_2 terhadap perairan agar aktivitas mikroba dalam air limbah lebih tinggi sehingga kemampuannya mendekomposisi senyawa organik didalam air limbah lebih besar.

Selain itu gas O_2 diperairan diharapkan mampu mengoksidasi ion-ion logam bervalensi tinggi diperairan sehingga membentuk endapan, mengoksidasi senyawa organic yang mudah terdekomposisi oleh oksidasi, atau mengurangi senyawa volatile seperti H_2S diperairan sehingga secara keseluruhan BOD dan COD perairan akan menurun.

2. Pengolahan awal (*Primary Treatment*)

Pengolahan awal meliputi perombakan bahan tak terlarut seperti lemak dan Lumpur dalam air, salah satunya adalah screening. Screening bertujuan untuk mereduksi sampah padat tak terlarut dalam air limbah. Padatan akan terperangkap oleh screen dan terkikis membentuk sisa endapan.

3. Pengolahan kedua (*Secondary Treatment*)

Pengolahan kedua umumnya menyangkut proses biologis untuk mengurangi bahan-bahan organik melalui mikroorganisme yang ada didalamnya. Pada proses ini sangat dipengaruhi oleh banyak faktor antara lain jumlah air limbah, tingkat kekotoran, jenis kotoran yang ada dan sebagainya. Reaktor pengolah lumpur aktif dan saringan penjernihan biasanya digunakan dalam tahap ini. Terdapat dua hal yang

penting dalam tahap ini yaitu proses penambahan oksigen dan proses pertumbuhan bakteri.

4. Pengolahan ketiga (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan ini adalah lanjutan dari pengolahan-pengolahan terdahulu. Oleh karena itu, pengolahan jenis ini baru akan dipergunakan apabila pada pengolahan pertama dan kedua masih banyak terdapat zat tertentu yang masih berbahaya bagi masyarakat umum. Pengolahan ketiga ini merupakan pengolahan secara khusus sesuai dengan kandungan zat yang terbanyak dalam air limbah, biasanya dilaksanakan pada pabrik yang menghasilkan air limbah yang khusus pula.

5. Desinfektasi

Pembunuhan bakteri bertujuan untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme pathogen yang ada didalam air limbah. Mekanisme pembunuhan sangat dipengaruhi oleh kondisi dari zat pembunuhnya dan mikroorganisme itu sendiri. Banyak zat pembunuh kimia termasuk klorin dan komponennya mematikan bakteri dengan cara merusak atau menginaktifkan enzim utama, sehingga terjadi kerusakan dinding sel. Mekanisme lain dari desinfektasi adalah dengan merusak langsung dinding sel seperti yang dilakukan apabila menggunakan bahan radiasi ataupun panas.

6. Pengolahan Lanjutan (*Ultimate Disposal*)

Dari setiap tahap pengolahan air limbah, maka hasilnya adalah berupa Lumpur yang perlu diadakan pengolahan secara khusus agar Lumpur tersebut dapat

dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan. Untuk itu perlu kiranya terlebih dahulu mengenal sedikit tentang Lumpur tersebut.

3.4 Koagulasi dan flokulasi

Salah satu langkah penting dalam pengolahan limbah cair industri tapioka adalah menghilangkan kekeruhan akibat dari padatan tersuspensi baik dalam keadaan melayang, terapung ataupun mengendap yang berasal dari proses pemisahan pati dengan air, sisa pati hasil proses pemisahan banyak terikut dalam limbah cair sehingga meningkatkan padatan tersuspensi didalam limbah tersebut. Salah satu metode yang dapat menurunkan padatan tersuspensi dalam limbah cair tersebut adalah dengan proses koagulasi dan flokulasi (Alaerts, 1984).

Koagulasi dan flokulasi adalah dua tahap penting dalam pengolahan limbah yang pada dasarnya bertujuan mengikat kotoran dengan pembentukan molekul / kompleks polinuklear yang mudah terendapkan sehingga dapat terpisah dari air limbah, padatan tersuspensi dapat dihilangkan melalui penambahan sejenis bahan kimia dengan sifat-sifat tertentu yang disebut koagulan dan flokulan. Umumnya koagulan tersebut adalah tawas (bahasa inggris: alum), proses ini umumnya terdapat didalam pengolahan awal dan pengolahan kedua. Ion monovalen maupun polivalen dapat berlaku sebagai koagulan, sedangkan flokulasi umumnya dilakukan dengan penambahan polimer organik.

Menurut Eckenfelter (1989), koagulasi adalah proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan bahan cemaran yang tersuspensi atau dalam bentuk koloid.

Partikel-partikel koloid ini tidak dapat mengendap sendiri dan sulit ditangani oleh perlakuan fisik. Melalui proses koagulasi, kekokohan partikel koloid ditiadakan sehingga terbentuk flok-flok lembut yang kemudian dapat disatukan melalui proses flokulasi. Penggoyahan partikel koloid ini akan terjadi apabila elektrolit yang ditambahkan dapat diserap oleh partikel koloid sehingga muatan partikel menjadi netral. Penetralan muatan partikel oleh koagulan hanya mungkin terjadi jika muatan partikel mempunyai konsentrasi yang cukup kuat untuk mengadakan gaya tarik menarik antar partikel koloid.

Senyawa yang biasa digunakan sebagai koagulan dalam pengolahan limbah cair adalah alum $Al_2(SO_4)_3$ (tawas) atau (Na, K) $(Al_2(SO_4)_3)$ dan hidratnya, Fe (II) dan Fe (III) klorida maupun sulfat, CaO dan Ca $(OH)_2$. Akan tetapi penelitian ini menggunakan alum sebagai koagulan dengan alasan flok yang terbentuk maksimal.

Proses koagulasi maupun flokulasi yang dilakukan secara bersamaan lebih efektif dibandingkan dengan apabila dilakukan dengan tahap yang terpisah.
Baik proses koagulasi maupun flokulasi perlu dikontrol secara teliti. Hal ini karena beberapa faktor seperti kadar, jenis padatan tersuspensi, pH air, kadar dan jenis koagulan dan flokulan, waktu dan kecepatan pengendapan serta macam ion terlarut dalam air mempengaruhi efisiensi proses koagulasi dan flokulasi. Efisiensi proses pengolahan limbah cair dapat ditentukan dengan pengukuran beberapa parameter kualitas air seperti jumlah total padatan tersuspensi, turbiditas air, warna dan pH air limbah setelah pengolahan (Fatimah, 1997).

Dengan penambahan koagulan dan flokulan tersebut maka stabilitas dari padatan tersuspensi akan terganggu karena:

1. Sebagian kecil tawas (Alum) tinggal terlarut dalam air, molekul-molekul ini dapt menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan elektrisnya karena sebagian molekul Al bermuatan positif sedangkan suspensi atau koloid biasanya bermuatan negatif (pada pH 5 sampai 8).

2. Sebagian besar tawas (Alum) tidak larut dan akan mengendap sebagai flok $Al(OH)_3$ yang dapat mengurung koloid dan membawanya kebawah, proses ini umumnya paling efisien.

$$Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O \rightleftharpoons 2Al(OH)_3 + 6H^+ + SO_4^{2-}$$

Pada proses flokulasi selain zat padat berupa partikel dan koloid tersebut juga fosfat dan logam terlarut akan terbawa dan diendapkan oleh flok $Al(OH)_3$. Pada saat proses koagulasi flokulasi berlangsung, dilakukan pengadukan lambat selama ± 15 menit; 20 rpm untuk mempercepat pembentukan flok, pengadukan yang terlalu cepat dapat merusak flok yang terbentuk. Setelah flok terbentuk proses dilanjutkan dengan pengendapan dan penyaringan.

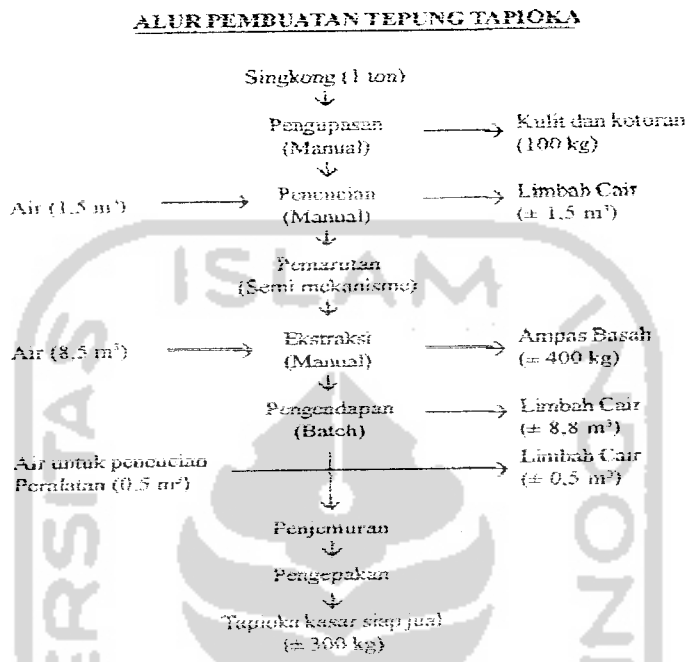
3.5 Industri Pembuatan Tepung Tapioka

Tepung tapioka dibuat dari ketela pohon melalui proses pemarutan dan pemisahan pati dari ampas ketela. Dari proses pembuatannya, akan terlihat bahwa industri tapioka memerlukan banyak air dan menghasilkan banyak limbah cair

dengan kandungan padatan tersuspensi yang cukup tinggi berasal dari suspensi pati. Teknologi pembuatan tapioka pada industri kecil adalah sebagai berikut :

1. Pengupasan kulit dilakukan dengan tenaga manusiamenggunakan pisau.
2. Pencucian dilakukan dengan cara menyemprotkan air bersih
3. Pemarutan dilakukan secara mekanis yang digerakkan dengan mesin diesel. Hasil parutan adalah bubur ketela, pada tahap ini air ditambahkan agar pemarutan lebih lancar.
4. Pemerasan dan penyaringan
    a. Ekstraksi pati dilakukan dengan tangan manusia, diatas kain kasa. Dari atas dialirkan air sedikit demi sedikit menggunakan gayung.
    b. Pengekstrakan dilakukan secara mekanis, yaitu menggunakan saringan bergetar.
5. Pengendapan pati dilakukan didalam bak-bak pengendapan, pengendapan yang baik adalah empat jam dan pembuangan air tidak boleh dari satu jam, karena setelah lima jam sudah mulai terjadi pembusukan.
6. Endapan diambil, air yang diatas dibuang sebagai limbah cair dan tepung tapioka basah diambil.
7. Setelah pati diambil, diletakkan pada tampi-tampi bambu kemudian dijemur dibawah sinar matahari.
8. Pati hasil pengeringan masih kasar sehingga perlu digiling dan dilakukan penyaringan untuk menghasilkan tapioka halus.

Pembuatan tepung tapioka digambarkan dalam bentuk diagram alir disajikan pada gambar 2 :



Gambar 2. Pembuatan Tepung Tapioka

Dari proses diatas terlihat bahwa industri tapioka memerlukan banyak air dan menghasilkan banyak limbah cair dengan kandungan padatan tersuspensi yang cukup tinggi berasal dari suspensi pati.

3.6 Nilai Ambang Batas

Daya racun suatu bahan tergantung pada kualitas dan kuantitas bahan tersebut, dengan jumlah sedikit sudah membahayakan manusia ini tidak lain karena kualitasnya cukup memadai untuk membunuh, oleh sebab itu pengetahuan akan sifat fisika dan kimia bahan beracun dan berbahaya sangat penting. Antara satu senyawa

dengan senyawa lain berbeda nilai ambang batasnya dan antara senyawa itu sendiri juga berbeda untuk waktu yang berbada pula. Nilai ambang batas suatu unsur atau senyawa adalah batas maksimum senyawa tersebut aman berada di lingkungan dan tidak membahayakan kelangsungan hidup makhluk hidup itu sendiri atau biasa disebut nilai baku mutu. Baku mutu setiap industri berbeda, tergantung dari jenis limbah yang dihasilkan.

Baku mutu limbah cair industri tapioka yang berlaku untuk industri yang sudah beroprasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Cair Industri Tapioka Untuk Industri Yang Sudah Beroperasi

Parameter	Kadar Maksimal (mg /l)	Beban Pencemaran max (kg / ton)
BOD	200	12,0
COD	400	24,0
TSS	200	9,0
Sianida	0,5	0,03

Tabel 2. Baku Mutu Limbah Cair Industri Tapioka Untuk Industri Tapioka Yang Baru Atau Yang Dikembangkan

Parameter	Kadar Maksimal (mg /l)	Beban Pencemaran max (kg / ton)
BOD	100	3,0
COD	250	7,5
TSS	60	2,4
Sianida	0,2	0,006

(Sumber : Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. Kep 03 / MENKEH / II / 1991) (Diambil dari : Fatimah, 1997)

3.7 Optimasi Analisis Pada Metode Spektrofotometer UV-Vis

Pada analisis dengan metode spektrofotometer UV-Vis perlu dilakukan optimasi beberapa parameter yang perlu dioptimasi antara lain : panjang gelombang, waktu kestabilan, kompleks konsentrasi pereaksi dan pH.

Panjang gelombang perlu dioptimasi karena setiap larutan berwarna akan menyerap radiasi sinar tampak pada panjang gelombang tertentu yang spesifik untuk masing-masing warna. Disamping perubahan pada absorbansi akan lebih sensitif dengan perubahan konsentrasi pada panjang gelombang maksimal. Pembentukan senyawa yang sempurna memerlukan waktu tertentu, selain itu pada umumnya senyawa mempunyai kestabilan yang terbatas. Untuk waktu yang relatif lama dapat mengalami penguraian, sehingga pengukuran senyawa dilakukan dalam kurun waktu dimana kompleks tersebut stabil.

Konsentrasi zat-zat pereaksi perlu dioptimasi karena apabila konsentrasi zat-zat pereaksi tersebut masih kurang, maka belum cukup untuk membentuk senyawa yang sempurna. Sebaliknya apabila konsentrasi pereaksi yang digunakan berlebihan kadang-kadang dapat dapat menekan senyawa yang terbentuk, sehingga reaksi akan bergerak kearah kiri. Akibatnya jumlah senyawa yang terbentuk akan berkurang sehingga absorbansinya menurun. Disamping itu apabil pereaksi akan mempengaruhi warna akhir larutan sehingga absorbansinya tidak sesuai dengan yang seharusnya.

Harga pH juga sangat mempengaruhi absorbansi suatu larutan, oleh karena itu perlu dilakukan optimasi pH. Misal pada optimasi pH terhadap sianida dengan metode fenolftalein, absorbansi yang terukur adalah fenolftalein hasil oksidasi

fenolftalin. Fenolftalein merupakan indiktor basa yang mempunyai trayek pH antara pH 8,3-10 dan akan memberikan warna merah pada pH basa, jadi penentuan sianida sebaiknya dilakukan pada pH basa (Rejeki, 1997).

3.8 Prinsip Metode Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer adalah suatu penetapan konsentrasi atau kadar suatu larutan yang berwarna, berdasarkan pengukuran penyerapan sinar dengan panjang gelombang terbatas yang hampir bersifat monokromatis. Spektrofotometer merupakan metode analisis yang didasarkan pada interaksi radiasi elektromagnetik dengan suatu senyawa. Jika radiasi gelombang elektromagnetik dilewatkan pada suatu senyawa, maka sebagian akan diserap oleh molekul sesuai dengan struktur molekul dengan panjang gelombang tertentu. Setiap senyawa mempunyai tingkatan energi yang spesifik (Day dan Underwood, 1986).

Jika energi radiasi mempunyai energi yang sesuai maka elektron akan tereksitasi. Elektron tereksitasi melepaskan energi dengan proses radiasi panas dan kembali ke keadaan dasar. Perbedaan energi antara tingkat dasar dan tingkat tereksitasi spesifik untuk tiap-tiap senyawa, maka frekuensi yang diserap juga tertentu. Hubungan intensitas radiasi sebagai fungsi panjang gelombang atau frekuensi disebut dengan spektrum serapan (Sastrohamidjojo, 1991).

Jika suatu berkas sinar melewati suatu medium homogen, sebagian dari cahaya datang (P_0) diabsorpsi sebanyak (P_a), sebagian dapat diabaikan dipantulkn (P_r), sedangkan sisanya ditransmisikan (P_t) dengan efek intensitas murni sebesar :

$P_0 = P_a + P_t + P_r$

Tetapi pada prakteknya nilai P_r adalah kecil sekali sehingga untuk tujuan praktis

$P_0 = P_a + P_t$

Lambert (1760) dan Beer (1852) dan juga Bouger menunjukkan hubungan berikut :

$$T = \frac{P_t}{P_0} = 10^{-abc}$$

B = jarak tempu optik, c = konsentrasi

$$\text{Log (T)} = \log\left(\frac{P_t}{P_0}\right) = -abc$$

a = tetapan absortivitas, T = transmitansi

$$\log\left(\frac{1}{T}\right) = \log\left(\frac{P_0}{P_t}\right) = abc = A$$

A = absorbansi

-log (T) i.e. A = abc

$\left(\frac{1}{T}\right) = T^{-1}$ (tidak tembus cahaya/opasitas)

A = abc

A = absorpsivitas

Hal diatas adalah persamaan mendasar untuk absorpsi spektrofotometer UV-Vis, dikenal sebagai hukum Lambert Beer. Jika suatu sistem mengikuti hukum Lambert Beer, grafik antara absorbansi terhadap konsentrasi akan menghaslikan grafik lurus yang biasa disebut kurva kalibrasi (Khopkar, 1990).

3.9 Instrumen Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer tersusun dari sumber spektrum, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko, dan alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blanko.

1. Sumber Spektrum

Sumber radiasi ultraviolet kebanyakan menggunakan lampu hidrogen dan lampu deuterium, yang terdiri dari sepasang elektroda yang terselubung dalam tabung gelas dan diisi dengan gas hidrogen atau deuterium pada tekanan rendah. Bila elektron-elektron kembali ke tingkat dasar mereka melepaskan radiasi yang kontinyu dalam daerah sekitar 180 dan 350 nm. Sumber radiasi ultraviolet yang lain adalah lampu xenon, tetapi ia tidk se stabil lampu hidrogen.

2. Monokromator

Monokromator digunakan untuk memperoleh sumber sinar yang monokromatis. Alatnya berupa prisma atau grating. Untuk mengarahkan sinar monokromatis yang diinginkan dari penguraian dapat digunakan celah optis, jika celah optis posisinya tetap, maka prisma yang dirotasikan untuk mendapatkan panjang gelombang yang diinginkan.

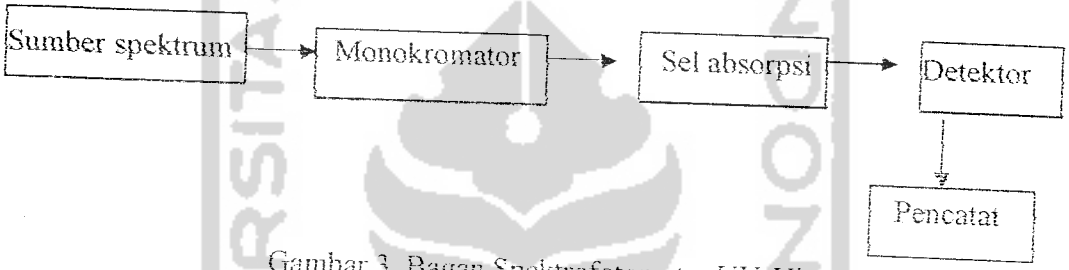
3. Sel Absorpsi

Pada pengukuran didaerah tampak dapat digunakan kuvet kaca atau kuvet corex, tetapi pada pengukuran pada daerah UV harus menggunakan sel kuarsa karena gelas tidak tembus cahaya. Sel untuk larutan mempunyai panjang lintasan tertentu dari 1 hingga 10 cm.

4. Detektor

Detektor adalah penerima atau pemberi respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang. Setiap detektor menyerap tenaga foton yang mengenainya dan mengubah tenaga tersebut untuk dapat diukur secarakuantitatif seperti sebagai arus listrik atau perubahan-perubahan panas. Kebanyakan detektor menghasilkan sinyal listrik yang dapat mengaktifkan meter atau pencatat.

Instrumen Spektrofotometer UV-Vis adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Bagan Spektrofotometer UV-Vis
(Sastrohamidjojo, 1991)

3.10 Hipotesis

Berdasarkan telaah pustaka dan didukung oleh beberapa teori, maka dapat ditarik hipotesis sebagai berikut :

1. Kondisi optimal koagulan sangat diperlukan dalam pengolahan limbah cair industri tapioka
2. Terjadi penurunan kadar sianida dalam limbah cair tapioka setelah proses koagulasi dan flokulasi

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Alat dan Bahan

4.1.1 Alat-alat yang digunakan

1. Spektrofotometri UV-Vis merk HITACHI U 2010
2. pH meter merk Inolab
3. Pengaduk Magnet
4. Gelas Ukur
5. Gelas Kimia
6. Labu Ukur 100 ml
7. Labu Ukur 50 ml
6. Labu Ukur 10 ml
7. Erlenmeyer 250 ml
8. Buret 50 ml dan Statif
9. Pipet tetes
10. Pipet Ukur 1 ml dan 5 ml
11. Kaca Arloji
12. Sendok Sungu
13. Kertas Saring
14. Corong

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
FMIPA

4.1.2 Bahan-bahan yang digunakan

1. Limbah Cair Industri Tapioka dari Kawasan Industri Rumah Tangga Ngemplak, Margoyoso, Pati, Jawa Tengah.
2. Akuades
3. Kloramin- T Buatan Teknik Pertanian UGM
4. Piridin Buatan
5. Asam Barbiturat
6. $Al_2(SO_4)_3$ Merk Brataco chemica (Teknis)
7. $CaCO_3$ Merk Brataco chemica (Teknis)
8. Diaflok (PAC) Merk Brataco chemica (Teknis)
9. Kristal KCN
10. Larutan Buffer pH 6 (Asam Fosfat, NaOH)

4.2 Cara Kerja

4.2.1 Pembuatan Larutan Standar Sianida (CN^-)

Untuk mendapatkan larutan CN^- 100 ppm, sebanyak 0, 25 g kristal kalium sianida (BM = 65) dilarutkan dalam NaOH 0,1 M sampai volume 100 ml, melalui pengenceran dibuat larutan sianida (CN^-) 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm (lampiran 1). Larutan standar ini dibuat untuk menentukan panjang gelombang maksimum, kurva kalibrasi dan penentuan waktu kestabilan kompleks.

4.2.2 Optimasi Jenis dan Konsentrasi Koagulan

Penentuan koagulasi serta optimasi konsentrasi yang sesuai dengan limbah tapioka dilakukan dengan percobaan penggunaan beberapa koagulan dalam berbagai konsentrasi. Jenis koagulan yang digunakan adalah $Al_2(SO_4)_3$, $CaCO_3$ dan diaflok (PAC).

Cara kerja :

1. $Al_2(SO_4)_3$ (Tawas atau Alum)

Untuk mengetahui optimasi dan konsentrasi koagulan ini yaitu dengan membuat konsentrasi $Al_2(SO_4)_3$ 20 %, 40 % dan 60% %. Untuk membuat koagulan dengan konsentrasi 20 %, yaitu dengan menimbang 20 g alum kemudian dilarutkan dengan akuades sampai volume 100 ml, sehingga didapat alum dengan konsentrasi 20 %. Setelah itu membuat alum dengan konsentrasi 40 %, yaitu dengan menimbang 40 g alum kemudian dilarutkan dengan akuades sampai volume 100 ml, sehingga didapat alum dengan konsentrasi 40 %. Sedangkan yang terakhir yaitu membuat alum dengan konsentrasi 60 %, melarutkan 60 g alum dengan akuades sampai volume 100 ml, didapat alum dengan konsentrasi 60 %. Tujuan dari pembuatan konsentrasi alum tersebut adalah untuk mengetahui kondisi optimal dalam proses koagulasi ini sehingga didapat hasil yang optimal pula.

2. $CaCO_3$

Konsentrasi $CaCO_3$ yang diperlukan dalam penelitian ini adalah 10 %, yaitu dengan cara melarutkan 10 g $CaCO_3$ dengan akuades sampai volume 100 ml sehingga didapat konsentrasi $CaCO_3$ 10 %.

3. Diaflok (Polialumunium Klorida)

Konsentrasi yang dibutuhkan adalah 1 %, yaitu dengan cara melarutkan 1 g PAC dengan akuades sampai volume 100 ml, sehingga didapatkan konsentrasi diaflok 1 %.

4.2.3 Pembuatan Kloramin-T

Dilarutkan sebanyak 0, 5 g Kloramin-T dalam akuades hingga volume 50 ml sambil diaduk dengan pengaduk magnet.

4.2.4 Pembuatan Reagen Piridin-Barbiturat

Diambil sebanyak 1,5 g asam barbiturat, kemudian diencerkan dengan akuades hingga 25 ml. Tambahkan kedalamnya 7, 5 ml piridin dan 1, 5 HCl pekat, encerkan dengan akuades hingga volume 50 ml. Selama penambahan larutan amati perubahan yang terjadi.

4.2.5 Pengukuran TSS Sampel Air

Pengukuran Total Suspended Solid (TSS) dilakukan dengan cara menimbang kertas saring whatman (Berat Awal), kemudian diambil 10 ml limbah dan disaring. Kertas saring dikeringkan dengan oven pada suhu 100 °C selama 1 jam, setelah itu kertas saring ditimbang kembali (Berat Akhir) sehingga didapat TSS nya. Pengukuran TSS ini dilakukan sebelum dan sesudah proses koagulasi dan flokulasi.

4.2.6 Proses Koagulasi dan Flokulasi

Diambil sebanyak 100 ml limbah cair industri tapioka dalam 4 gelas beker 250 ml diaerasi selama 1 jam, kemudian ditambahkan kedalam masing-masing gelas beker tersebut 5 ml $Al_2(SO_4)_3$ dengan konsentrasi 20, 40 dan 60 %, 4 ml PAC dan 4 ml $CaCO_3$ sambil diaduk dengan pengaduk magnet selama 10 menit. Diamkan sampai terbentuk endapan selama 10 menit, endapan disaring dengan kertas saring dan dikeringkan dengan oven pada suhu 100° C selama 1 jam.

4.2.7 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

Diambil sebanyak 2 ml larutan standar konsentrasi 6 ppm yang diencerkan dengan NaOH 0, 1 M. Kemudian ditambahkan kedalamnya 1 ml kloramin-T dan 2 ml reagen piridin barbiturat, encerkan dengan akuades hingga 10 ml. Ukur panjang gelombang maksimum dengan spektrofotometer UV-Vis antara 500-700 nm.

4.2.8 Penentuan Kurva Kalibrasi

Diambil sebanyak 2 ml larutan standar KCN konsentrasi 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm yang diencerkan dengan larutan NaOH 0,1 M. Kemudian tambahkan pada masing-masing larutan dengan konsentrasi berbeda itu 1 ml larutan buffer, 2 ml kloramin-T dan 5 ml reagen piridin barbiturat, ukur absorbansi dari masing-masing larutan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang didapat sebelumnya.

4.2.9 Penentuan Waktu Kestabilan Warna

Diambil sebanyak 2 ml larutan standar konsentrasi 6 ppm, kemudian ditambahkan kedalamnya 1 ml larutan buffer, 2 ml kloramin-T dan 5 ml reagen piridin-barbiturat, diencerkan dengan akuades hingga 10 ml. Larutan tersebut dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum yang didapat pada saat pengukuran panjang gelombang maksimum (583 nm) selama 15 menit, diamati absorbansi yang stabil pada rentang waktu selama 15 menit.

4.2.10 Penentuan sianida (CN) Sebelum dan Setelah Proses Koagulasi dan Flokulasi Pada Limbah Cair Industri Tapioka

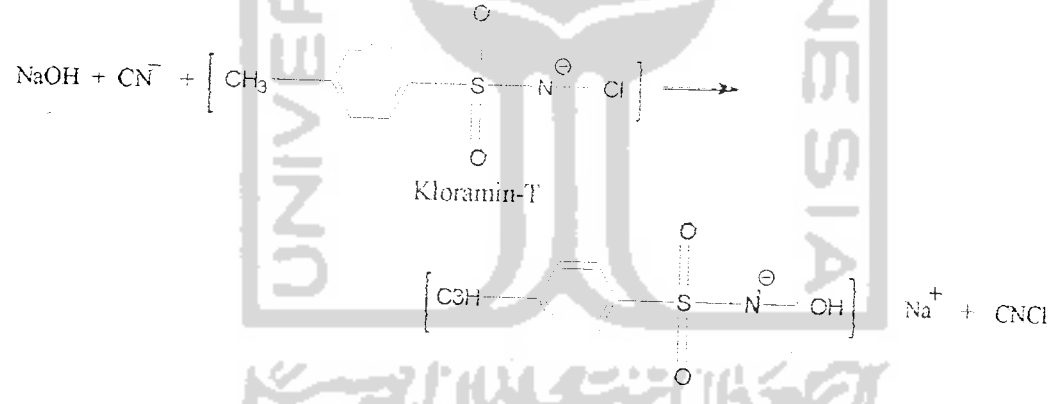
Penentuan sianida pada limbah cair industri tapioka baik sebelum maupun sesudah proses koagulasi dan flokulasi cara kerja yang digunakan sama, yaitu dengan mengambil 2 ml limbah yang tidak mengalami proses koagulasi dan yang sudah mengalami proses koagulasi dan flokulasi dalam 4 tabung reaksi, yaitu 1 tabung berisi limbah yang tidak mengalami koagulasi flokulasi, dan 3 tabung yang berisi limbah setelah koagulasi flokulasi dengan konsentrasi alum 20, 40 dan 60 %. Kemudian tambahkan kedalam masing-masing sampel tersebut 1 ml larutan buffer, 2 ml kloramin-T dan 5 ml reagen piridin barbiturat. Ukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum (583 nm).

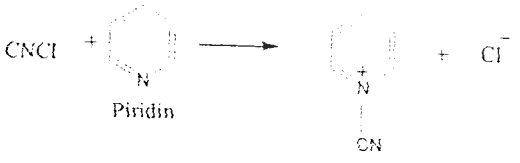
PERPUSTAKAAN FMIPA

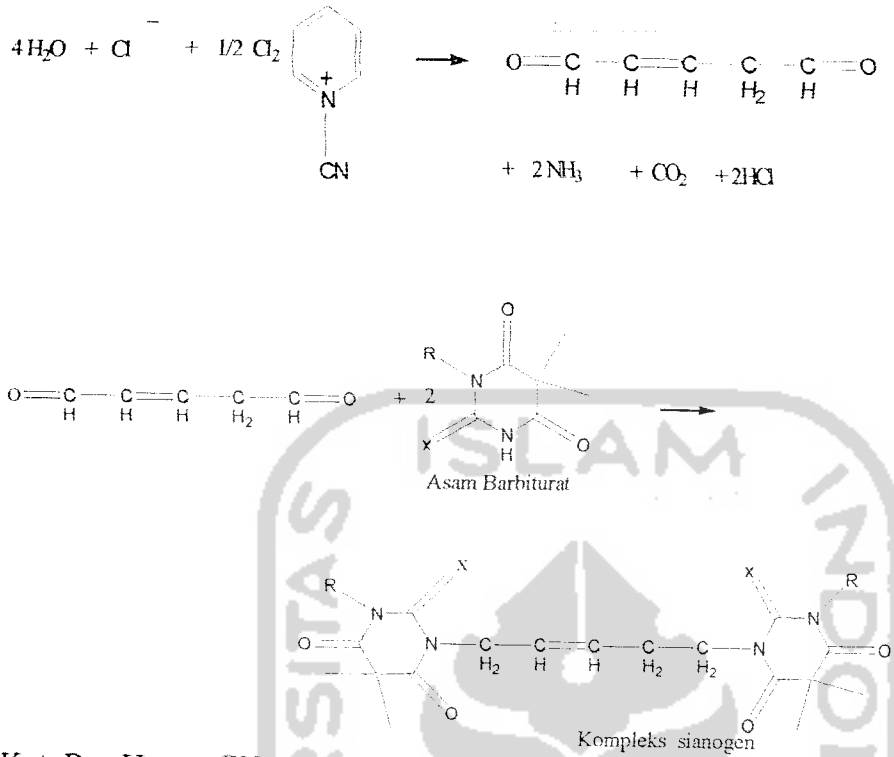
BAB V
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengertian Dasar Analisis Sianida Dengan Piridin barbiturat

Pada dasarnya analisis sianida dapat dilakukan dengan berbagai metode diantaranya metode piridin-pirazolon dan Ninhidrin, juga dapat dinalisis menggunakan instrumen lain seperti HPLC. Akan tetapi pada penelitian sianida ini digunakan metode piridin barbiturat secara spektrofotometer UV-Vis dengan alasan tertentu yaitu metode piridin barbiturat merupakan metode yang biasa digunakan dan tidak rumit, sedangkan spektrofotometer UV-Vis sangat mudah digunakan, tidak memerlukan preparasi sampel dan murah. Metode ini didasarkan pada reaksi berikut:







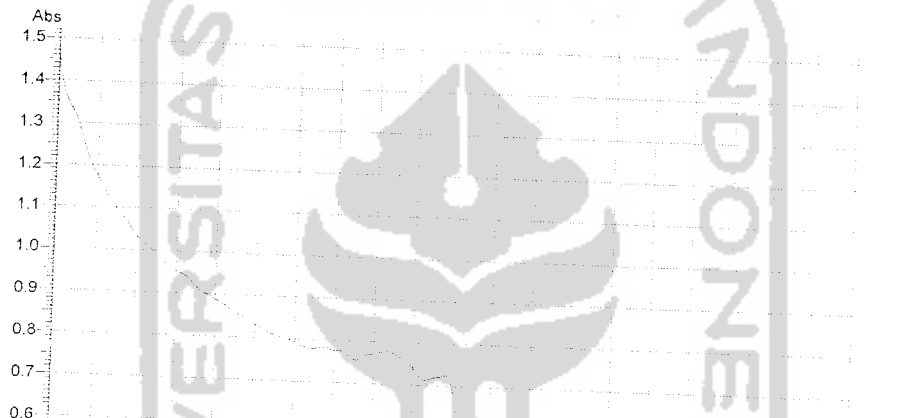
Ket: R = H atau CH_3
X = O atau S

Gambar 4. Reaksi kompleks sianida dengan piridin barbiturat

Sianida dikonversi (diubah) menjadi sianogen klorida (CNCl) melalui reaksi dengan kloramin-T pada pH kurang dari 8. Setelah reaksi lengkap, warna akan terbentuk pada saat penambahan reagen piridin barbiturat. Piridin akan melepaskan Cl^- dan membentuk suatu intermediet nitrit, kelebihan klorin dalam larutan akan merusak intermediet yang terbentuk dan menyebabkan hidrolisis senyawa intermediet tersebut, reaksi hidrolisis ini membentuk senyawa yang berwarna merah-biru. Karena terbentuk suatu senyawa berwarna ini maka analisis sianida dapat ditentukan secara spektrofotometer UV-Vis.

5.2 Optimasi Panjang gelombang (λ maks)

Optimasi panjang gelombang untuk sianida ini digunakan larutan standar KCN dengan konsentrasi 6 ppm yang dilarutkan dengan NaOH, kemudian larutan standar ini ditambahkan dengan 1 ml larutan buffer, 2 ml kloramin-T dan 5 ml reagen piridin-barbiturat. Panjang gelombang maksimum ini diukur pada daerah 500-700 nm. Panjang gelombang maksimum adalah puncak absorpsi maksimum dari suatu unsur atau senyawa.



Gambar 5. Grafik Panjang Gelombang Maksimum

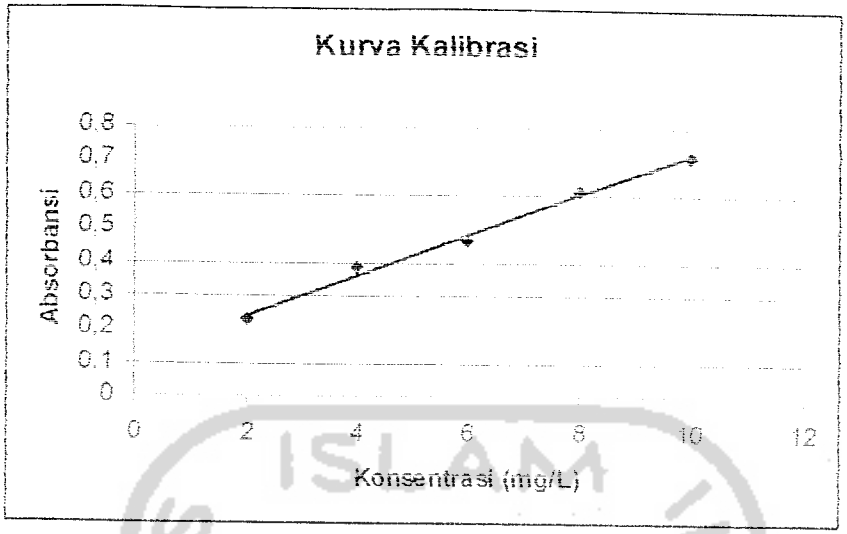
Dari gambar 5 dapat dilihat bahwa panjang gelombang maksimum (λmaks) terjadi pada daerah 583 nm, dimana pada panjang gelombang ini sianida dapat terserap secara optimal artinya pada panjang gelombang maksimum ini kompleks sianida akan memenuhi hukum Lambert Beer. Jika suatu sistem mengikuti hukum

Lambert Beer grafik antara absorbansi terhadap konsentrasi akan menghasilkan garis lurus, karena penyimpangan negatif dari hukum Lambert Beer menyebabkan kesalahan relatif yang makin membesar dari konsentrasi sebenarnya. Pada panjang gelombang 583 nm inilah sianida dapat terserap secara optimal.

5.3 Kurva Kalibrasi

Langkah-langkah yang dilakukan sebelum analisis sianida meliputi identifikasi panjang gelombang maksimum dan pembuatan kurva kalibrasi untuk sianida. Analisis spektrofotometer UV-Vis didasarkan pada kemempuan penyerapan senyawa kompleks sianida pada daerah tampak (500-700 nm) dengan adanya gugus kromofor, kromofor digunakan untuk menyatakan gugus tak jenuh kovalen yang dapat menyerap radiasi dalam daerah-daerah ultraviolet dan tampak.

Kurva kalibrasi dibuat dengan cara mengukur absorbansi dari larutan standar yang telah ditentukan konsentrasinya yaitu 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm, pada panjang gelombang 583 nm maka akan diperoleh grafik lurus antara konsentrasi dengan absorbansi sampel standar CN^-.



Gambar 6 : Grafik hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi standar CN^-

Analisis kuantitatif larutan sampel yang akan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis tidak dapat ditentukan secara langsung, akan tetapi harus menggunakan metode kurva baku/kalibrasi, jika hukum Lambert Beer benar-benar diikuti grafik antara absorbansi terhadap konsentrasi akan menghasilkan grafik lurus yang disebut sebagai kurva kalibrasi, arah dari grafik dapat digunakan untuk menghitung absortivitas.

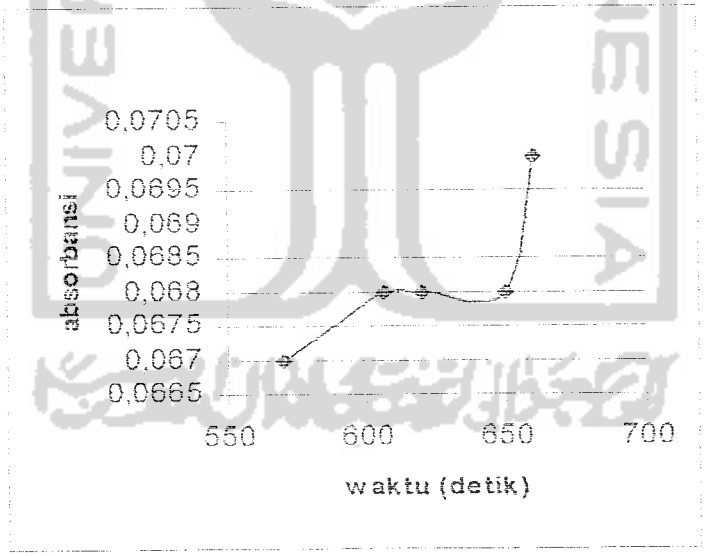
Dari hasil kurva kalibrasi didapatkan persamaan regresi linear sebagai berikut: r = 0,9963 A = 0,1223 B = 0,05965 dengan persamaan Y = Bx + A sehingga Y = 0,05965 X + 0,1223 dengan A = intersep dan B = slope.

5.4 Waktu Kestabilan Warna

Kestabilan warna sangat manentukan berhasil tidaknya dalam menganalisis sianida dengan spektrofotometer karena akan sangat mempengaruhi hasil analisis.

Untuk mengetahui waktu kestabilan warna digunakan larutan standar 6 ppm yang ditambahkan dengan 1 ml larutan buffer, 2 ml kloramin-T dan 5 ml reagen piridin-barbiturat, kemudian dianalisis dengan spektrofotometer UV-vis pada panjang gelombang 583 nm selama 15 menit, dari hasil pengukuran selang waktu 15 menit tersebut akan diperoleh waktu kestabilan warna dari kompleks sianogen.

Menurut Sandell (1959) warna dari ion kompleks akan dipengaruhi oleh jumlah asam yang ditambahkan serta lama dari ion itu dibuat. Waktu kestabilan perlu diketahui karena sebuah unsur memerlukan rentang waktu tertentu untuk membentuk senyawa yang stabil dengan pereaksinya. Jadi setelah mengetahui waktu kestabilannya diharapkan saat pengukuran larutan dilakukan dalam keadaan stabil. Hasil analisis waktu kestabilan warna sebagaimana disajikan pada gambar 5.



Gambar 7. Hubungan antara waktu pengukuran sianida $(CN)^-$ piridin-barbiturat dengan absorbansi

Hasil analisis waktu kestabilan warna pada gambar 6 menunjukkan bahwa kompleks sianida berada dalam keadaan stabil pada detik ke 606, 620 dan 650. Sedangkan pada detik ke 570 (9 menit) kompleks sianida belum mencapai kondisi stabil, hal ini disebabkan karena reaksi sianida dengan pengompleks belum sempurna, ini ditunjukkan dengan kenaikan absorbansi pada detik ke 606 dan mencapai kondisi stabil pada detik ke 620 dan 650 artinya bahwa nilai absorbansi tetap/stabil pada menit ke 10, sehingga pada waktu tersebut kompleks sianida berada dalam keadaan stabil. Pada kondisi stabil inilah analisis sianida dapat dilakukan, artinya bahwa analisis limbah cair tapioka yang mengandung sianida sangat tepat dilakukan tidak lebih dari pada 10 menit dari penambahan pengompleks.

Jika analisis dilakukan melebihi waktu 10 menit dari penambahan pengompleks maka kompleks sianida sudah rusak, ini ditunjukkan dalam grafik bahwa pada detik ke 660 (11 menit) terjadi kenaikan absorbansi yang cukup signifikan, oleh karena itu analisis sangat tepat dilakukan 10 menit setelah penambahan pengompleks.

5.5 Limit Deteksi

Limit deteksi didefinisikan sebagai konsentrasi unsur yang dapat menghasilkan signal sebesar tiga kali standar deviasi signal *background*. Untuk mengetahui apakah limit deteksi baik atau tidak dalam metode spektrofotometer UV-Vis dapat diperjelas dengan uji statistik dengan persamaan :

$Y = 3\ Sd + a$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (yi - \hat{y}i)^2}{n-2}}$$

Y = Absorbansi

Sd = Standar deviasi

a = Intersep

$\hat{y}i$ = persamaan y = bx +a

x = konsentrasi dimasukkan dalam persamaan tersebut

Limit deteksi termasuk kriteria untuk kerja yang penting dari metode analisis kimia, bahkan kemajuan kimia analisis antara lain karena keberhasilan menemukan metode baru yang mempunyai kepekaan tinggi dan batas waktu deteksi yang semakin rendah (Listyaning, 2003). Limit deteksi juga dapat dikatakan sebagai nilai minimum dari sampel yang dapat dideteksi oleh spektrofotometer UV-Vis, melalui uji statistik dengan persamaan diatas didapat nilai limit deteksi sianida menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis sebesar 0,0152, itu berarti bahwa nilai minimum dari sianida yang dapat dideteksi dengan alat spektrofotometer UV-Vis sebesar 0,0152 mg/L (lampiran 6). Artinya bahwa spektrofotometer tersebut mampu menganalisis kadar sianida dalam limbah cair hanya 0,0152 mg/L, jika konsentrasi sianida dalam limbah cair dibawah nilai 0,0152 maka alat tersebut tidak dapat terdeteksi.

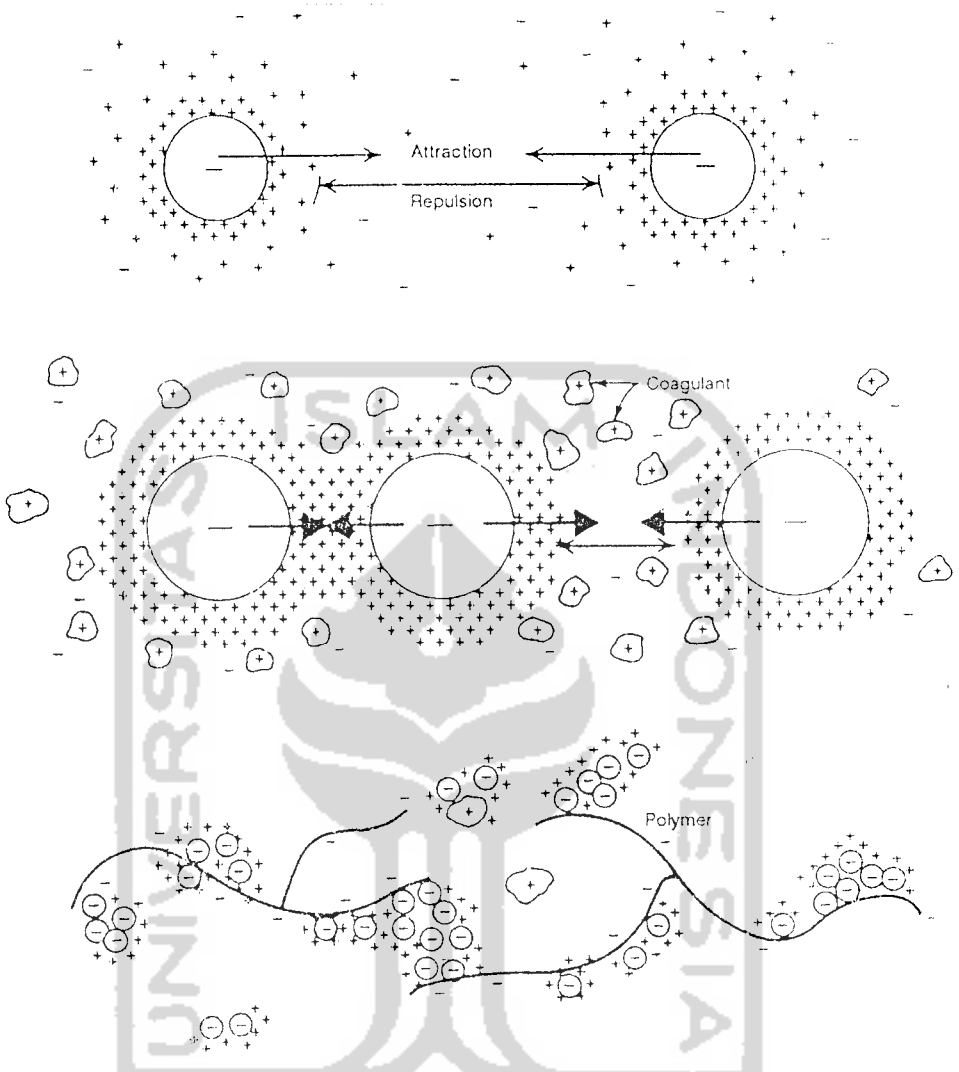
5.6 Proses Koagulasi dan Flokulasi

Proses kimia untuk pengolahan limbah cair industri tapioka yang saat ini banyak digunakan adalah cara koagulasi flokulasi, yaitu dengan cara penambahan bahan kimia (koagulan) yang akan mengikat bahan pencemar yang ada dalam air

limbah sehingga mudah untuk dipisahkan. Pada koagulasi diperlukan tahap-tahap proses berikut :

1. Pembentukan inti endapan atau bisa disebut juga tahap pengadukan cepat, pada tahap ini diperlukan koagulan yaitu aluminium sulfat, akan terjadi reaksi penggabungan kogulan dengan zat-zat yang ada dalam air limbah. Pengadukan dilakukan pada 50-200 rpm selama 15 menit, dengan penambahan konsentrasi koagulan yang berbeda yaitu 20 %, 40 % dan 60 %.
2. Tahap selanjutnya adalah tahap flokulasi, yaitu penggabungan inti-inti endapan menjadi molekul besar (Flok), flokulasi dapat dilakukan dengan pengadukan lambat selama 15 menit. Pada tahap ini digunakan bahan pembantu (flokulan) yang akan membantu mempercepat terjadinya flok yaitu Polyalumunium chlorida atau PAC. Keunggulan dari PAC antara lain daya koagulasinya lebih kuat sehingga flok yang dihasilkan relatif besar maka digunakan bahan koagulan flokulan Aluminium sulfat, PAC dan $CaCO_3$ dengan perbandingan volume 5 : 4 : 4 ml, sedangkan konsentrasi Alum yang digunakan yaitu 20 %, 40 % dan 60 %. Hal ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi Alum yang optimal dalam menurunkan TSS dan konsentrasi sianida dalam limbah cair industri tapioka.
3. Tahap pemisahan flok dari cairan, pemisahan dilakukan dengan cara diendapkan, setelah endapan terbentuk sempurna kemudian dilakukan penyaringan.

Pembentukan flok dalam proses koagulasi flokulasi dapat dilihat dalam gambar 8.



Gambar 8. Proses Pembentukan Flok

Dari gambar 8 menjelaskan bahwa partikel koloid satu dengan yang lainnya berada dalam keadaan stabil, artinya tidak ada saling tarik menarik maupun tolak menolak. Partikel-partikel didalam cairan saling bertabrakan secara acak (Gerak Brown), dan terdistribusi secara merata didalam cairan, keadaan tersebut sangat stabil. koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan pada partikel tersuspensi dan

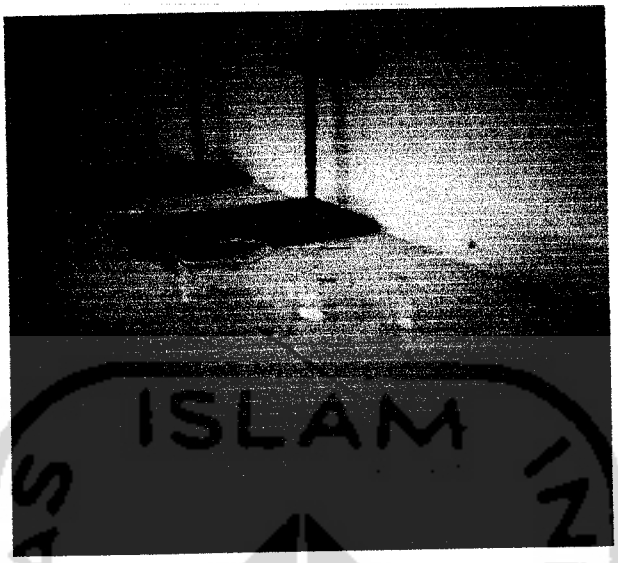
koloid, sedangkan flokulasi adalah aglomerasi dari partikel yang terdestabilisasi menjadi partikel terendapkan, partikel-partikel tersebut akan terabsorpsi oleh polimer (flokulan) membentuk flok yang akan mengendap karena massanya yang lebih besar sehingga dapat mempengaruhi tingkat kejernihan. Semakin banyak flok yang terbentuk akan sangat mempengaruhi nilai dari padatan tersuspensi (TSS) karena padatan terikat oleh adanya koagulan dan flokulan. Penambahan koagulan flokulan ini juga sangat mempengaruhi kandungan sianida dalam limbah tersebut, karena sianida akan terikat pada koagulan yang akan membentuk lapisan *doublelayer* bersama partikel lain seperti phospat, proses pengikatan sianida secara sederhana dapat dilihat pada reaksi :

$$Al_2(SO_4)_3 + 6\,HCN \longrightarrow Al_2(CN_2)_3 + 3H_2SO_4$$

$$Al_2(SO_4)_3 .14H_2O + 2PO_4^{2-} \longrightarrow 2Al(OH)_3 + 3SO_4^{-2} + 6CO_2 + 14H_2O$$

$$Al_2(SO_4)_3 .14H_2O + 3\,Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow 3\,CaSO_4 + 2\,Al(OH)_3 + 6\,CO_2 + 14H_2O$$

Dari ketiga konsentrasi Alum (koagulan) yang digunakan dalam proses koagulasi flokulasi ini didapat dosis Alum yang paling optimal yaitu 40 dan 60 %, karena pada dosis ini dapat menurunkan jumlah padatan tersuspensi dan kadar sianida dalam limbah cair industri tapioka, selain itu juga pada penggunaan dosis Alum 60 % limbah tampak lebih jernih dibandingkan dosis Alum 20 dan 40 %. Perbedaan hasil olahan dari penggunaan konsentrasi koagulan yang berbeda dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 . Hasil Olahan Proses Koagulasi Flokulasi Dengan Perbedaan Konsentrasi Koagulan

Dari gambar 9 urutan dari kiri ke kanan merupakan limbah cair industri tapioka yang belum melalui proses koagulasi flokulasi, limbah yang sudah mengalami proses koagulasi flokulasi dengan konsentrasi alum 20%, 40% dan yang paling kanan 60%. Terlihat jelas bahwa penambahan konsentrasi koagulan yang berbeda sangat mempengaruhi tingkat kejernihan, semakin besar konsentrasi alu maka akan semakin jernih. Kejernihan juga sangan mepengaruhi jumlah total padtan tersuspensi dan kandungan bahan berbahaya seperti sianida.

5.7 Total Suspended Solid (TSS)

Penentuan total padatan tersuspensi dalam limbah cair industri tapioka sangat diperlukan, hal ini berhubungan dengan kandungan sianida atau logam berat lainnya yang terdapat dalam limbah (kopresipitasi: kontaminasi endapan oleh zat lain yang larut) karena sianida dapat terikat dengan endapan tersebut, untuk itu perlu dilakukan suatu proses untuk meminimalkan padatan tersuspensi tersebut yaitu melalui proses koagulasi flokulasi. Penentuan padatan tersuspensi dapat dilakukan dengan cara menyaring limbah cair tersebut menggunakan kertas saring. Endapan dapat dipisahkan dari limbah dengan penyaringan yang sebelumnya diaerasi, aerasi bertujuan menyediakan oksigen terhadap limbh cair agar aktifitas mikroba dalam air limbah lebih timggi sehingga kemampuannya mendekomposisi senyawa organik didalam air limbah besar.

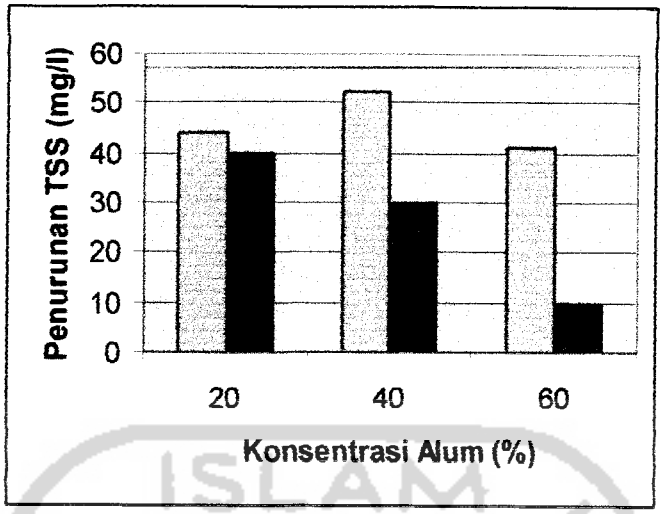
Hasil penentuan TSS dalam sampel limbah cair industri tapioka sebelum proses koagulasi flokulasi menggunakan mencapai 4566,66 mg/l ± 568,62 (lampiran), hal ini sangat melebihi nilai ambang batas maksimum yaitu sebesar 200 mg/l. Untuk meminimalkan jumlah tersebut maka dilakukan proses koagulasi flokulasi, dimana koagulan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alum ($Al_2(SO_4)_3$) dengan konsentrasi 20, 40 dan 60 % (b/v), sedangkan polialuminium klorida bertindak sebagai flokulan. Hasil pengukuran TSS setelah melalui proses koagulasi flokulasi disajikan dalam tabel 4.

Tabel 3 . Hasil TSS limbah cair industri tapioka sebelum dan sesudah proses koagulasi dan flokulasi menggunakan Aluminium Sulfat

Konsentrasi Alum (%)	Volume TSS (mg/L)
20	4000
40	3000
60	1000

Ket. TSS analisis :4566,66 ± 568,62 mg/L (Lihat lampiran 4)

Dari tabel 4 diatas dapat dilihat bahwa total padatan tersuspensi setelah proses koagulasi dan flokulasi lebih kecil dibandingkan sebelum proses koagulasi flokulasi, hal ini menunjukkan bahwa proses koagulasi flokulasi sangat mempengaruhi total padatan tersuspensi dalam limbah cair industri tapioka. Dengan demikian dari proses diatas sludge yang terbentuk telah memenuhi persyaratan, kondisi flok yang terbentuk sangat banyak ini terjadi karena reduksi zeta potensial (besarnya kekuatan yang dikembangkan oleh ion hingga tertarik ke suatu partikel atau unsur) suspensi koloid maksimal sehingga terjadi destabilisasi maksimal dan banyaknya flok yang terbentuk seimbang dengan banyaknya partikel yang akan ditangkap, sehingga dapat menurunkan padatan tersuspensi. Penurunan berat TSS dengan perbedaan konsentrasi Alum dapat dilihat dalam diagram gambar 10.



Gambar 10. Diagram Batang Penurunan TSS

Keterangan : Biru = Sebelum proses koagulasi flokulasi
Merah = Sesudah proses koagulasi flokulasi

Dari Gambar 9 diatas dapat dilihat bahwa konsentrasi dari Alum sangat mempengaruhi total padatan tersuspensi, semakin besar konsentrasi Alum semakin kecil total padatan tersuspensi dari limbah cair industri tapioka ini. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kondisi optimal yang dapat menurunkan total padatan tersuspensi yaitu penggunaan Alum (koagulan) pada konsentrasi 60 %.

5.8 Hasil Analisis Kandungan Sianida Dalam Limbah Cair Industri Tapioka

Partikel-partikel dapat dibuat berkoagulasi atau berflokulasi, yaitu bergumpal dan membentuk gumpalan-gumpalan materi yang lebih besar yang akan turun ke dasar larutan dengan penambahan koagulan dan flokulan, sehingga pada proses ini dapat menurunkan kandungan sianida dalam limbah cair industri tapioka, karena ion

dari sianida akan terikat pada koagulan dan membentuk flok pada saat penembahan flokulan sehingga dapat turun dan mengendap Konsentrasi sianida dalam limbah cair industri tapioka saebelum melalui proses koagulasi flokulasi mencapai 34,37 ± 0,461 mg/L, konsentrasi ini sangat melebihi jumlah yang diperbolehkan yaitu 0,5 mg/L. Konsentrasi tersebut mengalami penurunan setelah melalui proseskoagulasi flokulasi. Penurunan kandungan sianida dalam limbah cair terdapat pada Tabel 5.

Tabel 4. Data kadar Sianida (CN) sebelum dan setelah koagulasi dan flokulasi dalam limbah cair industri tapioka

Konsentrasi Alum (%)	Volume ion sianida (mg/L)
20	5, 731 ± 0,0918
40	Tidak terdeteksi
60	Tidak terdeteksi

Ket: Lihat lampiran 5 (Limit deteksi : 0,0152 mg/L)

Dari data diatas dapat dilihat bahwa proses koagulasi flokulasi sangat berpengaruh terhadap kandungan sianida dalam limbah cair industri tapioka, terbukti bahwa terjadi penurunan kandungan sianida sebesar ± 30 % dari sebelum koagulasi flokulasi. Optimasi koagulan juga sangat mempengaruhi berhasil tidaknya proses koagulasi, dari data tabel 4 tanda tidak terdeteksi bukan menyatakan tidak adanya sianida dalam limbah cair tersebut, tetapi konsentrasi sianida tersebut kemungkinan sangat kecil jumlahnya sehingga tidak dapat dideteksi oleh spektrofotometer UV-Vis. Hal ini menunjukan bahwa pada dosis 40 % dan 60 % Aluminium sulfat kondisi flok yang terbentuk sangat banyak sehingga dapat menurunkan kadar sianida dalam

limbah cair tersebut. Mekanisme koagulasi flokulasi yang terjadi pada efluen limbah cair yang mengandung sianida dapat dijelaskan sebagai berikut : sianida memiliki muatan negatif yang kemudian harus dinetralkan untuk terjadinya proses koagulasi flokulasi. Dispersi koloid ini stabil karena adanya penolakan elektrostatik antara muatan-muatan negatif partikel koloid. Penambahan koagulan sebagai kation untuk menetralisasikan muatan partikel, menyebabkan terjadinya gaya Van der Waals, sehingga partikel-partikel tersebut terflokulasi. Pada umumnya koagulan yang digunakan merupakan penambah ion untuk menetralisasi muatan partikel yang menyebabkan terjadinya gaya Van der Waals, sehingga partikel-partikel koloid terflokulasi. Apabila terjadi adsorpsi kation yang berlebih dapat menyebabkan deflokulasi atau restabilisasi koloid kembali, karena adanya gaya tolak menolak antara muatan positif partikel, maka digunakan flokulan yang mengandung komponen ionik. Hasil perhitungan dari kadar sianida dalam limbah cair industri tapioka dapat dilihat pada lampiran 5.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
PERPUSTAKAAN
F. M I P A

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penurunan sianida dalam limbah cair industri tapioka dengan koagulasi flokulasi dapat disimpulkan :

1. Kondisi optimal koagulan sangat berpengaruh terhadap kadar sianida dalam limbah cair industri tapioka, hasil penelitian menunjukan bahwa pada konsentrasi 20 %, 40 % dan 60 % $Al_2(SO_4)_3$ mampu menurunkan konsentrasi total padatan tersuspensi dan sianida dalam limbah cair industri tapioka.
2. Volume TSS dalam limbah cair sebelum dilakukan proses koagulasi flokulasi mencapai 4566,66 ± 568, 62 mg/L sedangkan setelah melalui proses koagulasi flokulasi mengalami penurunan, pada penggunaan konsentrasi alum 20% mencapai 4000 mg/L, 40% alum mencapai 3000 mg/L dan 60% alum mencapai 1000 mg/L.
3. Konsentrasi sianida sebelum proses koagulasi flokulasi mencapai 34,37 ± 0,461 mg/L, ini sangat melebihi ambang batas maksimum yaitu 0,5 mg/L.
4. Setelah koagulasi flokulasi konsentrasi sianida menurun, pada penggunaan 20 % Alum konsentrasi sianida turun menjadi 5,731 ± 0,0918 mg/L, sedangkan pada penambahan 40 dan 60 % Alum, sianida tidak terdeteksi berarti koagulasi mencapai optimal pada saat dikoagulasi dengan 40 % dan 60 % Aluminium sulfat.

6.2 Saran

1. Melakukan penelitian lebih lanjut dengan membandingkan proses koagulasi flokulasi secara spektrofotometer UV-vis dengan metode yang lain.
2. Industri-industri pembuatan tepung tapioka diharapkan dapat mengolah limbah yang dihasilkan terutama kandungan sianida dan Total padatan tersuspensi dengan tepat agar tidak merugikan lingkungannya.
3. Pemerintah dapat dengan tegas menangani masalah limbah ini agar masyarakat tidak dijadikan korban oleh industri-industri yang tidak bertanggung jawab.

DAFTAR PUSTAKA

Alaert, G. and Santika., 1984, *Metode Penelitian Air*, Usaha Nasional, Surabaya

Arya, W, 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, ANDI, Jogjakarta.

Bratby, J., 1980, *Coagulation and Flocculation With an Emphasison Water and Waste Water Treatment*, Upland Press Ltd, Nederland.

Cotton. F. A. Dan Wlkinson., 1976, *Kimia Anorganik Dasar*. UI Press, Jakarta.

Dix, H. M., 1981, *Environmental Pollution*, John Willey and Sons, New York.

Eckenfelder. W., 1989, *Industrial Water Pollution Control*. McGraw Hill International Edition, NewYork.

Hamzah. F., 2001, *teknik Bioflokulasi Alcaligenus Latus Pada Limbah Cair Industri Tapioka Untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan*, IPB, Bogor

Hammer, M. J., *Water and Wastewater Technologi (Third Edition)*, Prentice Hall International Inc, 1986, New Jersey.

http://forlink.dml.or.id/pterapb/textile/1214.htm

http://www.menlh.go.id/usaha-kecil/olah/tekstil.htm

http://www.fkm.undip.or.id/index.php?action=4Bidx=695

Fatimah. I., 1997, *Aktivasi Zeolit Alam Asal Cipatujah Sebagai Adsorben Dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka*, Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

Gintings, p, 1992, *Mencegah Dan mengendalikan Pencemaran Industri*, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.

Khopkar, S. M., 1990, *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press, Jakarta.

Pandia. S. dan Amdani. K., 2000, *Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi/Flokulasi dan Sedimentasi Limbah* Cair *Industri Pencucian Jeans*, Skripsi, USU, Medan.

Rejeki. S., 1997, *Optimasi Pengukuran Sianida, Ammonia, Nitrat, dan Nitrit Secara Spektrofotometri UV Tampak*, Skripsi, FMIPA UGM, Jogjakarta.

Rahmalati. R., 2004, *Kandungan Logam Berat Raksa (Hg) dan Tembaga (Cu) Dalam Daging Kaleng Secara Spektrometri Serapan Atom-Cuplikan Padat*, Skripsi, FMIPA UII, Jogjakarta.

Rusbijantono. J., 1999, *Komposisi Kimiawi, Kadar HCN dan Sifat Organoleptik Tempe Dari Biji Karet (Hevea Brasiliensis) Segar dan Dikeringkan*, Pusat Kajian Makanan Tradisional, UGM, Jogjakarta.

Sandell. E. B., 1962, *Colorimetric Determination of Trace Metal, 3Ed.*, Wiley Interscience.

Sastrawijaya, Tresna, A. Msc., 1991, *Pencemaran Lingkungan*, Rineka Cipta, Jakarta.

Sastrohamidjojo. H,. 1991, *Spektroskopi*, Edisi Kedua, Liberty, Jogjakarta.

Sugiharto, 1987, *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*, UI-Press. Jakarta.

Day dan Underwood. A. L,. 1986, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta.

Vogel, 1985, *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Mikro*, Diterjemahkan oleh Ir. Soetiono, dkk, Edisi Kelima, Kalman Media Pustaka, Jakarta.

Widyastuti. L., 2003, *Penentuan Cr (VI) Dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit Dengan Spektrofotometer UV-Vis*, skripsi, FMIPA UII, Jogjakarta.

Lampiran 1. Perhitungan pembuatan larutan standar

1. Larutan Standar KCN 100 ppm

Diketahui : BM KCN = 65

BM CN^- = 26

100 ppm = 100 mg CN^- dalam 100 mL air

$$\text{Berat KCN} = \frac{\text{BM KCN}}{\text{BM } CN^-} \times 100 \text{ mg}$$

$$= \frac{65}{26} \times 100 \text{ mg}$$

$$= 0{,}25 \text{ g}$$

Jadi untuk membuat larutan standar KCN 100 ppm yaitu dengan cara melarutkan 0,25 g kristal KCN dengan akuades hingga volume 100 ml.

2. *Larutan standar KCN 2, 4, 6, 8 dan 10 ppm untuk kurva kalibrasi*

Diketahui Rumus Pengenceran : $V_1 M_1 = V_2 M_2$

V_1 = volume awal yang dibutuhkan

V_2 = volume yang akan dibuat

M_1 = konsentrasi awal

M_2 = konsentrasi yang akan dibuat

A. Larutan standar 2 ppm

V_1 . 100 ppm = 25 ml . 2 ppm

$$V_1 = \frac{25 \text{ ml} \times 2 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

V_1 = 0,5 mL

B. Larutan standar 4 ppm

V_1 . 100 ppm = 25 mL . 4 ppm

$$V_1 = \frac{25 \text{ ml} \times 4 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

V_1 = 1 mL

C. Larutan standar 6 ppm

V_1 . 100 ppm = 25 mL . 6 ppm

$$V1 = \frac{25 \text{ ml} \times 6 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

V_1 = 1,5 mL

D. Larutan standar 8 ppm

V_1 . 100 ppm = 25 mL . 8 ppm

$$V_1 = \frac{25 \text{ ml} \times 8 \text{ ppm}}{100 \text{ ppm}}$$

V_1 = 2 mL

E. Larutan standar 10 ppm

V_1 . 100 ppm = 25 mL . 10 ppm

V_1 = 2,5 mL

Lampiran 2. Perhitungan pembuatan NaOH 0,1 M 50 ml

Diketahui : g = BM x M x L

BM NaOH = 40

M = 0,1

L = 0,5 L

g = 40 g/L x 0,1 x 0,5 L

g = 0,2 g

Jadi untuk membuat larutan NaOH 0,1 M dilakukan dengan cara melarutkan kristal NaOH 0,2 g dengan akuades hingga volume 50 mL.

Lampiran 3. Data kurva kalibrasi standar sianida (CN^-)

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1.	2	0,229
2.	4	0,383
3.	6	0,466
4.	8	0,612
5.	10	0,711

Dari data diatas dapat diperoleh persamaan : $Y = BX + A$

$Y = 0,05965\ X + 0,1223$

Lampiran 4. Perhitungan Total Suspended Solid (TSS)

1. Sebelum proses koagulasi flokulasi

Diketahui: Vol. TSS = 0, 0456666 g/10 mL

0,0456666 g = 45, 6666 mg

10 mL – 0,01 l

$$\frac{45,6666\,\text{mg}}{0,01\,\text{l}} = 4566,66\ \text{mg/L}$$

2. Setelah proses koagulasi flokulasi

a. Konsentrasi alum 20%

Vol. TSS = 0,04 g/10 mL

$$= \frac{40\,\text{mg}}{0,01\,\text{l}}$$

= 4000 mg/L

b. Konsentrasi alum 40%

Vol. TSS = 0,03 g/10 ml

$$= \frac{30\,\text{mg}}{0,01\,\text{l}}$$

= 3000 mg/L

c. Konsentrasi alum 60%

Vol. TSS = 0, 01 g/10 mL.

= 1000 mg/L

Lampiran 5. Perhitungan kadar sianida

1. Sebelum koagulasi Flokulasi (pengenceran 5x)

Sampel	Absorbansi	X (mg/L)	Kandungan sianida pada sampel (mg/L)
1	0,532	34,34	34,37 ± 0,461
2	0,532	34,845	
3	0,527	33,925	

Persamaan regresi linier adalah Y = 0,05965X + 0,1223

Maka untuk sampel :

0,532 = 0,05965X + 0,1223

X = 6,868 mg/L X 5

= 34,34 mg/L

Lanjutan perhitungan

No	Xi	$\bar{x}$	D	D^2
1.	34,34	34,37	-0,03	9×10^{-4}
2.	34,845		0,475	0,226
3.	33,925		-0,445	0,198
				$\sum = 0,4249$

Lampiran 5. Perhitungan kadar sianida

1. Sebelum koagulasi Flokulasi (pengenceran 5x)

Sampel	Absorbansi	X (mg/L)	Kandungan sianida pada sampel (mg/L)
1	0,532	34,34	34,37 ± 0,461
2	0,532	34,845	
3	0,527	33,925	

Persamaan regresi linier adalah Y = 0,05965X + 0,1223

Maka untuk sampel :

0,532 = 0,05965X + 0,1223

X = 6,868 mg/L X 5

= 34,34 mg/L

Lanjutan perhitungan

No	Xi	$\bar{x}$	D	D^2
1.	34,34		-0,03	9×10^{-4}
2.	34,845	34,37	0,475	0,226
3.	33,925		-0,445	0,198
				$\sum = 0,4249$

Lanjutan perhitungan

No	Xi	$\bar{x}$	D	D^2
1.	5,837	5,731	0,106	$1,1236 \times 10^{-2}$
2.	5,678		-0,053	$2,809 \times 10^{-3}$
3.	5,678		-0,053	$2,809 \times 10^{-3}$
				$\sum = 0,016854$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum 0,016854}{2}}$$

$$= 0,0918$$

Jadi hasil kandungan CN^- setelah dikoagulasi dengan 20 % Alum :

$$= \bar{x} \pm sd$$

$$= (5,731 \pm 0,0918)\ mg/L$$

Lanjutan perhitungan

No	Xi	$\bar{x}$	D	D^2
1.	5,837	5,731	0,106	$1,1236 \times 10^{-2}$
2.	5,678		-0,053	$2,809 \times 10^{-3}$
3.	5,678		-0,053	$2,809 \times 10^{-3}$
				$\sum = 0,016854$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum 0,016854}{2}}$$

$$= 0,0918$$

Jadi hasil kandungan CN^- setelah dikoagulasi dengan 20 % Alum :

$= \bar{x} \pm sd$

$= (5,731 \pm 0,0918)$ mg/L

3. 40 % Aluminium Sulfat

Sampel	Absorbansi	X (mg/L)	Kandungan sianida pada sampel (mg/L)
1	0,050	-1,212	-1,233 ± 0,0191
2	0,048	-1,245	
3	0,048	-1,245	

Persamaan regresi linear adalah Y = 0,05965 X + 0,1223

0,050 = 0,05965 X + 0,1223

X = -1,212 mg/L

Lanjutan perhitungan

No	Xi	$\bar{x}$	D	D^2
1.	-1,212	-1,233	0,021	$4,41 \times 10^{-4}$
2.	-1,245		-0,012	$1,44 \times 10^{-4}$
3.	-1,245		-0,012	$1,44 \times 10^{-4}$
				$\sum = 7,29 \times 10^{-4}$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum 7,29 \times 10^{-4}}{2}}$$

$$= 0,0191$$

Jadi hasil kandungan CN^- setelah dikoagulasi dengan 40 % Alum :

= x ± sd

= (-1,233 ± 0,0191) mg/L

4. 60 % Aluminium Sulfat

Sampel	Absorbansi	X (mg/L)	Kandungan sianida pada sampel (mg/L)
1	0,042	-1,346	-1,368 ± 0,0426
2	0,041	-1,363	
3	0,039	-1,393	

Persamaan regresi linear adalah Y = 0,05965 X + 0,1223

0,042 = 0,05965 X + 0,1223

X = -1,346 mg/L

Lanjutan perhitungan

No	Xi	$\bar{x}$	D	D^2
1.	-1,346	-1,368	0,022	$4,48 \times 10^{-4}$
2.	-1,363		5×10^{-3}	$2,5 \times 10^{-3}$
3.	-1,393		-0,025	$6,25 \times 10^{-4}$
				$\sum = 3,609 \times 10^{-3}$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum D^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum 3{,}609 \times 10^{-3}}{2}}$$

$$= 0{,}0426$$

Jadi hasil kandungan CN^- setelah dikoagulasi dengan 60 % Alum :

$= \bar{x} \pm sd$

$= (-1{,}368 \pm 0{,}0426)$ mg/L

Lampiran 6. Limit Deteksi

Xi	Yi	Yi - yi	$(Yi - yi)^2$
2	0,229	-0,0126	$1,5876 \times 10^{-4}$
4	0,383	0,0021	$4,41 \times 10^{-6}$
6	0,466	-0,0142	$2,0164 \times 10^{-4}$
8	0,612	0,0125	$1,5625 \times 10^{-4}$
10	0,711	$-7,8 \times 10^{-3}$	$6,084 \times 10^{-5}$
			$\sum = 9,2979 \times 10^{-4}$

$Y = 3\ Sd + a$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (yi - \hat{y}i)^2}{n-2}}$$

$$= \sqrt{\frac{9,2979 \times 10^{-4}}{6-2}}$$

$$= \sqrt{2,324 \times 10^{-4}}$$

$= 0,0152$ mg/L

Lampiran 7. Gambar Industri Tepung Tapioka



Lokasi Limbah Cair Industri Tapioka



Sampling Limbah