



**PENGARUH EKSTRAK KASAR TANIN DARI
DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.)
PADA PENGOLAHAN AIR**

SKRIPSI

Oleh

ARIES KRISTIANTO

NIM 071810301071

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**



**PENGARUH EKSTRAK KASAR TANIN DARI
DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.)
PADA PENGOLAHAN AIR**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

ARIES KRISTIANTO

NIM 071810301071

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2013**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Tuhan Yang Maha Esa;
2. kedua orang tua atas do'a, kasih sayang, kesabaran, dukungan dan segalanya yang telah diberikan selama ini;
3. seluruh keluarga (adik-adikku tercinta);
4. semua Bapak-Ibu guru TK, SD, SMP, SMA, dan dosen-dosen diperguruan tinggi yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya;
5. Almamater FMIPA Universitas Jember.

MOTTO

Apapun yang kamu lakukan, kamu pasti mengecewakan seseorang. Tapi kamu bisa pastikan bahwa kamu tak mengecewakan orang yang salah. *)

Setiap orang adalah arsitek bagi sukses hidupnya. Jadi berusahalah dan lakukan yang terbaik karena waktu dalam hidup ini terlalu berharga untuk disia-siakan. **)

*Ancreative.blogspot.com/kumpulan-moto

**Nastiti Rahajeng

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Aries Kristianto

NIM : 071810301071

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pengaruh Ekstrak Kasar Tanin Dari Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Pada Pengolahan Air” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan substansi disebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademis jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 14 Januari 2013

Yang menyatakan,

Aries Kristianto

NIM 071810301071

SKRIPSI

**PENGARUH EKSTRAK KASAR TANIN DARI
DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.)
PADA PENGOLAHAN AIR**

Oleh

Aries Kristianto

NIM 071810301071

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : I Nyoman Adi Winata, S.Si, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Tanti Haryati, S.Si, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Ekstrak Kasar Tanin Dari Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Pada Pengolahan Air” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua (DPU),

Sekretaris (DPA),

I Nyoman Adi Winata, S.Si, M.Si
NIP. 197105011998021002

Tanti Haryati, S.Si, M.Si
NIP. 198010292005012002

Penguji I,

Penguji II

Ika Oktavianawati, S.Si, M.Sc
NIP. 198010012003122001

Drs. Siswoyo, M.Sc, Ph.D
NIP. 196605291993031003

Mengesahkan
Dekan,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D
NIP 196101081986021001

RINGKASAN

Pengaruh Ekstrak Kasar Tanin Dari Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Pada Pengolahan Air; Aries Kristianto, 071810301071; 2013; 39 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Air bersih merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi manusia, air sering dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari dan untuk keperluan industri. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan dan perlindungan sumber daya air secara seksama. Pencemaran lingkungan pada prosesnya dapat menyebabkan kekeruhan pada air disekitar lingkungan tersebut. Kekeruhan sering disebabkan oleh partikel-partikel koloid. Partikel koloid sulit dipisahkan dengan filtrasi biasa karena ukuran partikel yang cukup kecil. Untuk menghilangkannya dapat menambahkan koagulan. Koagulasi adalah peristiwa pembentukan partikel-partikel kecil menggunakan zat koagulan. Sedangkan flokulasi merupakan peristiwa pengumpulan partikel-partikel kecil hasil koagulasi menjadi flok yang lebih besar sehingga cepat mengendap. Dengan menggunakan biokoagulan dan bioflokulan yang berasal dari tumbuhan dan hewan diharapkan dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengganti polielektrolit sintetik.

Hasil penelitian Sa'adah (2010) menunjukkan bahwa daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) mengandung tanin. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetahui pH dan konsentrasi optimum koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 dalam proses pengolahan air.; (2) mengetahui pengaruh ekstrak kasar tanin dari daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) yang digunakan sebagai koagulan dalam proses pengolahan air.; (3) mengetahui pengaruh penambahan ekstrak kasar tanin daun belimbing

wuluh (*A. bilimbi* L.) pada pH dan konsentrasi optimum koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 dalam proses pengolahan air (parameter yang digunakan dalam proses pengolahan air meliputi pH, kekeruhan, padatan terlarut dan konduktivitas).

Tanin diperoleh dari proses ekstraksi daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) dengan cara maserasi dengan menggunakan metanol 50%, kemudian difraksinasi dengan n-heksana. Hasil ekstraksi diperoleh dalam bentuk larutan sehingga ekstrak tersebut diuapkan terlebih dahulu untuk memperoleh tanin dalam bentuk serbuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koagulan FeCl_3 optimum pada pH 9,00 dengan konsentrasi optimum sebesar 50 mg/L, sementara koagulan FeSO_4 optimum pada pH 10,50 dengan konsentrasi optimum sebesar 60 mg/L. Ekstrak kasar tanin dapat membantu proses koagulasi dalam pengolahan air pada konsentrasi optimum 125 mg/L dengan persentase penurunan kekeruhan sebesar 16,30% dengan proses pengendapan selama 30 menit. Penambahan ekstrak kasar tanin berpengaruh pada parameter kualitas air, pada kondisi optimum koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin dapat menurunkan kekeruhan sebesar 72,43%, menurunkan pH sebesar 47,24%, menurunkan padatan terlarut sebesar 86,13% dan menurunkan konduktivitas sebesar 5,44%. Sementara untuk koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tanin pada kondisi optimum dapat menurunkan kekeruhan sebesar 6,98%, menurunkan pH sebesar 25,20%, sedangkan untuk padatan terlarut tidak dapat didefinisikan dan dapat menurunkan konduktivitas sebesar -5,81%.

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Ekstrak Kasar Tanin Dari Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Pada Pengolahan Air”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D, selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. I Nyoman Adi Winata, S.Si, M.Si dan Tanti Haryati, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini;
4. Ika Oktavianawati, S.Si, M.Sc dan Drs. Siswoyo, M.Sc, Ph.D selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. seluruh staf administrasi dan teknisi laboratorium jurusan kimia yang telah banyak membantu;
6. teman yang menjadi saudara selama di Jember (Elis, Deni, Rahmad, Shinta, dan Vera), terima kasih atas motivasinya;
7. semua teman-teman kimia 2007, terimakasih atas bantuan dan dukungannya;
8. semua pihak yang telah berperan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2013

Aries Kristianto

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Karakteristik Tanaman Belimbing Wuluh	5
2.2 Kandungan Senyawa Kimia dalam Belimbing Wuluh ...	6
2.3 Tanin	7
2.3.1 Penyebaran Tanin.	7
2.3.2 Kimia Tanin	7

2.3.3 Ekstraksi Tanin	10
2.4 Air	10
2.4.1 Bahan Kimia dalam Air	11
2.4.2 Pengolahan Air	12
2.4.3 Parameter Kualitas Air.....	12
2.5 Metode Jar Test	13
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.2.1 Alat.....	14
3.2.2 Bahan	14
3.3 Rancangan Penelitian	14
3.3.1 Rancangan Penelitian.....	14
3.3.2 Skema Kerja.....	15
3.4 Prosedur Kerja	19
3.4.1 Proses Ekstraksi Tanin dari Daun Belimbing Wuluh.....	19
3.4.2 Uji Proses Koagulasi.....	19
3.4.3 Uji Koagulasi dengan Variasi Konsentrasi Tanin.....	21
3.4.4 Analisa Kualitas Air Hasil Proses Koagulasi	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Ekstraksi dan Fraksinasi	23
4.2 Penentuan pH dan Konsentrasi Optimum Koagulan FeCl ₃ dan FeSO ₄	25
4.3 Penentuan Konsentrasi Optimum Tanin	27
4.4 Pengaruh Penambahan Tanin Terhadap Parameter Kualitas Air	32
4.4.1 Kekeruhan.....	32
4.4.2 pH.....	33

4.4.3 Padatan Terlarut.....	33
4.4.4 Konduktifitas	34
BAB 5. PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Kandungan Kimia dalam Daun Belimbing Wuluh	6
2.2 Standar Kualitas Air di Perairan Umum.... ..	11
4.1 Pengaruh Penambahan Tanin Terhadap Parameter Kualitas Air	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Belimbing Wuluh.....	5
2.2 Struktur Dasar Tanin Terkondensasi.....	8
2.3 Pembentukan Sianidin.....	8
2.4 Struktur Asam Galat.....	8
2.5 Struktur β -1,2,3,4,6-pentagail-o- D-glukosa.....	9
2.6 Pembentukan Asam Elagat	9
4.1 Uji Tanin Sebelum (a) dan Sesudah (b) Penambahan Pereaksi Gibbs..	24
4.2 Pembentukan Senyawa Kompleks Pada Uji Keberadaan Tanin.....	24
4.3 Penentuan pH Optimum Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4	25
4.4 Penentuan Konsentrasi Optimum Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4	26
4.5 Persentase Penurunan kekeruhan Sampel Air Sungai dengan Adanya Penambahan Koagulan+Tanin	28
4.6 Persentase Penurunan kekeruhan Sampel Air Sungai dengan Adanya Penambahan Koagulan Tanpa Kombinasi Tanin	28
4.7 Persentase Penurunan pH Sampel Air dengan Kombinasi Koagulan Terhadap Variasi Konsentrasi Tanin.....	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data Pembuatan Larutan FeCl_3	40
B. Data Pembuatan Larutan FeSO_4	40
C. Data Pembuatan Larutan Tanin	41
D. Data Penentuan pH dan Konsentrasi Optimum FeCl_3 dan FeSO_4	42
E. Data Persentase Penurunan Kekeruhan Sampel Air Menggunakan Kombinasi Tanin dengan Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4	44
F. Data Persentase Penurunan pH Sampel Air Menggunakan Kombinasi Tanin dengan Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4	45
G. Data Persentase Penurunan Kekeruhan Sampel Air dengan Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 Tanpa Kombinasi Tanin.....	46
H. Data Persentase Penurunan pH Sampel Air dengan Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 Tanpa Kombinasi Tanin	47
I. Pengaruh Penambahan Tanin Terhadap Kualitas Sampel Air.....	49

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi manusia, air sering dimanfaatkan untuk keperluan sehari-hari dan untuk keperluan industri. Pada saat ini, masalah utama dari sumber daya air meliputi kualitas dan kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat. Bahkan kegiatan industri, domestik, dan kegiatan lain dapat mempengaruhi penurunan kualitas air. Kondisi ini menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan dan perlindungan sumber daya air secara seksama (Effendi, 2003:11).

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu faktor dari ketersediaan air bersih. Pencemaran lingkungan disebabkan oleh kondisi lingkungan serta dari hasil limbah, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga. Pada prosesnya hal ini dapat menyebabkan kekeruhan pada air disekitar lingkungan tersebut. Kekeruhan sering disebabkan oleh partikel-partikel koloid. Partikel koloid sulit dipisahkan dengan filtrasi biasa karena ukuran partikel yang cukup kecil. Untuk menghilangkannya dapat menambahkan koagulan. Koagulan mempunyai peranan dalam destabilisasi partikel koloid agar ukuran partikel menjadi lebih besar sehingga mudah mengendap. Menurut Putra *et al.* (2009:1) proses pengendapan berkaitan dengan proses koagulasi dan flokulasi. Koagulasi adalah peristiwa pembentukan partikel-partikel kecil menggunakan zat koagulan. Sedangkan flokulasi merupakan peristiwa pengumpulan partikel-partikel kecil hasil koagulasi menjadi flok yang lebih besar sehingga cepat mengendap. Tawas dan kapur

merupakan zat koagulan dan flokulan yang telah banyak digunakan dalam proses koagulasi.

Selain bermanfaat dalam proses penjernihan air, koagulan juga dapat mengurangi kualitas air itu sendiri jika jumlahnya berlebih. Penggunaan biokoagulan dan bioflokulan yang berasal dari tumbuhan dan hewan diharapkan dapat menjadi alternatif untuk mengganti polielektrolit sintetik. Banyak tanaman di Indonesia yang dapat digunakan sebagai biokoagulan dan bioflokulan. Hasil penelitian Soliha (2006) menunjukkan bahwa tanin yang dikombinasikan dengan koagulan anorganik (FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan FeSO_4) dapat menurunkan kekeruhan air yang ditambahkan kaolin sebesar 80-90%. Tanin yang banyak terdapat dalam tumbuhan dikotil merupakan senyawa fenolik yang rasanya sepat. Hasil penelitian Sa'adah (2010) menunjukkan bahwa daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mengandung tanin.

Berdasarkan uraian di atas, penulis memandang perlu dilakukan penelitian, pengaruh ekstrak kasar tanin dari daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) pada pengolahan air.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) berapakah pH dan konsentrasi optimum koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 dalam proses pengolahan air?,
- 2) bagaimana pengaruh ekstrak kasar tanin daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) yang digunakan sebagai koagulan dalam proses pengolahan air?,
- 3) bagaimana pengaruh penambahan ekstrak kasar tanin daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) pada pH dan konsentrasi optimum koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 dalam proses pengolahan air?.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- 1) mengetahui pH dan konsentrasi optimum koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 dalam proses pengolahan air,
- 2) mengetahui pengaruh ekstrak kasar tanin daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) yang digunakan sebagai koagulan dalam proses pengolahan air,
- 3) mengetahui pengaruh penambahan ekstrak kasar tanin daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) pada pH dan konsentrasi optimum koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 dalam proses pengolahan air.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan informasi tentang kondisi optimum pada pH dan konsentrasi koagulan serta kemungkinan pemanfaatan ekstrak kasar tanin yang diperoleh dari daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) untuk membantu proses pengolahan air.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) diperoleh dari daerah Siliragung, Banyuwangi,
- 2) sampel air yang dianalisis diperoleh dari air sungai Bedadung, Jember,
- 3) penggunaan range pH koagulan yaitu FeCl_3 pada pH 7-9, dan FeSO_4 pada pH 8-10,
- 4) pengadukan dilakukan di *magnetic stirrer* pada kecepatan 100 rpm selama 1 menit (pengadukan cepat), dan pada kecepatan 30 rpm selama 15 menit (pengadukan lambat), serta waktu pengendapan selama 30 menit (Samosir, 2009:33-34),

- 5) penambahan tanin dilakukan setelah diperoleh pH dan konsentrasi optimum pada koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 ,
- 6) parameter kualitas air yang dianalisa adalah pH, kekeruhan, padatan terlarut dan daya hantar listrik.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)

Belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) banyak ditanam sebagai pohon buah. Terkadang tumbuh liar dan ditemukan di dataran rendah sampai 500 m dari permukaan laut. Pohon ini berasal dari daerah Amerika dan menghendaki tumbuh di tempat yang terkena cahaya matahari langsung. Pohonnya tergolong kecil, tinggi mencapai 10 m dengan batang tidak begitu besar, dan mempunyai diameter sekitar 30 cm. Bunga kecil-kecil berbentuk bintang, warnanya ungu kemerahan. Buahnya berbentuk bulat lonjong persegi, panjang 4,0-6,5 cm, warnanya hijau kekuningan, bila masak berair banyak dan rasanya masam. Bijinya berbentuk bulat telur. Daun majemuk menyirip berjumlah ganjil dengan 21-45 pasang anak daun. Anak daun bertangkai pendek, bentuknya bulat telur sampai jorong, ujung runcing, pangkal membundar, tepi rata, panjang 2-10 cm, lebar 1-3 cm, warnanya hijau dan permukaan bawah warnanya lebih muda (Dalimartha, 2005).



Gambar 2.1 Belimbing Wuluh (*A. Bilimbi* L.)

Belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) termasuk dalam famili *Oxalidaceae*. Tanaman ini dikenal dengan nama daerah *limeng, selemeng, beliembieng, blimbing buloh, limbi, libi, tukurela dan malibi*. Klasifikasi ilmiah tanaman belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) adalah (Dasuki, 1991):

Kingdom : Plantae (tumbuhan)
 Subkingdom : Tracheobionta (berpembuluh)
 Superdivisio : Spermatophyta (menghasilkan biji)
 Divisio : Magnoliophyta (berbunga)
 Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua/dikotil)
 Sub-kelas : Rosidae
 Ordo : Geraniales
 Familia : Oxalidaceae (suku belimbing-belimbingan)
 Genus : *Averrhoa*
 Spesies : *Averrhoa bilimbi* L.

2.2 Kandungan Senyawa Kimia dalam Belimbing Wuluh (*A. Bilimbi* L.)

Belimbing wuluh (*A. Bilimbi* L.) memiliki kandungan kimia yaitu: saponin, tanin, glukosid, kalium oksalat, sulfur, asam format, peroksida (IPTEK, 2007). Kandungan kimia daun belimbing wuluh (*A. Bilimbi* L.) dapat dilihat dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan Kimia dalam Daun Belimbing Wuluh (*A. Bilimbi* L.).

Kandungan	Komponen (%)
Saponin	10,0
Tanin	6,0
Glukosid	14,5
Kalium oksalat	17,5
Sulfur	2,5
Asam format	2,0
Peroksida	1,0

2.3 Tanin

Tanin adalah senyawa fenolik kompleks yang memiliki berat molekul 500-3000. Tanin dibagi menjadi dua kelompok atas dasar tipe struktur dan aktivitasnya terhadap senyawa hidrolitik terutama asam, yaitu tanin terkondensasi (*condensed tannin*) dan tanin yang dapat dihidrolisis (*hydrolyzable tannin*) (Hagerman, 2002:2).

2.3.1 Penyebaran Tanin

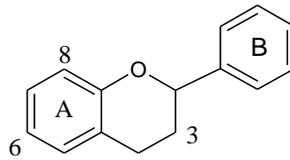
Tanin terletak terpisah dari protein dan enzim sitoplasma di dalam tumbuhan. Sebagian besar tumbuhan yang mengandung senyawa tanin dihindari oleh hewan pemakan tumbuhan karena rasanya yang sepat. Pada umumnya tanin terdistribusi dalam kingdom tumbuhan Gymnospermae dan Angiospermae yang terdapat khusus dalam jaringan kayu (Harborne, 1987:102-103). Tanin lebih banyak terdapat dalam tumbuhan dikotil daripada tumbuhan monokotil. Tanin dalam jaringan tumbuhan terletak pada bagian tunas, daun (diatas epidermis yang dapat digunakan sebagai pelindung dari serangan predator), akar (dalam hypodermis), batang (pada floem sekunder dan xilem) serta lapisan antara epidermis dan korteks.

2.3.2 Kimia Tanin

Berdasarkan bentuk dan kimiawinya, tanin dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolisis.

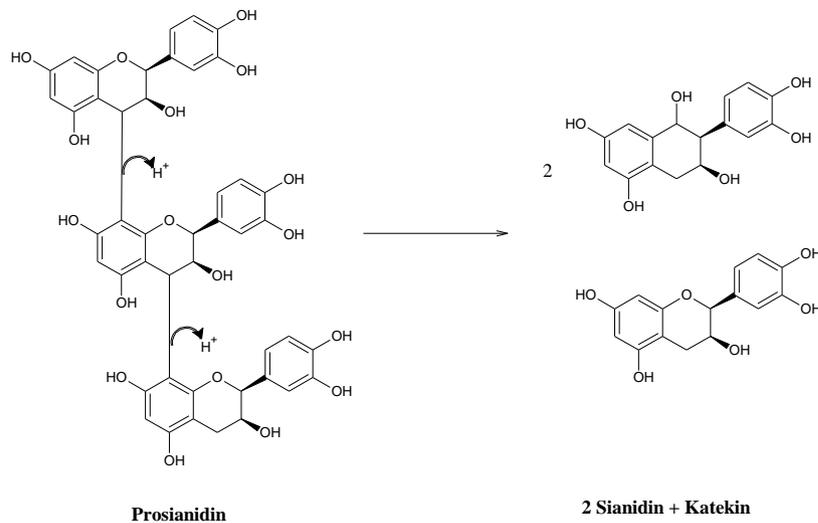
1) Tanin Terkondensasi

Tanin terkondensasi atau proantosianidin merupakan polimer flavonoid. Proantosianidin didasarkan pada sistem cincin heterosiklik yang diperoleh dari fenilalanin (B) dan biosintesis poliketida (A) (Hagerman, 2002:3). Struktur dasar tanin terkondensasi tertera pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur Dasar Tanin Terkondensasi

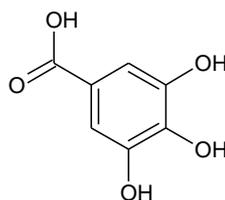
Proantosianidin adalah senyawa yang menghasilkan pigmen antosianidin melalui pemecahan secara oksidatif dalam alkohol panas. Kebanyakan proantosianidin adalah prosianidin, jika direaksikan dengan asam akan menghasilkan sianidin (Hagerman, 2002:3-5), seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pembentukan Sianidin

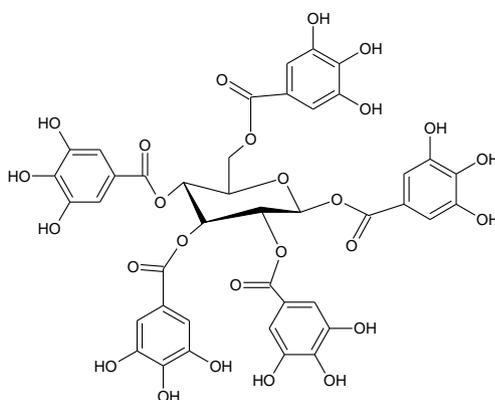
2) Tanin Terhidrolisis

Tanin terhidrolisis merupakan turunan dari asam galat (asam 3,4,5-trihidroksil benzoat). senyawa ini mengandung ikatan ester antara suatu monosakarida terutama gugus hidroksilnya. Struktur asam galat tertera pada gambar 2.4.



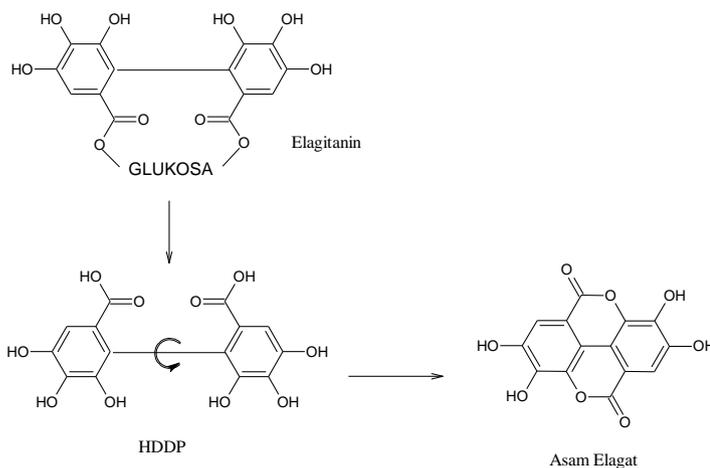
Gambar 2.4 Struktur Asam Galat

Tanin terhidrolisis dapat dibagi dalam dua kelas besar yaitu galotanin dan elagitanin. Galotanin merupakan jenis tanin terhidrolisis yang paling sederhana dari suatu ester pentagaloil glukosa (β -1,2,3,4,6-Pentagaloil-O-D-Glukosa). Pentagaloil glukosa atau PGG memiliki lima ikatan ester yang mengandung gugus alifatik hidroksil dengan glukosa sebagai inti. PGG memiliki banyak isomer tetapi semua isomernya memiliki berat molekul yang sama yaitu 940 gram/mol (Hagerman, 2002:10-13). Struktur β -1,2,3,4,6-Pentagaloil-O-D-Glukosa tertera pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur β -1,2,3,4,6-pentagaloil-o- D-glukosa

Elagitanin merupakan ester dari asam heksahidroksidifenil (HDDP). HDDP secara spontan terdehidrasi membentuk lakton menjadi asam elagat (Hagerman, 2002:13). Reaksi pembentukan asam elagat tertera pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pembentukan Asam Elagat

2.3.3 Ekstraksi Tanin

Berbagai jenis metode pemisahan yang ada, ekstraksi pelarut merupakan metode pemisahan yang paling baik dan populer. Hal ini dikarenakan pemisahan ini dapat dilakukan baik dalam tingkat makro maupun mikro, selain itu tidak memerlukan peralatan khusus kecuali corong pemisah. Prinsip ini didasarkan pada distribusi zat terlarut dengan perbandingan tertentu antara dua pelarut yang tidak saling bercampur (Khopkar, 1990:85). Ekstrak tanin terdiri dari campuran senyawa polifenol sangat kompleks. Ekstraksi tanin dapat dilakukan dengan beberapa pelarut, antara lain pelarut polar yaitu air, aseton dan metanol (Robinson, 1995:75). Metanol merupakan pelarut yang baik untuk tanin. Sedangkan aseton merupakan pelarut yang lebih disukai dibanding air dan metanol karena lebih dapat berinteraksi dengan tanin yang dapat dihidrolisis. Etil asetat juga dapat digunakan sebagai pelarut karena dapat digunakan untuk memindahkan komponen non tanin dari ekstrak kasar tanin dan kelemahannya dapat menghilangkan beberapa kadar tanin yang dapat dihidrolisis (Harborne, 1987:105-106).

2.4 Air

Air merupakan pelarut yang baik, di dalamnya paling tidak terlarut sejumlah zat-zat anorganik dan organik. Dengan kata lain, tidak ada air murni, sehingga dalam setiap analisis air ditemukan zat lain. Sifat air dipengaruhi oleh zat-zat terlarut, misalnya besi, mangan, klorida dsb. Dalam setiap analisis air selalu dinyatakan dalam bentuk ion (Setiadi, 2007:11-12). Titik didih dan titik beku serta panas dari penguapan merupakan akibat dari gaya tarik inter molekular yang kuat dalam bentuk ikatan hidrogen.

2.4.1 Bahan Kimia dalam Air

Bahan kimia yang mudah larut dalam air berupa larutan, hal ini dikarena air merupakan suatu pelarut yang baik. Bahan-bahan kimia yang larut dalam air baik senyawa organik maupun senyawa anorganik umumnya berupa larutan gas atau ion-ionnya. Kandungan bahan kimia yang larut dalam air pada setiap tempat berbeda, bergantung pada kondisi dan suhu (Sudja, 1985). Selain itu masih banyak unsur-unsur dalam air yang berbentuk ion garam dan zat padat yang tersuspensi dalam air. Standar kualitas air di perairan umum dapat dilihat dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persyaratan Kualitas Air Minum

No	Parameter	Kadar maksimum	Satuan
Fisik			
1	Bau	Tidak berbau	-
2	Warna	15	TCU
3	Zat padat terlarut	500	Mg/L
4	Kekeruhan	5	NTU
5	Rasa	Tidak berasa	-
6	Suhu	Suhu udara	°C
Kimiawi			
1	Aluminium	0,2	Mg/L
2	Amonia	1,5	Mg/L
3	Arsen	0,01	Mg/L
4	Besi	0,3	Mg/L
5	Florida	0,5	Mg/L
6	Kadmium	0,003	Mg/L
7	Kesadahan	300	Mg/L
8	Klorida	250	Mg/L
9	Mangan	0,4	Mg/L
10	Natrium		Mg/L
11	Nitrat	0,07	Mg/L
12	Nitrit	3	Mg/L
14	pH	6,5-8,5	-
15	Seng	3	Mg/L
16	Sianida	0,07	Mg/L
17	Sulfat	250	Mg/L

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010.

2.4.2 Pengolahan Air

Secara umum pengolahan air menggunakan proses koagulasi dan flokulasi untuk menghilangkan partikel-partikel solid. Koagulasi adalah proses destabilisasi muatan pada partikel tersuspensi dan koloid, dapat disebut juga proses pembentukan koagulan dengan penambahan bahan kimia seperti tawas (Al_2SO_4), feri sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$), feri klorida (FeCl_3), dan kapur. Menurut Winarni (2003:91) tingkat kekeruhan mengalami penurunan setelah ditambahkan alum, hal ini disebabkan endapan $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang mendorong bekerjanya *sweep coagulation* atau pengebakan dalam $\text{Al}(\text{OH})_3$. Penggunaan koagulan logam seperti aluminium dan garam-garam besi dapat mendekolorisasi limbah. Sedangkan flokulasi merupakan proses pembentukan partikel yang lebih besar sehingga dapat disaring.

2.4.3 Parameter Kualitas Air

1) Nilai pH, Keasaman, dan Alkalinitas

pH menunjukkan derajat asam-basa suatu cairan, melalui konsentrasi ion hidrogen. Ion hidrogen dalam air mempunyai peranan yang dapat mempengaruhi aktifitas manusia, binatang, mikroorganisme serta proses-proses lainnya. Ion hidrogen sangat berperan dalam air, tetapi tidak begitu berperan dalam pelarut organik. Oleh karena itu, derajat asam basa hanya dapat diukur di dalam pelarut air (Risdianto, 2007: 46).

2) *Turbidity*

Turbidity atau kekeruhan disebabkan adanya zat yang tersuspensi seperti lumpur, plankton, zat organik dan zat halus lainnya. Turbiditas tidak memiliki hubungan langsung dengan zat padat tersuspensi, karena turbiditas tergantung dari ukuran dan bentuk butir partikel, sedangkan zat padat tersuspensi tergantung dengan zat yang tersuspensi. Metode yang sering dipakai adalah metode nefelometri dengan satuan *NTU (Nefelometric Turbidity Units)*. Prinsip analisa metode nefelometri adalah pengukuran terhadap intensitas cahaya yang

dihamburkan oleh partikel-partikel yang ada di dalam air. Semakin tinggi intensitas cahaya yang dihamburkan semakin tinggi pula *turbidity* atau kekeruhannya. Pengukuran dilakukan dengan membandingkan intensitas cahaya yang dihamburkan oleh sampel dengan intensitas cahaya yang dihamburkan oleh larutan standar dalam keadaan yang sama (Risdianto, 2007: 44-45).

3) Padatan Terlarut

Padatan terlarut total merupakan bahan didalam air yang akan melalui saringan dengan diameter pori yang sangat kecil biasanya berukuran 2 μm . Bahan yang tertahan merupakan padatan tersuspensi total. Padatan tersuspensi total biasanya berupa partikel organik dan anorganik yang tidak larut dalam air sehingga mempengaruhi tingkat kekeruhan (APHA, 1995).

4) Daya Hantar Listrik

Konduktivitas (Daya Hantar Listrik atau DHL) merupakan kemampuan air untuk menghantarkan arus listrik. Daya hantar listrik disebabkan oleh adanya ion-ion sehingga dengan mengukur konduktivitas dapat diketahui jumlah zat padat terlarut. Oleh karena itu, semakin banyak garam-garam terlarut yang terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL (APHA, 1995).

2.5 Metode Jar Test

Proses koagulasi flokulasi dengan cara jar test ditetapkan dalam SNI 19-6449-2000 untuk proses pengolahan air untuk mengurangi bahan-bahan terlarut, koloid yang tidak mengendap dalam air. Uji koagulasi flokulasi dilakukan untuk menentukan dosis bahan kimia dan persyaratan untuk memperoleh hasil optimum. Variabel utama yang dikaji antara lain bahan kimia pembantu, pH, temperatur, persyaratan tambahan dan kondisi campuran. Metode ini untuk mengevaluasi jenis koagulan dan flokulan dari proses pengolahan air (Risdianto, 2007: 64-65).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai November di Laboratorium Kimia Organik Fakultas MIPA Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa peralatan gelas, antara lain labu ukur, pengaduk, evaporator, corong pisah, gelas kimia, kertas saring, penangas air, pipet tetes, bola pipet, kaca arloji, *magnetic stirrer*, neraca analitik, penyaring vakum, pH meter, *stop watch*, erlenmeyer dan turbidimeter.

3.2.2 Bahan

Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah FeCl_3 , FeSO_4 , HCl 0,1 M, NaOH 0,1 M, metanol, n-heksana, dan akuades. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah air sungai dan daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.).

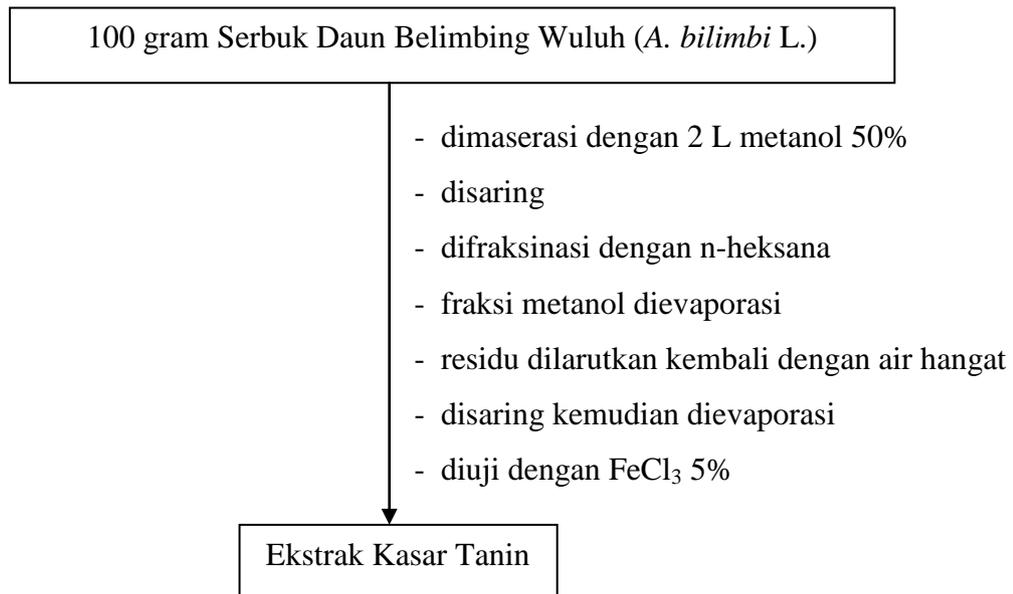
3.3 Rancangan Penelitian

3.3.1 Rencana Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahapan. Tahap pertama yaitu ekstraksi daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.), sedangkan tahap kedua adalah penggunaan tanin dalam membantu mempercepat proses koagulasi pada sampel air.

3.3.2 Skema Kerja

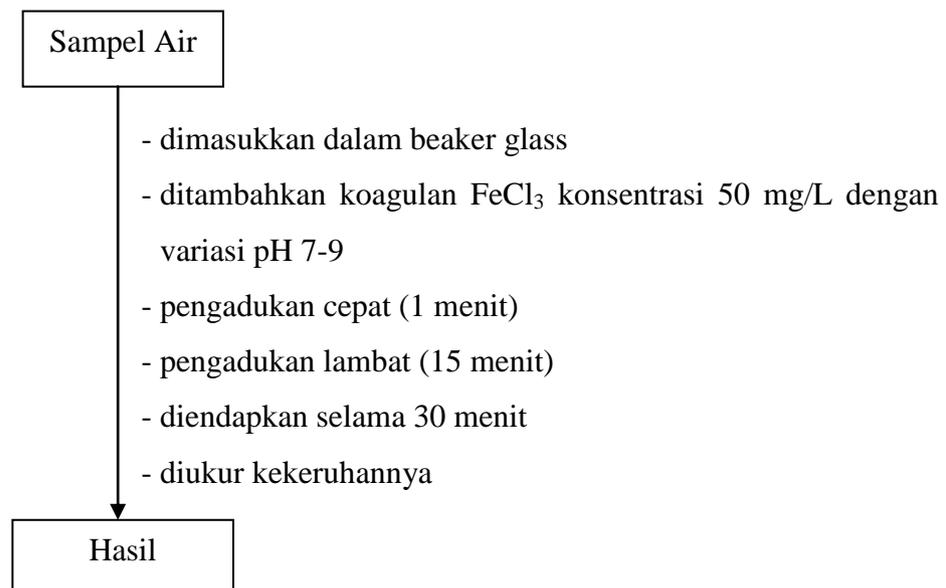
1) Ekstraksi Daun Belimbing Wuluh (*A. bilimbi* L.)



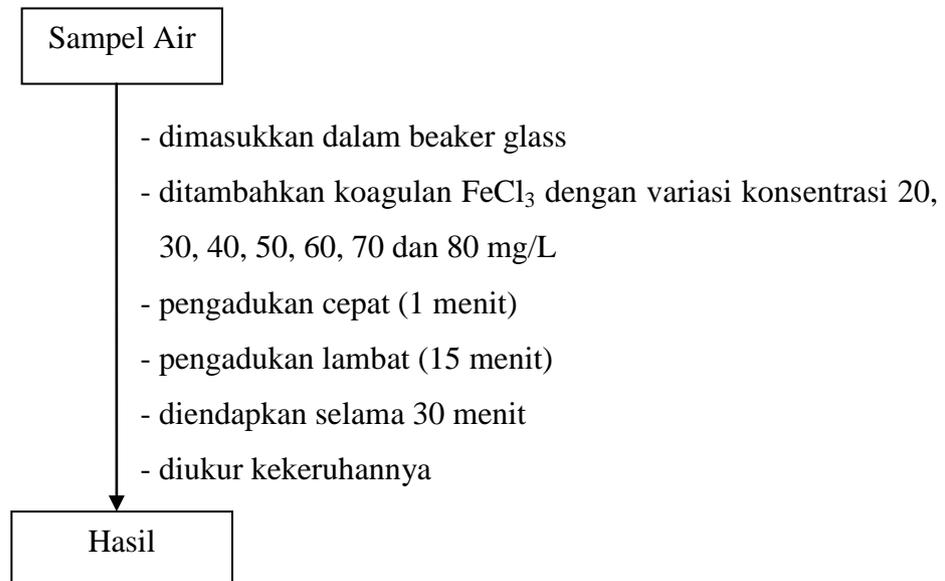
- Uji positif ditunjukkan dengan adanya endapan coklat kehitaman

2) Penentuan pH dan Konsentrasi Optimum Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4

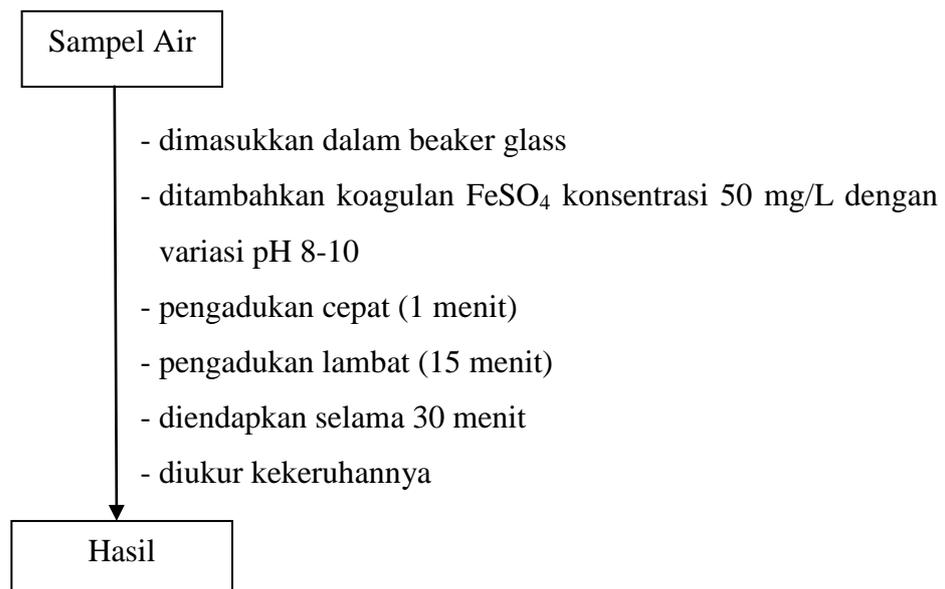
➤ Penentuan pH optimum FeCl_3



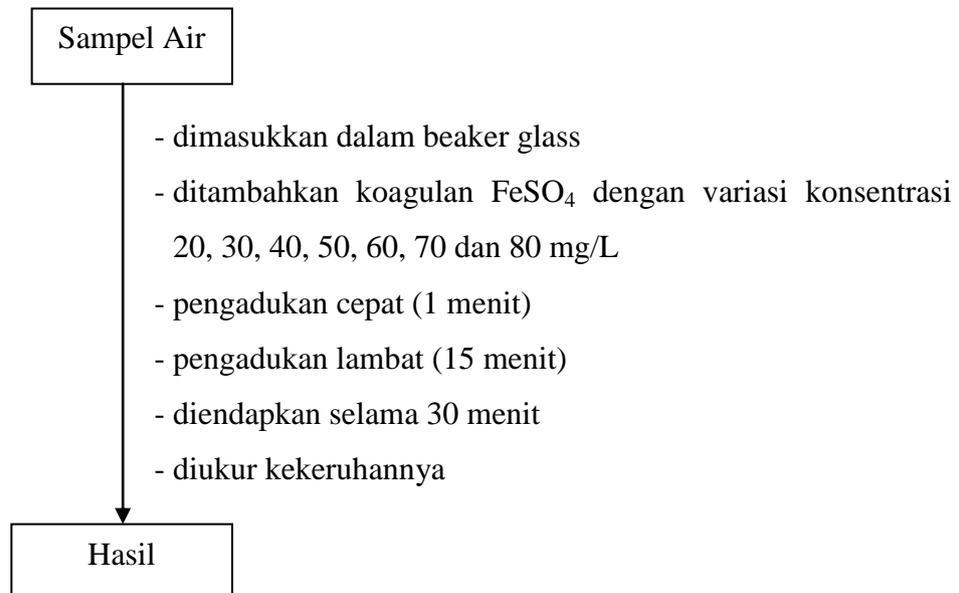
➤ Penentuan konsentrasi optimum FeCl_3



➤ Penentuan pH optimum FeSO_4

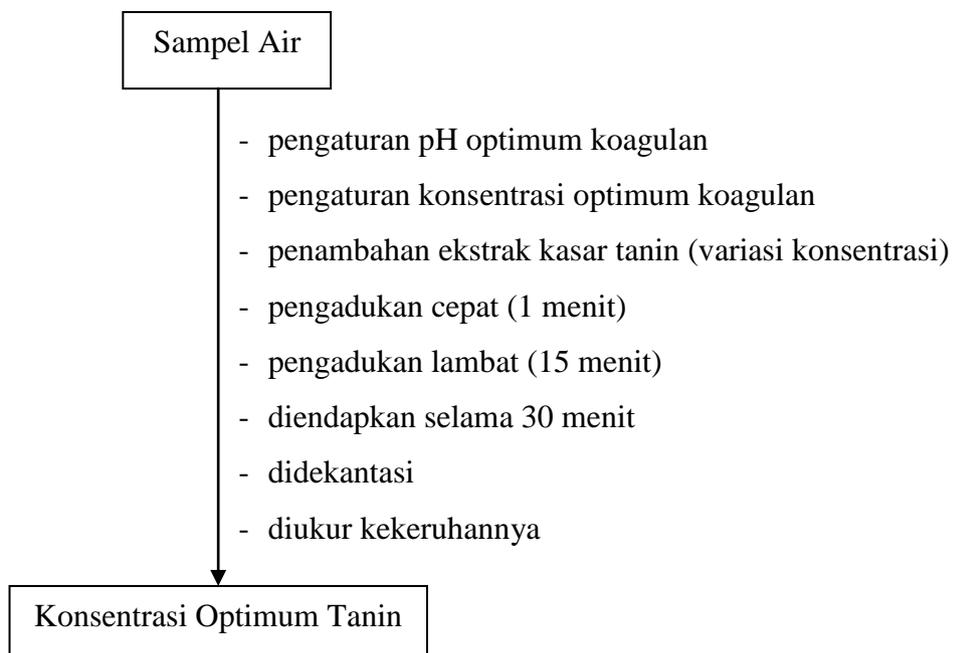


➤ Penentuan konsentrasi optimum FeSO_4

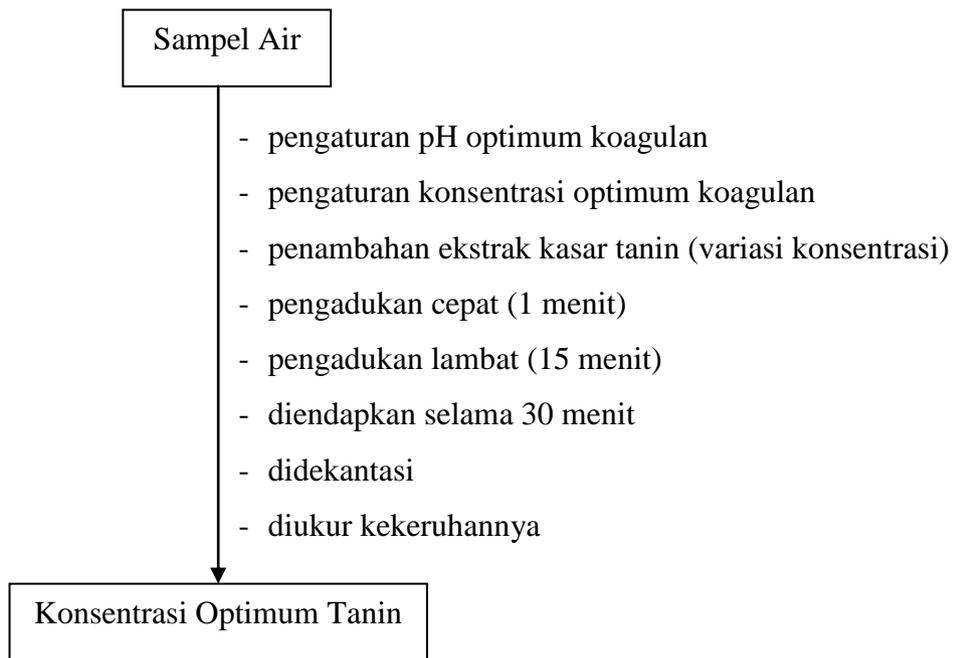


3) Penentuan Konsentrasi Optimum Tanin dengan Kombinasi Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4

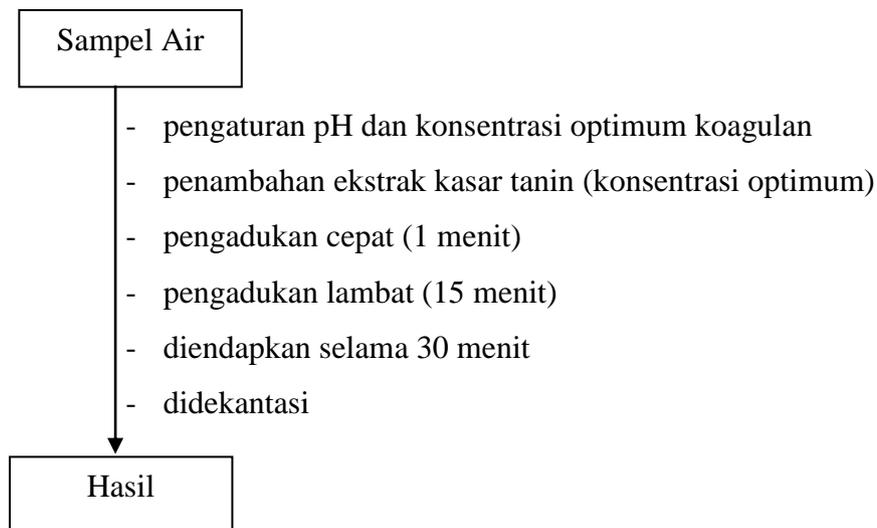
➤ Penentuan Konsentrasi Optimum Tanin dengan Kombinasi Koagulan FeCl_3



➤ Penentuan Konsentrasi Optimum Tanin dengan Kombinasi Koagulan FeSO_4



4) Uji Kualitas Sampel Air Hasil Proses Koagulasi dengan Penambahan Tanin



- air sampel diuji kualitas pH, kekeruhan, padatan terlarut dan daya hantar listrik sebelum dan sesudah proses koagulasi

3.4 Prosedur Kerja

3.4.1 Proses Ekstraksi Tanin dari Daun Belimbing Wuluh (*A. bilimbi* L.)

1) Preparasi Daun Belimbing Wuluh (*A. bilimbi* L.)

Sampel daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) yang masih muda dicuci bersih dengan air dan diiris kecil-kecil kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 30-37°C selama 5 jam dan diblender sampai diperoleh serbuk, hasilnya digunakan sebagai sampel penelitian.

2) Proses Ekstraksi

Serbuk sampel daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) sebanyak 100 gram dimaserasi dengan 1 L metanol 50% selama 72 jam, selanjutnya disaring dan diambil filtratnya. Residu yang tersisa diekstraksi kembali dengan 1 L metanol 50%. Hasil ekstrak yang kedua kemudian dicampur dengan hasil ekstrak yang pertama, kemudian difraksinasi dengan n-heksana 1 L menggunakan corong pisah. Fraksi metanol dievaporasi sehingga diperoleh ekstrak kasar tanin. Selanjutnya dilarutkan dalam air hangat, kemudian disaring dan dievaporasi kembali sehingga didapatkan residu yang mengandung senyawa tanin. Untuk mengetahui adanya tanin pada residu dilakukan uji dengan pereaksi Gibbs (FeCl_3). Uji positif ditunjukkan dengan adanya endapan coklat kehitaman.

3.4.2 Uji Proses Koagulasi

1) Penentuan pH Optimum Koagulan FeCl_3

Setiap beaker glass diisi 50 mL sampel air, pH diatur pada nilai yang berbeda untuk masing-masing beaker glass sesuai range pH koagulan FeCl_3 antara pH 7-9 pada konsentrasi 50 mg/L. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan HCl 0,1 M dan NaOH 0,1 M. Kemudian dilakukan pengadukan pada *magnetic stirrer*, dengan pengadukan cepat selama 1 menit dan pengadukan lambat selama 15 menit. Parameter yang diamati adalah persentase penurunan kekeruhan yang

paling besar. Persentase terbesar yang diperoleh dihitung sesuai rumus pada persamaan berikut ini:

$$\% \text{ penurunan} = \frac{A-B}{A} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{Persamaan (1)}$$

Dimana: A = nilai kekeruhan sebelum perlakuan (influen)

B = nilai kekeruhan setelah perlakuan (efluen)

2) Penentuan Konsentrasi Optimum Koagulan FeCl₃

Setiap beaker glass diisi 50 mL sampel air, konsentrasi koagulan FeCl₃ diatur pada nilai yang berbeda untuk masing-masing beaker glass dengan variasi konsentrasi (20, 30, 40, 50, 60, 70, dan 80 mg/L) sebanyak 50 mL. Kemudian dilakukan pengadukan pada *magnetic stirrer*, dengan pengadukan cepat selama 1 menit dan pengadukan lambat selama 15 menit. Parameter yang diamati adalah persentase penurunan kekeruhan yang paling besar. Persentase terbesar yang diperoleh dihitung sesuai rumus pada persamaan 1.

3) Penentuan pH Optimum Koagulan FeSO₄

Setiap beaker glass diisi 50 mL sampel air, pH diatur pada nilai yang berbeda untuk masing-masing beaker glass sesuai range pH koagulan FeSO₄ antara pH 8-10 pada konsentrasi 50 mg/L. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan HCl 0,1 M dan NaOH 0,1 M. Kemudian dilakukan pengadukan pada *magnetic stirrer*, dengan pengadukan cepat selama 1 menit dan pengadukan lambat selama 15 menit. Parameter yang diamati adalah persentase penurunan kekeruhan yang paling besar. Persentase terbesar dihitung sesuai rumus pada persamaan 1.

4) Penentuan Konsentrasi Optimum Koagulan FeSO₄

Setiap beaker glass diisi 50 mL sampel air, konsentrasi koagulan FeSO₄ diatur pada nilai yang berbeda untuk masing-masing beaker glass dengan variasi konsentrasi (20, 30, 40, 50, 60, 70, dan 80 mg/L) sebanyak 50 mL. Kemudian

dilakukan pengadukan pada *magnetic stirrer*, dengan pengadukan cepat selama 1 menit dan pengadukan lambat selama 15 menit. Parameter yang diamati adalah persentase penurunan kekeruhan yang paling besar. Persentase terbesar yang diperoleh dihitung sesuai rumus pada persamaan 1.

3.4.3 Uji Koagulasi dengan Variasi Konsentrasi Tanin

Setiap beaker glass diisi 50 mL sampel air, kemudian diatur pada pH dan konsentrasi optimum koagulan sebanyak 50 mL. Ditambahkan tanin dengan konsentrasi 25, 50, 75, 100, 125, 150, dan 175 mg/L sebanyak 50 mL. Selanjutnya proses pengadukan dilakukan dengan pengadukan cepat selama 1 menit. Kemudian dilanjutkan dengan pengadukan lambat selama selama 15 menit dan diendapkan selama 30 menit, pengukuran kekeruhan dilakukan dengan alat turbidimeter dengan menghitung persentase penurunan kekeruhan.

Sebagai perbandingan dilakukan dengan menggunakan koagulan dengan konsentrasi yang sama dengan konsentrasi tanin tersebut dan selanjutnya hanya menggunakan tanin dengan memvariasikan konsentrasi, masing-masing sebanyak 50 mL. Hasil yang diperoleh kemudian ditentukan persentase penurunan kekeruhan optimum berdasarkan persamaan 1 yang nantinya digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahan tanin pada parameter kualitas air.

3.4.4 Analisa Kualitas Air Hasil Proses Koagulasi

1) pH

Pengukuran pH dilakukan pada sampel air yang ditambahkan ekstrak kasar tanin dan koagulan pada kondisi pH dan konsentrasi optimum dengan menggunakan pH meter.

2) Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan pada sampel air yang ditambahkan ekstrak kasar tanin dan koagulan pada kondisi pH dan konsentrasi optimum dengan alat turbidimeter. Standar yang digunakan adalah standar turbidimeter.

3) Padatan Terlarut

Padatan terlarut diukur dengan menggunakan metode gravimetri dimana larutan sampel air yang telah mengalami proses koagulasi disaring kemudian residu dioven pada suhu 100-105°C. Endapan yang terbentuk ditimbang untuk mengetahui beratnya. Jumlah padatan terlarut diperoleh dengan menggunakan perhitungan dimana berat kertas saring dengan endapan dikurangi dengan berat kertas saring kosong.

4) Daya Hantar Listrik

Pengukuran daya hantar listrik atau konduktivitas dilakukan pada sampel air yang ditambahkan ekstrak kasar tanin dan koagulan pada kondisi pH dan konsentrasi optimum dengan menggunakan alat konduktometer.

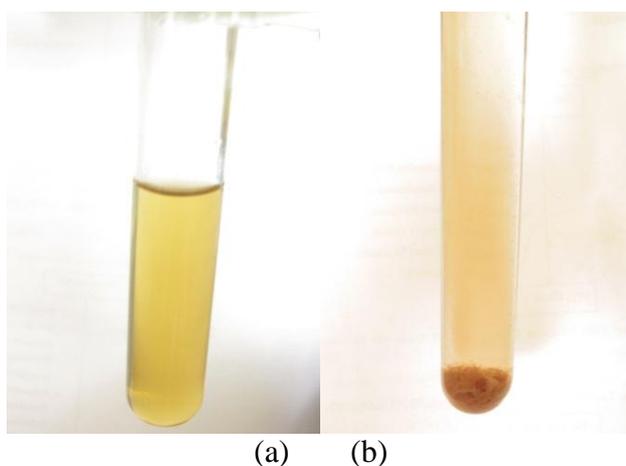
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Ekstraksi dan Fraksinasi

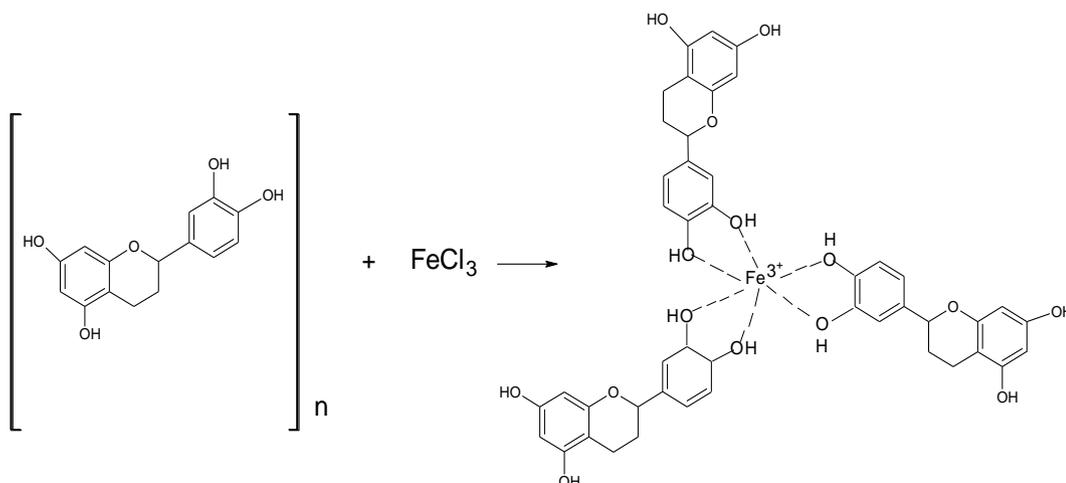
Tanin diperoleh dari proses ekstraksi dengan cara maserasi. Maserasi merupakan proses perendaman bahan dalam suatu pelarut, tujuannya untuk mengekstrak senyawa-senyawa yang ada dalam sampel. Sampel yang digunakan adalah daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) yang sudah dikeringkan terlebih dahulu di dalam oven pada suhu 60°C selama 5 jam, kemudian dihaluskan dengan cara penggilingan. 100 gram serbuk daun belimbing wuluh (*A. bilimbi* L.) dimaserasi dengan 1 L metanol 50% selama 72 jam. Selanjutnya disaring dan diambil filtratnya. Residu yang tersisa diekstraksi kembali dengan 1 L metanol 50%. Hasil ekstrak yang kedua kemudian dicampur dengan hasil ekstrak yang pertama.

Proses ekstraksi dengan cara maserasi diperoleh ekstrak metanol kental yang berwarna coklat, kemudian difraksinasi dengan n-heksana. Fraksinasi bertujuan untuk memisahkan golongan utama kandungan yang satu dari golongan utama yang lain. Pemisahan jumlah dan jenisnya dari senyawa menjadi fraksi yang berbeda tergantung pada jenis tumbuhan. Senyawa bersifat polar akan masuk ke pelarut polar, begitu pula senyawa non polar akan masuk ke pelarut non polar (Harborne, 1987:6-7). Fraksinasi dilakukan untuk menghilangkan senyawa-senyawa nonpolar yaitu lipid dan klorofil. Pelarut diuapkan dengan cara evaporasi pada suhu dibawah 40°C, tujuannya agar tanin yang diperoleh tidak rusak. Pemurnian ekstrak kasar tanin dilakukan dengan air hangat. Hal ini disebabkan karena tanin dapat larut dalam air dan kelarutannya semakin meningkat dalam air hangat. Pelarut air dihilangkan dengan proses evaporasi, selanjutnya didapatkan ekstrak kasar tanin dalam bentuk padatan berwarna coklat sebanyak 1,7860 gram.

Adanya tanin dalam ekstrak kasar dari daun belimbing wuluh (*A. Bilimbi* L.) dapat dilakukan dengan uji menggunakan pereaksi Gibbs (FeCl_3 5%). Tanin merupakan senyawa fenolik akan membentuk senyawa kompleks dengan Fe^{3+} sehingga timbul endapan berwarna coklat kehitaman. Hasil pengujian ekstrak kasar belimbing wuluh (*A. Bilimbi* L.) dengan pereaksi Gibbs menghasilkan endapan berwarna coklat kehitaman (gambar 4.1). Secara umum reaksi pembentukan senyawa kompleks tanin dengan Fe^{3+} , seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.1 Uji Tanin Sebelum (a) dan Sesudah (b) Penambahan Pereaksi Gibbs

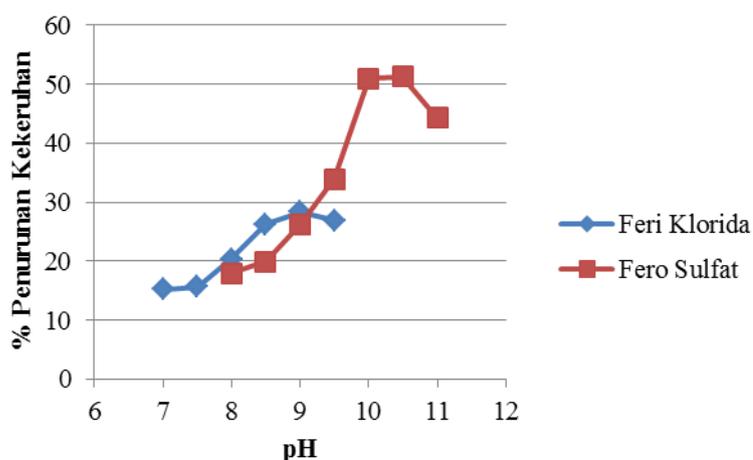


Gambar 4.2 Pembentukan Senyawa Kompleks Pada Uji Keberadaan Tanin

4.2 Penentuan pH dan Konsentrasi Optimum Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4

Penentuan pH optimum koagulan FeCl_3 pada konsentrasi 50 mg/L optimum pada pH 9 dengan menurunkan kekeruhan sebesar 28,35%, sedangkan koagulan FeSO_4 pada konsentrasi 50 mg/L optimum pada pH 10,50 dengan menurunkan kekeruhan sebesar 51,26%.

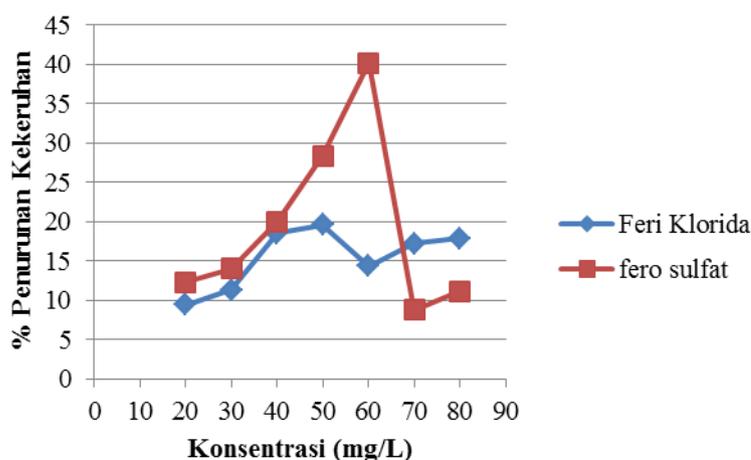
Hasil analisa kekeruhan pada variasi pH pada koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Penentuan pH Optimum Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4

Penentuan konsentrasi optimum koagulan FeCl_3 optimum pada konsentrasi 50 mg/L dengan menurunkan kekeruhan sebesar 19,60%, sedangkan koagulan FeSO_4 optimum pada konsentrasi 60 mg/L dengan menurunkan kekeruhan sebesar 40,19%.

Hasil analisa kekeruhan pada variasi konsentrasi pada koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 dapat dilihat pada gambar 4.4.



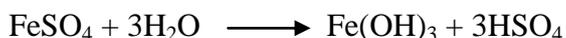
Gambar 4.4 Penentuan Konsentrasi Optimum Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4

Konsentrasi optimum dari masing-masing koagulan berbeda, hal ini disesuaikan dengan kemampuan koagulan untuk berinteraksi dengan senyawa-senyawa yang ada dalam sampel air. Air menyerap zat-zat dalam perjalanan daur hidrologinya, sehingga menyebabkan air tersebut menjadi tidak murni lagi. Zat-zat tersebut merupakan zat pengotor. Zat pengotor tersebut antara lain padatan tersuspensi, padatan terlarut dan gas terlarut. Padatan tersuspensi terutama terdiri atas lumpur, humus, limbah dan bahan buangan industri. Padatan tersuspensi menyebabkan air menjadi keruh. Padatan terlarut merupakan bahan-bahan mineral yang terkandung dalam air antara lain: CaCO_3 , MgCO_3 , CaSO_4 , MgSO_4 , NaCl , Na_2SO_4 , SiO_2 dan sebagainya (Setiadi, 2007:25).

Pada FeSO_4 , ion ferro yang bersifat mudah larut dioksidasi menjadi ion ferri. Pada proses ini terjadi pelepasan elektron. Sebaliknya, pada reduksi ferri menjadi ferro terjadi penangkapan elektron. Proses oksidasi reduksi tidak melibatkan oksigen dan hidrogen. Reaksi oksidasi ion ferro menjadi ion ferri ditunjukkan dalam persamaan berikut:



Ion feri yang terbentuk mengalami oksidasi dan berikatan dengan hidroksida membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang bersifat tidak larut dan mengendap. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Pada air sungai yang mengalir, Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} yang sulit larut pada pH 6 sampai 8, bahkan dapat menjadi ferihidroksida $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang merupakan zat padat dan bisa mengendap. Dalam air sungai, besi berada sebagai Fe^{2+} , Fe^{3+} terlarut, dan Fe^{3+} dalam bentuk senyawa organik berupa koloid. Semakin banyak koagulan FeCl_3 yang ditambahkan akan semakin meningkatkan nilai kekeruhan dan warna hal ini disebabkan oleh Fe^{3+} dari koagulan yang terlarut dalam efluen.

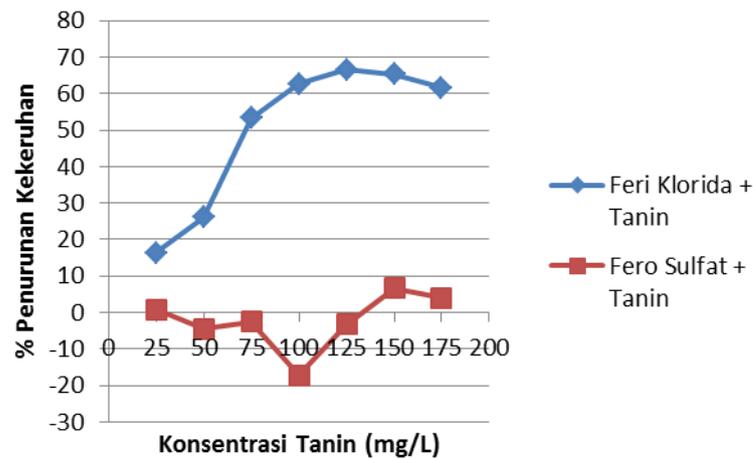
Muatan positif pada air akan mempengaruhi partikel koloid, sehingga akan mengelilingi partikel koloid. Hal ini akan menjadikan partikel koloid akan saling tolak menolak yang akan menjadikan koloid bersifat stabil. Ketika suatu koagulan ditambahkan, koagulan tersebut akan terionisasi kedalam air. Ion akan mempengaruhi potensial elektrostatis, pada proses inilah akan terjadi proses destabilisasi koloid (Alaerts dan Santika, 1987).

4.3 Penentuan Konsentrasi Optimum Tanin

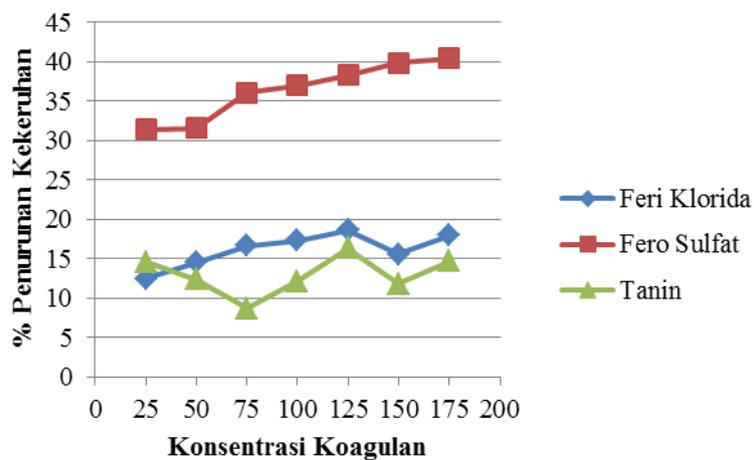
Penentuan konsentrasi optimum tanin dilakukan dengan mengkombinasikan koagulan dengan tanin. Dalam proses ini yang dapat menurunkan kekeruhan paling besar terdapat pada koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin. Koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin dapat menurunkan kekeruhan sebesar 66,60% pada konsentrasi optimum 125 mg/L, sedangkan untuk koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tanin hanya mampu menurunkan kekeruhan sebesar 6,57% pada konsentrasi optimum 150 mg/L. Untuk koagulasi tanpa

penambahan tanin persentase penurunannya lebih kecil, untuk koagulan FeCl_3 sebesar 18,63% pada konsentrasi optimum 125 mg/L, koagulan FeSO_4 sebesar 40,43% pada konsentrasi optimum 175 mg/L, dan tanin sendiri sebesar 16,30% pada konsentrasi optimum 125 mg/L.

Hasil proses koagulasi sampel air sungai dengan koagulan yang dikombinasikan dengan tanin, dan proses koagulasi tanpa kombinasi tanin dapat dilihat pada gambar 4.5 dan gambar 4.6.



Gambar 4.5 Persentase Penurunan Kekeruhan Sampel Air Sungai dengan Adanya Penambahan Koagulan dengan Kombinasi Tanin



Gambar 4.6 Persentase Penurunan Kekeruhan Sampel Air Sungai dengan Adanya Penambahan Koagulan Tanpa Kombinasi Tanin

Koagulan anorganik dan polimer kationik sering bekerja sebagai muatan netralisasi. Hal ini untuk mengurangi besar energi hambatan dan membentuk flok yang stabil. Muatan netralisasi meningkatkan adsorpsi muatan positif koagulan pada permukaan koloid. Tanin dapat menjembatani pembentukan koloid yang dikoagulasi, setiap molekul tanin berikatan satu sama lain dengan besi membentuk ukuran yang lebih besar sehingga disebut kompleks yang tidak larut. Mekanisme ini didasarkan pada ukuran partikel daripada penetralan muatan, sehingga selama pembentukan kompleks antara tanin dengan ion Fe^{3+} , molekul tanin mengikat setiap ion Fe^{3+} . Pada FeSO_4 , penambahan tanin menyebabkan peningkatan kekeruhan, kemungkinan hal ini disebabkan tidak terjadi kondisi optimum pada saat penentuan pH optimum dan konsentrasi optimum.

Keuntungan dari tanin yang mempunyai kemampuan untuk menurunkan tingkat kekeruhan lebih besar daripada hanya menggunakan FeCl_3 adalah mengurangi penggunaan FeCl_3 dalam sistem pengolahan air yang dapat mengganggu kesehatan karena adanya logam yang larut dalam air. Tanin mempunyai kemampuan sebagai absorben sehingga dengan adanya tanin yang dikombinasikan dengan koagulan mempunyai kemampuan gabungan sebagai koagulan dan absorben.

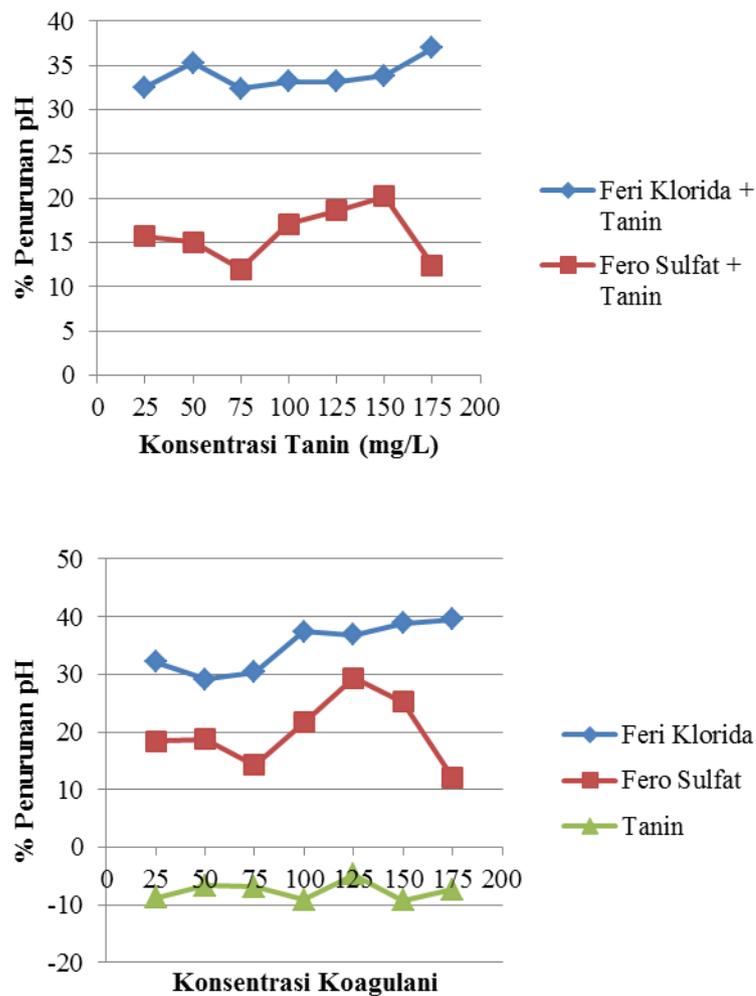
Kekeruhan sampel air dengan penambahan koagulan yang dikombinasikan dengan tanin akan mengalami peningkatan dengan konsentrasi yang besar, sehingga menyebabkan terjadinya overdosis yang akan mengakibatkan kejenuhan dari koagulasi. Hal ini diakibatkan dari re-stabilisasi dari destabilisasi partikel. Pada umumnya koagulan yang digunakan merupakan penambahan kation untuk menetralkan muatan partikel yang menyebabkan terjadinya gaya Van der Waals, sehingga partikel-partikel koloid terflokulasi. Apabila terjadi adsorpsi kation yang berlebih dapat menyebabkan deflokulasi atau re-stabilisasi koloid kembali, karena adanya gaya tolak menolak antar muatan positif partikel. Pengadukan cepat berfungsi sebagai pembentukan inti endapan dan menghomogenkan sampel air

dengan koagulan sehingga mempermudah terjadi suspensi serta penggabungan koagulan dengan zat-zat yang ada dalam sampel air. Flok akan terbentuk pelan-pelan dan semakin besar pada pengadukan lambat dan secara sempurna akan mengendap pada saat pengendapan (selama 30 menit).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH cenderung menurun dengan bertambahnya konsentrasi tanin, sehingga dalam proses pengolahan air diperlukan penambahan bahan kimia yang digunakan untuk mengontrol pH, sehingga kemampuannya sebagai koagulan dapat ditingkatkan lagi. Akan tetapi hal ini tidak harus dilakukan karena dengan kondisi tanpa adanya penambahan bahan kimia lain pH cenderung menurun. Persentase penurunan pH pada koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin dalam proses koagulasi lebih besar dibandingkan dengan menggunakan koagulan FeSO_4 dan tanin saja.

Koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin dapat menurunkan pH sebesar 36,93% pada konsentrasi optimum 175 mg/L, untuk koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tann hanya mampu menurunkan pH sebesar 20,19% pada konsentrasi optimum 150 mg/L. Sedangkan untuk penurunan pH tanpa penambahan tanin, koagulan FeCl_3 sebesar 39,52% pada konsentrasi optimum 175 mg/L, koagulan FeSO_4 sebesar 29,34% pada konsentrasi optimum 125 mg/L, dan tanin sendiri sebesar -4,78% pada konsentrasi optimum 125 mg/L.

Penurunan pH sampel air sungai dengan penambahan koagulan kombinasi tanin, dan koagulan tanpa penambahan tanin dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Persentase Penurunan pH Sampel Air dengan Kombinasi Koagulan Terhadap Variasi Konsentrasi Tanin

Koagulan yang dikombinasikan dengan tanin mempengaruhi nilai pH yang dikatakan besar, sehingga baik dalam membantu proses koagulasi. Nilai pH FeSO_4 cenderung tidak stabil, hal ini menjadikan FeSO_4 kurang baik saat dijadikan sebagai koagulan yang dikombinasikan dengan tanin. Sedangkan tanin sendiri yang digunakan sebagai koagulan juga cenderung tidak stabil tetapi menunjukkan kenaikan, sehingga harus ditambahkan bahan kimia lain sebagai pengontrol pH.

4.4 Pengaruh Penambahan Tanin Terhadap Parameter Kualitas Air

Untuk mengetahui pengaruh penambahan tanin terhadap parameter kualitas sampel air sungai, dilakukan serangkaian percobaan masing-masing dengan menggunakan koagulan FeCl_3 , FeSO_4 , tanin, serta menggunakan kombinasi antara koagulan FeCl_3 dengan tanin, dan koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tanin. Hasil yang diperoleh ditampilkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengaruh Penambahan Tanin Terhadap Parameter Kualitas Air

Parameter	Persentase Penurunan				
	Koagulan				
	FeCl_3 +Tanin	FeSO_4 +Tanin	FeCl_3	FeSO_4	Tanin
Kekeruhan (NTU)	72,43	6,98	22,53	40,58	19,14
pH	47,24	25,20	54,64	31,06	-19,33
Padatan Terlarut (mg/L)	86,13	Tidak Terdefinisikan	75,06	80,77	69,33
Konduktivitas ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	5,44	-5,81	3,30	2,23	2,70

4.4.1 Kekeruhan

Kekeruhan sampel air sebelum proses koagulasi rata-rata berkisar antara 25,13 NTU. Setelah mengalami proses koagulasi kekeruhan untuk koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin rata-rata menjadi 6,90 NTU, untuk koagulan FeSO_4 rata-rata menjadi 23,60 NTU. Dilihat dari hasil penurunan kekeruhan proses koagulasi untuk koagulan dengan kombinasi tanin masih dibawah standar kualitas air diperairan umum yang mempunyai batas maksimum kekeruhan sebesar 5 NTU.

Kekeruhan sampel air sungai setelah proses koagulasi pada koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin menurunkan kekeruhan sebesar 72,30%. Nilai penurunan kekeruhan dengan adanya kombinasi antara koagulan dengan tanin jauh lebih besar dibandingkan tanpa kombinasi dengan penurunannya berkisar 20-45%. Hal ini disebabkan penambahan koagulan dengan kombinasi tanin menghasilkan endapan atau flok dengan baik. Flok tersebut terbentuk karena adanya ikatan tanin dengan FeCl_3 . Flok yang lebih besar akan mudah mengendap

sehingga kekeruhan air lebih cepat menurun. Untuk koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tanin hanya dapat menurunkan kekeruhan sebesar 7,20%.

4.4.2 pH

pH sampel air sebelum proses koagulasi rata-rata berkisar antara 6,55. Setelah mengalami proses koagulasi pH untuk koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin rata-rata menjadi 3,34, untuk koagulan FeSO_4 rata-rata menjadi 4,75. Dilihat dari hasil penurunan pH proses koagulasi untuk koagulan dengan kombinasi tanin tidak melebihi batas maksimum standar kualitas air diperairan umum yang mempunyai batas maksimum pH sebesar 5.

Besarnya pH setelah penambahan koagulan baik yang dikombinasikan dengan tanin atau tidak cenderung mengalami penurunan. Pada koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin dapat menurunkan pH sebesar 47,24%, untuk koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tanin dapat menurunkan pH sebesar 25,20%. Penurunan pH ini disebabkan oleh sifat keasaman sampel air sungai yang lemah dan adanya koagulan yang mampu menurunkan pH sampel air sungai karena melepaskan ion H^+ . Larutan koagulan tanin yang digunakan mempunyai pH sebesar 6,00. pH larutan tanin tidak dapat menyeimbangkan sifat sampel air yang mempunyai pH antara 5-7, sehingga pH cenderung menurun dan dibutuhkan bahan kimia lain yang berfungsi sebagai kontrol pH. Penambahan tanin menyebabkan persentase penurunan pH lebih kecil dibandingkan dengan tanpa adanya tanin, yang mengalami penurunan sebesar -17,35% (pH mengalami kenaikan).

4.4.3 Padatan Terlarut

Padatan terlarut sampel air sebelum proses koagulasi rata-rata berkisar antara 611,9 mg/L. Setelah mengalami proses koagulasi padatan terlarut untuk koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin rata-rata menjadi 85,83 mg/L, untuk koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tanin tidak terdefiniskan. Dilihat dari hasil penurunan padatan terlarut proses koagulasi untuk koagulan dengan kombinasi

tanin masih dibawah standar kualitas air diperairan umum yang mempunyai batas maksimum padatan terlarut sebesar 500 mg/L.

Padatan terlarut dalam sampel air sungai akan berkurang dengan adanya proses koagulasi. Jumlah padatan terlarut mempengaruhi kekeruhan dan konduktivitas air. Diharapkan jumlah padatan terlarut akan berkurang dengan penambahan koagulan sehingga nilai kekeruhan dan konduktivitasnya juga akan berkurang. Adanya penambahan koagulan dapat membentuk flok kecil dalam bentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Flok-flok kecil dari $\text{Fe}(\text{OH})_3$ akan berikatan dengan tanin sehingga flok yang mulanya kecil akan menjadi lebih besar dan akan mudah mengikat padatan terlarut. Semakin banyak padatan terlarut yang terikat maka flok tersebut akan lebih cepat mengendap sehingga nilai kekeruhan dan konduktivitas dalam air akan semakin berkurang. Untuk koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin dapat menurunkan padatan terlarut sebesar 85,60%, untuk koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tanin tidak terjadi pembentukan endapan yang dapat diukur. Proses koagulasi tanpa kombinasi tanin menghasilkan padatan terlarut yang lebih kecil dibandingkan dengan adanya kombinasi tanin.

4.4.4 Konduktivitas

Konduktivitas sampel air sebelum proses koagulasi rata-rata berkisar antara 509,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Setelah mengalami proses koagulasi konduktivitas untuk koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin rata-rata menjadi 475,33 $\mu\text{S}/\text{cm}$, untuk koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tanin rata-rata menjadi 546,67 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Untuk standar kualitas air di perairan ini tidak ada batas maksimum yang menjelaskan tentang besarnya nilai konduktivitasnya.

Sampel air sungai tidak bisa diukur nilai konduktivitasnya secara langsung menggunakan konduktometer karena nilai konduktivitas yang terlalu tinggi (diluar kemampuan alat), sehingga dilakukan pengenceran agar dapat terbaca oleh alat konduktometer. Pengenceran dilakukan dengan mengambil 10 mL sampel air

sungai kemudian diencerkan ke dalam labu ukur 50 ml. Konduktivitas air sungai cenderung menurun pada koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin, dapat menurunkan konduktivitas sebesar 5,85%. Sedangkan untuk koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tanin dapat menurunkan konduktivitas sebesar -6,95%, sehingga dapat diartikan bahwa mengalami kenaikan konduktivitasnya. Koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin akan membantu pembentukan flok yang lebih besar dalam proses koagulasi. Semakin besar flok yang terbentuk, maka semakin banyak pula padatan terlarut yang terikat. Flok tersebut akan lebih cepat mengendap sehingga konduktivitas air sungai akan menurun.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengolahan air menggunakan koagulan FeCl_3 optimum pada pH 9,00 dengan konsentrasi optimum sebesar 50 mg/L, sementara koagulan FeSO_4 optimum pada pH 10,50 dengan konsentrasi optimum sebesar 60 mg/L.
2. Ekstrak kasar tanin dapat membantu proses koagulasi dalam pengolahan air pada konsentrasi optimum 125 mg/L dengan persentase penurunan kekeruhan sebesar 16,30% dengan proses pengendapan selama 30 menit.
3. Penambahan ekstrak kasar tanin berpengaruh pada parameter kualitas air, pada kondisi optimum koagulan FeCl_3 dengan kombinasi tanin dapat menurunkan kekeruhan sebesar 72,43%, menurunkan pH sebesar 47,24%, menurunkan padatan terlarut sebesar 86,13% dan menurunkan konduktivitas sebesar 5,44%. Sementara untuk koagulan FeSO_4 dengan kombinasi tanin pada kondisi optimum dapat menurunkan kekeruhan sebesar 6,98%, menurunkan pH sebesar 25,20%, sedangkan untuk padatan terlarut tidak dapat didefinisikan dan dapat menurunkan konduktivitas sebesar -5,81%.

5.2 Saran

Penggunaan ekstrak kasar tanin dari daun belimbing wuluh (*A. Bilimbi L.*) yang dikombinasikan dengan koagulan FeCl_3 dan FeSO_4 dalam proses pengolahan air belum memberikan hasil yang memuaskan, karenanya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan biokoagulan lain yang dapat membantu proses pengolahan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan Santika, S.S. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- [APHA] American Public Health Association, [AWWA] American Water Works Association. 1995. *Standart Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 17th Ed. Washington: APHA.
- Dalimartha, S. 2005. Belimbing Wuluh (*A. bilimbi* L.).
http://www.iptek.net.id/ind/pd_tanobat/view.php?id=69. [14 Februari 2012].
- Dasuki, U. 1991. *Sistematika Tumbuhan Tinggi*. Bandung: Pusat Universitas Ilmu Hayati ITB.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Canisius Anggota IKAPI.
- Hagerman, A. E. 2002. *Tannin Handbook*. Oxford: Departement of Chemistry and Biochemistry. USA: Miami University.
- Harborne, J. B. 1987. *Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisis Tumbuhan*. Bandung: ITB.

- IPTEK (Elok-2009). 2007. Belimbing Asam (Natural Products Chemistry).
http://www.iptek.net.id/ind/pd_tanobat/view.php?id=69.
<http://elokkamilah.wordpress.com/kimia-farmasi-dan-medisinal-2/dibalik-mukzizat-tanaman-belimbing-wuluh-averrhoa-bilimbi-linn-sebagai-pengawet-alami/#comment-350> [19 Februari 2011].
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum.
- Putra, S., Rantjono, S., dan Arifiansyah, T. 2009. *Optimasi Tawas dan Kapur untuk Koagulasi Air Keruh dengan Penanda I-131*. Batan: Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir.
- Risdianto, D. 2007. *Optimisasi Proses Koagulasi Flokulasi Untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus Pt. Sido Muncul)*. Tesis. Semarang: Progam Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi*. Bandung: ITB.
- Sa'adah, L. 2010. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Tanin dari Daun Belimbing Wuluh (A. bilimbi L.)*. Skripsi. Malang: Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim.
- Samosir, A. 2009. *Pengaruh Tawas dan Diatomea (Diatomaceous Earth) dalam Proses Pengolahan Air dengan Metode Elektrokoagulasi*. Skripsi. Medan: Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara Medan.

Setiadi, T. 2007. *Pengolahan dan Penyediaan Air*. Diklat Kuliah. Bandung: Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung.

Sudja, W. A. 1985. *Ilmu Kimia Lingkungan*. Jakarta: Universitas Terbuka.

Soliha, L. 2006. *Pengaruh Ekstrak Kasar Tanin Dari Kulit Buah Coklat (Theobroma cacao L.) Terhadap Kecepatan Koagulasi Dalam Pengolahan Air*. Skripsi. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Winarni. 2003. Koagulasi Menggunakan Alum dan PACl. *Makara Teknologi*. 3: Vol 7. 89-94.

LAMPIRAN

Lampiran A.

Data Pembuatan Larutan FeCl₃

A.1 Larutan FeCl₃ 20 ppm

$$0,002 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 20 \text{ ppm}$$

A.2 Larutan FeCl₃ 30 ppm

$$0,003 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 30 \text{ ppm}$$

A.3 Larutan FeCl₃ 40 ppm

$$0,004 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 40 \text{ ppm}$$

A.4 Larutan FeCl₃ 50 ppm

$$0,005 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 50 \text{ ppm}$$

A.5 Larutan FeCl₃ 60 ppm

$$0,006 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 60 \text{ ppm}$$

A.6 Larutan FeCl₃ 70 ppm

$$0,007 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 70 \text{ ppm}$$

A.7 Larutan FeCl₃ 80 ppm

$$0,008 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 80 \text{ ppm}$$

Lampiran B.

Data Pembuatan Larutan FeSO₄

B.1 Larutan FeSO₄ 20 ppm

$$0,002 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 20 \text{ ppm}$$

B.2 Larutan FeSO₄ 30 ppm

$$0,003 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 30 \text{ ppm}$$

B.3 Larutan FeSO₄ 40 ppm

$$0,004 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 40 \text{ ppm}$$

B.4 Larutan FeSO₄ 50 ppm

$$0,005 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 50 \text{ ppm}$$

B.5 Larutan FeSO₄ 60 ppm

$$0,006 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 60 \text{ ppm}$$

B.6 Larutan FeSO₄ 70 ppm

$$0,007 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 70 \text{ ppm}$$

B.7 Larutan FeSO₄ 80 ppm

$$0,008 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 80 \text{ ppm}$$

Lampiran C.

Data Pembuatan Larutan Tanin

C.1 Larutan Tanin 25 ppm

$$0,0025 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 25 \text{ ppm}$$

C.2 Larutan Tanin 50 ppm

$$0,005 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 50 \text{ ppm}$$

C.3 Larutan Tanin 75 ppm

$$0,0075 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 75 \text{ ppm}$$

C.4 Larutan Tanin 100 ppm

$$0,01 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 100 \text{ ppm}$$

C.5 Larutan Tanin 125 ppm

$$0,0125 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 125 \text{ ppm}$$

C.6 Larutan Tanin 150 ppm

$$0,015 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 150 \text{ ppm}$$

C.7 Larutan Tanin 175 ppm

$$0,0175 \text{ gr} / 100 \text{ ml} = 175 \text{ ppm}$$

Lampiran D.**Data Penentuan pH dan Konsentrasi Optimum FeCl_3 dan FeSO_4** **D.1 Penentuan pH Optimum FeCl_3**

Kekeruhan awal sampel air: 25,40 NTU

pH	Kekeruhan Akhir (NTU)			Rata-Rata	% Penurunan Kekeruhan
	1	2	3		
7,00	21,50	21,40	21,70	21,53	15,24
7,50	21,30	21,40	21,60	21,43	15,63
8,00	20,30	20,00	20,23	20,37	20,35
8,50	18,90	18,70	18,60	18,73	26,26
9,00	18,20	18,20	18,20	18,20	28,35
9,50	18,60	18,60	18,50	18,57	26,89

D.2 Penentuan pH Optimum FeSO_4

Kekeruhan awal sampel air: 25,30 NTU

pH	Kekeruhan Akhir (NTU)			Rata-Rata	% Penurunan Kekeruhan
	1	2	3		
8,00	20,80	20,90	20,60	20,76	17,95
8,50	20,20	20,20	20,40	20,27	19,88
9,00	18,50	18,80	18,70	18,67	26,21
9,50	16,50	16,80	16,90	16,73	33,87
10,00	12,40	12,40	12,40	12,40	50,99
10,50	12,40	12,20	12,40	12,33	51,26
11,00	14,10	14,10	14,10	14,10	44,27

D.3 Penentuan Konsentrasi Optimum FeCl_3

Kekeruhan awal sampel air: 25,00 NTU

Konsentrasi (mg/L)	Kekeruhan Akhir (NTU)			Rata-Rata	% Penurunan Kekeruhan
	1	2	3		
20	22,50	22,60	22,80	22,63	9,48
30	22,00	22,20	22,30	22,17	11,32
40	20,30	20,60	20,20	20,37	18,52
50	20,20	20,00	20,10	20,10	19,60
60	21,50	21,50	21,20	21,40	14,40
70	20,60	20,60	20,90	20,70	17,20
80	20,60	20,50	20,50	20,53	17,88

D.4 Penentuan Konsentrasi Optimum FeSO_4

Kekeruhan awal sampel air: 25,70 NTU

Konsentrasi (mg/L)	Kekeruhan Akhir (NTU)			Rata-Rata	% Penurunan Kekeruhan
	1	2	3		
20	22,70	22,40	22,50	22,53	12,33
30	22,20	22,10	22,00	22,10	14,01
40	20,20	20,40	20,30	20,30	20,01
50	18,40	18,50	18,30	18,40	28,40
60	15,20	15,40	15,50	15,37	40,19
70	23,50	23,60	23,20	23,43	8,83
80	22,90	22,90	22,70	22,83	11,17

Lampiran E.

Data Persentase Penurunan Kekeruhan Sampel Air Menggunakan Kombinasi Tanin dengan Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4

E.1 Penurunan Kekeruhan Sampel Air dengan Tanin Kombinasi FeCl_3

Pengulangan	Kekeruhan Awal Sampel (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)						
		Konsentrasi Tanin (mg/L)						
		25	50	75	100	125	150	175
1	25,30	21,10	18,80	11,90	9,44	8,49	8,77	9,70
2	25,40	21,30	18,70	11,60	9,48	8,42	8,78	9,70
3	25,20	21,10	19,60	11,90	9,44	8,45	8,74	9,77
Rata-Rata	25,30	21,17	18,70	11,80	9,45	8,45	8,76	9,72
% Persentase Penurunan Kekeruhan		16,32	26,09	53,36	62,65	66,60	65,37	61,58

Konsentrasi FeCl_3 merupakan konsentrasi optimum

E.2 Penurunan Kekeruhan Sampel Air dengan Tanin Kombinasi FeSO_4

Pengulangan	Kekeruhan Awal Sampel (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)						
		Konsentrasi Tanin (mg/L)						
		25	50	75	100	125	150	175
1	25,30	25,20	26,40	26,00	29,70	26,10	23,80	24,60
2	25,40	25,20	26,50	26,10	29,70	26,40	23,60	24,30
3	25,50	25,20	26,70	26,00	29,90	26,20	23,80	24,30
Rata-Rata	25,40	25,20	26,53	26,03	29,77	26,23	23,73	24,40
% Persentase Penurunan Kekeruhan		0,79	-4,45	-2,48	-17,20	-3,27	6,57	3,94

Konsentrasi FeSO_4 merupakan konsentrasi optimum

Lampiran F.

Data Persentase Penurunan pH Sampel Air Menggunakan Kombinasi Tanin dengan Koagulan FeCl_3 dan FeSO_4

F.1 Penurunan pH Sampel Air dengan Tanin Kombinasi FeCl_3

Pengulangan	pH Awal Sampel Air	pH Akhir						
		Konsentrasi Tanin (mg/L)						
		25	50	75	100	125	150	175
1	6,04	3,91	3,67	4,00	3,88	4,18	4,40	4,31
2	6,45	4,04	4,33	4,17	4,03	4,12	4,20	3,77
3	5,93	4,43	3,89	4,24	4,36	3,96	3,56	3,51
Rata-Rata	6,12	4,13	3,96	4,14	4,09	4,09	4,05	3,86
% Persentase Penurunan pH		32,52	35,29	32,35	33,17	33,17	33,82	36,93

Konsentrasi FeCl_3 merupakan konsentrasi optimum

F.2 Penurunan pH Sampel Air dengan Tanin Kombinasi FeSO_4

Pengulangan	pH Awal Sampel Air	pH Akhir						
		Konsentrasi Tanin (mg/L)						
		25	50	75	100	125	150	175
1	6,79	5,79	5,52	5,22	5,21	5,06	5,22	5,59
2	6,11	5,46	5,11	5,88	5,26	5,60	5,12	5,88
3	6,09	5,05	5,79	5,92	5,54	5,05	5,08	5,45
Rata-Rata	6,44	5,43	5,47	5,67	5,34	5,24	5,14	5,64
% Persentase Penurunan pH		15,68	15,06	11,96	17,08	18,63	20,19	12,42

Konsentrasi FeSO_4 merupakan konsentrasi optimum

Lampiran G.

Data Persentase Penurunan Kekeruhan Sampel Air dengan Koagulan FeCl₃ dan FeSO₄ Tanpa Kombinasi Tanin

G.1 Penurunan Kekeruhan Sampel Air dengan FeCl₃

Pengulangan	Kekeruhan Awal Sampel (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)						
		Konsentrasi FeCl ₃ (mg/L)						
		25	50	75	100	125	150	175
1	25,30	22,10	21,40	21,00	20,90	20,70	21,10	20,60
2	25,00	22,10	21,60	21,00	20,80	20,30	21,40	20,70
3	25,40	22,00	21,70	21,10	20,90	20,60	21,20	20,80
Rata-Rata	25,23	22,07	21,57	21,03	20,87	20,53	21,30	20,70
% Persentase Penurunan Kekeruhan		12,52	14,51	16,65	17,28	18,63	15,58	17,95

G.2 Penurunan Kekeruhan Sampel Air dengan FeSO₄

Pengulangan	Kekeruhan Awal Sampel (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)						
		Konsentrasi FeSO ₄ (mg/L)						
		25	50	75	100	125	150	175
1	25,40	17,50	17,20	16,10	16,00	15,80	15,10	15,20
2	25,50	17,40	17,40	16,40	16,00	15,60	15,30	15,20
3	25,30	17,40	17,50	16,20	16,00	15,60	15,40	15,00
Rata-Rata	25,40	17,43	17,37	16,23	16,00	15,67	15,27	15,13
% Persentase Penurunan Kekeruhan		31,38	31,61	36,10	37,01	38,31	39,88	40,43

G.3 Penurunan Kekeruhan Sampel Air dengan Tanin

Pengulangan	Kekeruhan Awal Sampel (NTU)	Kekeruhan Akhir (NTU)						
		Konsentrasi Tanin (mg/L)						
		25	50	75	100	125	150	175
1	25,30	21,40	22,00	23,30	22,10	21,10	22,40	21,50
2	25,20	21,80	22,20	23,10	22,20	21,10	22,10	21,60
3	25,50	21,70	23,10	23,00	22,40	21,40	22,50	21,70
Rata-Rata	25,33	21,63	22,20	23,13	22,23	21,20	22,33	21,60
% Persentase Penurunan Kekeruhan		14,61	12,36	8,68	12,14	16,30	11,84	14,73

Lampiran H.

Data Persentase Penurunan pH Sampel Air dengan Koagulan FeCl₃ dan FeSO₄ Tanpa Kombinasi Tanin

H.1 Penurunan pH Sampel Air dengan FeCl₃

Pengulangan	pH Awal Sampel Air	pH Akhir						
		Konsentrasi FeCl ₃ (mg/L)						
		25	50	75	100	125	150	175
1	6,50	4,72	4,62	4,83	4,62	4,30	3,95	3,18
2	6,34	3,63	4,26	3,94	4,11	4,46	4,47	3,86
3	5,90	4,37	4,42	4,28	3,01	3,08	3,05	4,31
Rata-Rata	6,25	4,24	4,43	4,35	3,91	3,95	3,82	3,78
% Persentase Penurunan pH		32,16	29,12	30,40	37,44	36,80	38,88	39,52

H.2 Penurunan pH Sampel Air dengan FeSO₄

Pengulangan	pH Awal Sampel Air	pH Akhir						
		Konsentrasi FeSO ₄ (mg/L)						
		25	50	75	100	125	150	175
1	6,85	4,43	5,20	4,76	5,25	4,60	5,23	4,55
2	6,52	5,98	5,03	6,15	4,66	4,56	4,04	5,49
3	6,16	5,51	5,73	5,83	5,38	4,63	5,35	4,16
Rata-Rata	6,51	5,31	5,29	5,58	5,10	4,60	4,87	5,73
% Persentase Penurunan pH		18,43	18,74	14,29	21,66	29,34	25,19	11,98

H.3 Penurunan pH Sampel Air dengan Tanin

Pengulangan	pH Awal Sampel Air	Kekeruhan Akhir (NTU)						
		Konsentrasi Tanin (mg/L)						
		25	50	75	100	125	150	175
1	6,54	6,81	6,08	6,25	6,88	6,53	6,79	6,85
2	6,28	7,06	6,17	6,97	6,22	6,69	7,65	6,94
3	6,02	6,62	7,84	6,90	7,44	6,53	6,14	6,44
Rata-Rata	6,28	6,83	6,70	6,71	6,85	6,58	6,86	6,74
(%) Persentase Penurunan Kekeruhan		-8,76	-6,69	-6,85	-9,08	-4,78	-9,24	-7,32

Lampiran I. Pengaruh Penambahan Tanin Terhadap Kualitas Sampel air

Koagulan	Parameter	Awal	Akhir	Satuan	Persentase (%)
FeCl ₃	Kekeruhan	25,43	19,70	NTU	22,53
	pH	6,68	3,03	-	54,64
	Padatan terlarut	661,23	164,90	Mg/L	75,06
	Konduktivitas	544,67	562,67	μS/cm	3,30
FeSO ₄	Kekeruhan	25,80	15,33	NTU	40,58
	pH	6,15	4,24	-	31,06
	Padatan terlarut	613,40	117,97	Mg/L	80,77
	Konduktivitas	507,33	490,00	μS/cm	2,23
Tanin	Kekeruhan	25,23	20,40	NTU	19,14
	pH	6,26	7,47	-	-19,33
	Padatan terlarut	656,30	201,23	Mg/L	69,33
	Konduktivitas	518,00	504,00	μS/cm	2,70
FeCl ₃ +Tanin	Kekeruhan	25,03	6,90	NTU	72,43
	pH	6,75	3,34	-	47,24
	Padatan terlarut	618,67	85,83	Mg/L	86,13
	Konduktivitas	502,67	475,33	μS/cm	5,44
FeSO ₄ +Tanin	Kekeruhan	25,23	23,47	NTU	6,98
	pH	6,35	4,75	-	25,20
	Padatan terlarut	605,13	Tidak Terdefiniskan	Mg/L	Tidak Terdefiniskan
	Konduktivitas	516,67	546,67	μS/cm	-5,81