



**PEMANFAATAN SERBUK BIJI ASAM JAWA  
(*Tamarindusindica L*) UNTUK PENGOLAHAN  
LIMBAH CAIR INDUSTRI TEMPE**

Proposal Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Kimia

oleh

Etik Isman Hayati

4311411039

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2015**

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat dan apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, 8 Mei 2015



Enk Istian Hayati  
4311411039

## PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Pemanfaatan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica,L*) untuk Pengolahan  
Limbah Cair Industri Tempe

disusun oleh

Etik Isman Hayati

4311411039

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Skripsi FMIPA UNNES pada tanggal 8  
Mei 2015



Wisnu Sunarto, M.Si  
NIP. 196310121988031001

Sekretaris

Dra. Woro Sumarni, M.Si  
NIP. 196507231993032001

Ketua Penguji

Dr. Murbangun Nusowati, M. Si  
NIP. 195811061984032004

Anggota Penguji/  
Pembimbing Utama

Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si  
NIP. 196511111990031003

Anggota Penguji/  
Pembimbing Pendamping

Drs. Wisnu Sunarto, M.Si  
NIP. 195207291984031001

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

- Sesungguhnya bersamakesulitan adakemudahan (QS.As-Syarhayat 6)
- Bahwatidakada yang orang dapatkan, kecuali yang iusahakan, dan bahwa usahannya akan kelihatannantinya (QS. An Najmayat 39-40)
- Tetap berikhtiar, berdoadantawakaldenganapa yang kitaimpikan
- Tiada kata menyerah sebelum mencoba

### **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

1. Ibu dan Bapak yang selalu mengiringi langkahku dengan doa dan kasih sayang.
2. Sahabat-sahabatku : Selli, Lysa, Meta, Amanda S, Kartika, Amanda P, Margareta, Fatun dan Istria atas motivasi dan bantuannya
3. Teman-teman seperjuangan kimia angkatan 2011
4. Edo Fajar yang telah berkorban waktu, tenaga, dan Doanya.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan kasih dan kemurahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Serbuk Biji Asam Jawa (*Tamarindusindica,L*) untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe”**. Selama menyusun Skripsi ini, penulis menerima bantuan, kerjasama, dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang
3. Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang
4. Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si selaku Pembimbing I yang telah memberikan ilmu, pengarahan, petunjuk dan bimbingannya dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
5. Drs. Wisnu Sunarto, M.Si selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi ini
6. Dr. Murbangun Nusowati, M. Si selaku Dosen penguji yang telah memberikan petunjuk dan bimbingan yang membangun dalam penyusunan skripsi ini

7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia yang telah memberikan bekal ilmu kepada penulis
8. Segenap karyawan dan Staf Laboratorium Kimia UNNES atas bantuan yang telah diberikan selama pelaksanaan penelitian
9. Sahabat terbaikku Selli, Lysa, Meta, Amanda S, Kartika, Amanda P, Margareta, Fatundan Istria
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Semarang, 8 Mei 2016

Penulis

## ABSTRAK

Hayati, E. I. 2015. *Pemanfaatan Serbuk Biji Asam Jawa (Tamarindus indica, L) untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Tempe*. Skripsi, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si dan Pembimbing Pendamping Drs. Wisnu Sunarto, M.Si.

Kata kunci :Limbah cair tempe, Biji asam jawa, Turbiditas dan COD

Sebagian besar industri tempe belum dilengkapi dengan unit pengolahan air limbah. Hasil limbah cair ini biasanya berupa air bekas rendaman kedelai dan air bekas rebusan kedelai yang masih dibuang langsung di lingkungan sekitarnya. Bahan-bahan organik yang terkandung dalam buangan industri tempe pada umumnya sangat tinggi. Salah satu proses dalam pengolahan limbah cair adalah koagulasi yaitu dengan penambahan suatu polielektrolit yang bermuatan positif pada limbah cair tempe yang bermuatan negatif. Tanaman di Indonesia yang dapat digunakan sebagai koagulan alternatif salah satunya adalah biji asam jawa. Biji asam jawa dapat digunakan untuk pengolahan limbah cair yang lebih ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu pengadukan optimum, pH optimum limbah dan dosis optimum koagulan dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbuk biji asam jawa. Perlakuan yang diteliti adalah waktu pengadukan, pH limbah tempe dan dosis koagulan terhadap presentase penurunan turbiditas (kekeruhan) dan COD (kebutuhan oksigen kimiawi). Variabel dalam penelitian adalah waktu pengadukan (10, 15, 20 dan 25 menit), pH limbah (3; 3,5; 4; 4 dan 5) dan dosis serbuk biji asam jawa (100, 300, 500, 700, dan 900 mg). Metode pengujian COD adalah metode reflus tertutup secara spektrofotometri dan pengujian kekeruhan menggunakan Turbidimeter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pengadukan optimum, pH optimum limbah dan dosis optimum koagulan dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbuk biji asam jawa adalah 20 menit dengan pH limbah 4 dan penambahan dosis koagulan sebesar 500 mg dalam 200 mL limbah cair tempe dengan presentase penurunan kekeruhan 95,18% dan COD 87,82%.

## ABSTRAK

Hayati, E. I. 2015. Utilization Tamarind Seed Powder (*Tamarindusindica*, L) to Treatment the Liquid Waste Industrial of Tempe. Thesis, Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Semarang. Main Supervisor Drs. Eko Budi Susatyo, M.Si and Supervising Companion Drs. WisnuSunarto, M.Si.

Keywords: Liquid waste tempeh, tamarind seeds, Turbidity and COD

Most of the tempeh industry have not been equipped with a waste water treatment unit. It is usually a water soaked soybeans and soybean excess water is still discharged directly into the environment. Liquid waste industrial of tempeh contain high organic materials. One of the process for wastewater treatment is coagulation with the addition of a positively charged polyelectrolyte in tempeh wastewater as negatively charged. One of plants in Indonesia that can be used as an alternative coagulant is tamarind seeds (*Tamarindus indica*, L). It can be used for wastewater treatment is more economical. The aims of this experiment is to determine the optimum stirring time, optimum pH of the waste and optimum coagulant dosage for treatment of the tempeh wastewater with coagulant tamarind seed powder. The experiment studied were stirring time, the pH of the tempeh wastewater and coagulant dosage to the percentage decrease in turbidity and COD (Chemical Oxygen Demand). The variables in the experiment were stirring time (10, 15, 20 and 25 minutes), the pH of the waste (3; 3.5; 4; 4 and 5) and the dosage of tamarind seed powder (500, 1500, 2500, 3500 and 4500 mg / L). COD testing methods is closed reflux method by spectrophotometry and turbidity testing using Turbidimeter. The results showed that the optimum stirring time, optimum pH of the waste and optimum coagulant dosage in the treatment of tempeh wastewater with coagulant tamarind seed powder is 20 minutes with a pH of waste 4 and the addition of coagulant dose of 1500 mg / L in 200 mL tempe liquid waste with removal percentages of turbidity is 95,18% and COD is 87,82%.



## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ivx
<b>BAB</b>	
1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. LatarBelakang .....	1
1.2. RumusanMasalah .....	5
1.3. TujuanPenelitian .....	6
1.4. ManfaatPenelitian .....	6
2. TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 AsamJawa( <i>Tamarindusindica,L</i> ).....	7

2.2 Limbah Cair Tempe .....	11
2.3 Koagulasi .....	14
2.4 Kekerusuhan ( <i>Turbidity</i> ).....	16
2.5 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) .....	18
2.6 Spektrofotometer.....	19
3. METODOLOGI PENELITIAN .....	22
3.1 Subjek .....	22
3.2 Lokasi Penelitian .....	22
3.3 Variabel Penelitian .....	22
3.4 Bahan dan Alat .....	23
3.5 Prosedur Kerja .....	23
4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	27
4.1 Penentuan waktu pengadukan optimum .....	27
4.2 Penentuan pH limbah optimum .....	32
4.3 Penentuan Dosis Optimum .....	35
5. PENUTUP .....	39
5.1 Simpulan .....	39
5.2 Saran .....	39
DAFTAR PUSTAKA .....	41
LAMPIRAN .....	44

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Baku Mutu Air Limbah Industri Tempe .....	14
2. Panjang gelombang dari berbagai warna .....	20
3. Data kalibrasi variasi 1 .....	45
4. Hasil pembacaan sampel variasi 1 .....	46
5. Data kalibrasi variasi 2 .....	49
6. Hasil pembacaan sampel variasi 2 .....	50
7. Data kalibrasi variasi 2 .....	54
8. Hasil pembacaan sampel variasi 2 .....	54
9. Penentuan waktu pengadukan optimum terhadap Persen penurunan Turbiditas .....	60
10. Penentuan pH optimum terhadap Persen penurunan Turbiditas .....	62
11. Penentuan dosis koagulan optimum terhadap Persen penurunan Turbiditas .....	64

12. Penentuan waktu pengadukan optimum terhadap	
Persen penurunan COD .....	66
13. Penentuan pH optimum terhadap	
Persen penurunan COD .....	68
14. Penentuan dosis koagulan optimum terhadap	
Persen penurunan COD .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Asam Jawa ( <i>Tamarindusindica, L</i> ).....	8
2.2 Bentuk <i>zwitterion</i> pada asam amino .....	9
2.3Bagian Produksi Tempe .....	13
4.1Grafik pengaruhwaktu pengadukan terhadap Persen penurunan nilai turbiditas .....	28
4.2Grafik pengaruh waktu pengadukan terhadap Persen penurunan nilai COD .....	30
4.3Grafik pengaruh pH limbah cair tempe terhadap Persen penurunan nilai turbiditas .....	32
4.4 Grafik pengaruh pH limbah cair tempe terhadap Persen penurunan nilai COD .....	33
4.5 Grafik pengaruh dosis koagulan terhadap Persen penurunan nilai turbiditas .....	35
4.6 Grafik pengaruh dosis koagulan terhadap Persen penurunan nilai COD .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pembuatan Larutan .....	43
2. Penentuan Nilai COD .....	45
3. Analisis Data .....	59
4. Bagan Alur Kerja .....	73
5. Gambar Penelitian .....	79

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia dapat dipandang sebagai salah satu negara yang kaya akan teknologi fermentasi secara tradisional, dan tempe merupakan salah satu produk yang paling menonjol. Menurut Badan Standarisasi Nasional pada tahun 2012 Indonesia memiliki sebanyak 81.000 koperasi pengrajin tempe tahu. Hampir di setiap kota di Indonesia, khususnya di pulau Jawa banyak dijumpai usaha pembuatan tempe. Dengan teknologi yang masih sederhana dan nilai gizi yang tinggi serta harga yang relatif murah, maka tempe cukup terjangkau oleh berbagai lapisan masyarakat. Proses produksi tempe memerlukan banyak air yang digunakan untuk perendaman, perebusan, pencucian serta pengupasan kulit kedelai. Limbah yang diperoleh dari proses-proses tersebut diatas dapat berupa limbah cair maupun limbah padat. Sebagian besar limbah padat berasal dari kulit kedelai, kedelai yang rusak dan mengembang pada proses pencucian serta lembaga yang lepas pada waktu pelepasan kulit. Limbah cair berupa air bekas rendaman kedelai dan air bekas rebusan kedelai masih dibuang langsung di perairan disekitarnya (Wiryani, 2007).

Air banyak digunakan dalam produksi tempe, akibatnya limbah cair dari produksi tempe yang dihasilkan juga cukup besar. Sebagian besar industri tempe

belum dilengkapi dengan unit pengolahan air limbah dan dibuang langsung ke saluran perairan maupun sungai. Industri tempe di desa Lebo sebanyak 74 produsen juga belum memiliki unit pengolahan air limbah dan hanya dibuang begitu saja sebagaimana yang tertera dalam Lampiran 5.

Semakin lama jumlah limbah hasil produksi tempe semakin banyak dan mengakibatkan senyawa organik dari limbah tersebut tidak terurai secara aerob dan akan diuraikan oleh bakteri anaerob sehingga akan menimbulkan bau busuk (Sugiharto, 1987). Selain itu, limbah tempe akan menjadi semakin keruh dan kandungan organiknya lebih tinggi sehingga nilai COD dalam limbah tersebut juga tinggi.

Menurut Ramadhani & Moesriati (2013) dari data yang diperoleh berdasarkan penelitian terdahulu, rata-rata kandungan BOD, COD, TSS, dan pH dalam limbah cair tempe yang dihasilkan berturut-turut sebesar 950; 1534; 309; dan 5. Sedangkan berdasarkan Peraturan Daerah Jawa Tengah Nomor 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Industri Tempe menyatakan bahwa baku mutu untuk limbah cair industri tempe sebesar BOD (150 mg/L), COD (275 mg/L) dan TSS (100 mg/L).

Effendi (2003) menyatakan bahwa nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Maka nilai COD dalam air harus memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan agar tidak mencemari lingkungan. Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) sangat tinggi sehingga akan



membutuhkan oksigen yang sangat besar agar limbah cair tersebut dapat teroksidasi melalui reaksi kimia (Wardhana, 2004).

Kekeruhan juga dapat digunakan untuk mengukur kinerja proses serta sistem pengolahan air secara keseluruhan. Kekeruhan merupakan karakteristik yang berhubungan dengan konsentrasi padatan tersuspensi partikel dalam air dan telah dijadikan sebagai salah satu tolak ukur suatu kualitas air secara keseluruhan. (Sameraiy, 2012). Menurut Suharto (2011) kekeruhan (*Turbidity*) terjadi karena adanya senyawa suspensi dan koloid seperti tanah liat, senyawa organik, senyawa anorganik atau plankton dalam air. Kekeruhan diukur dengan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU).

Salah satu proses dalam pengolahan limbah cair adalah koagulasi. Koagulasi merupakan proses destabilisasi koloid dalam limbah cair dengan menambahkan koagulan. Koagulan ditambahkan untuk menetralkan keadaan atau mengurangi partikel kecil yang tercampur dalam limbah cair melalui pengendapan (Sugiharto, 1987). Menurut Shwetha & Murthy (2013) koagulasi terjadi karena penambahan ion yang memiliki muatan berlawanan dengan partikel koloid. Dalam koagulasi, suatu koagulan (umumnya bermuatan positif) ditambahkan yang menyebabkan tekanan. Dengan demikian terjadi netralisasi potensi permukaan elektrostatis partikel.

Koagulan ini meliputi ion-ion metal seperti aluminium dan besi, yang akan terhidrolisa untuk membentuk presipitat yang tidak larut dan polielektrolit organik alam atau sintetik yang akan membantu pembentukan agregat dari partikel koloid

(Montgomery, 1985). Ramavandi & Farjadfard (2014) menyatakan bahwa banyak koagulan secara luas digunakan dalam pengolahan limbah air yang diklasifikasikan menjadi koagulan anorganik (seperti aluminium dan garam besi) dan polimer organik sintetik (seperti derivat poliasril amida dan polietilen imina). Harga koagulan ini cukup mahal dan di beberapa negara mengimpornya. Untuk membuat proses koagulasi yang atraktif, dan dengan harga yang lebih rendah dengan kemampuan koagulasi lebih tinggi digunakan koagulan alami. Banyak penelitian yang tertarik menggunakan koagulan alami, selain lebih murah juga dapat diperbarui.

Banyak tanaman di Indonesia yang dapat digunakan sebagai koagulan alternatif (koagulan alami) misalnya biji asam jawa (*Tamarindus indica L.*). Biji dari asam jawa ini masih belum dimanfaatkan dengan baik dan hanya dibuang begitu saja. Biji asam jawa dapat digunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi karena kandungan protein yang terdapat di dalam biji tersebut yang berperan sebagai polielektrolit. Protein yang terlarut dari biji asam jawa mengandung gugus  $-NH_3^+$  yang dapat mengikat partikel-partikel yang bermuatan negatif sehingga partikel-partikel tersebut terdestabilisasi membentuk ukuran partikel yang akhirnya dapat diendapkan. Gugus inilah sebagai sisi aktif koagulan (Hendrawati dkk., 2013).

Menurut Mawaddah (2014) pada pH rendah, gugus amina ( $-NH_2$ ) yang terdapat pada protein biji asam jawa akan terprotonasi menjadi  $-NH_3^+$  sebagai sisi aktif koagulan yang mengikat gugus negatif pada limbah cair tempe. Sehingga semakin rendah pH kemampuan biji asam jawa dalam menurunkan bahan organik juga semakin meningkat. Pada pH tinggi gugus  $COOH$  pada protein akan

terdeprotonasi membentuk muatan negatif  $\text{COO}^-$  menyebabkan biji asam jawa kehilangan sisi aktif koagulan.

Sebagaimana berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Enrico (2008) biji asam jawa dengan dosis 3000 mg/L pada pH 4 mampu menurunkan turbiditas 87,88%, TSS 98,78% dan COD 22,40% pada limbah tahu. Pada penelitian ini serbuk biji asam jawa digunakan sebagai koagulan alternatif dengan bahan alami pada pengolahan limbah cair tempe dengan parameter nilai Turbiditas dan COD dari limbah tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang akan dipecahkan adalah :

1. Berapa waktu pengadukan optimum dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbuk biji asam jawa?
2. Berapa pH optimum dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbuk biji asam jawa ?
3. Berapa dosis optimum koagulan serbuk biji asam jawa dalam pengolahan limbah cair tempe ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui waktu pengadukan optimum dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbuk biji asam jawa.
2. Mengetahui pH optimum dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbuk biji asam jawa.
3. Mengetahui dosis optimum koagulan serbuk biji asam jawa dalam pengolahan limbah cair tempe.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat diperoleh inovasi baru sebagai alternatif dalam pengolahan air limbah dengan memanfaatkan potensi alam yaitu koagulan alami menggunakan biji asam jawa dalam pengolahan limbah tempe, sehingga bisa menjadi motivasi masyarakat untuk mengembangkan fungsi sumber daya alam secara baik

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Asam Jawa**

Nama lain dari asam jawa adalah bakme (Aceh), asam jawa, kayu asam cumalagi (Minangkabau), tangkal asem (Sunda), acem (Madura), camba (Makasar), cempa (Bugis), dan asam jawa (Kalimantan). Asam jawa sering digunakan sebagai bumbu dapur atau dibuat manisan. Tanaman asam jawa termasuk tanaman yang berbuah polong. Batang pohonnya cukup keras dan dapat tumbuh menjadi besar, serta berdaun rindang. Daun asam jawa bertangkai panjang sekitar 17 cm dan bersirip genap. Bunganya berwarna kuning kemerah-merahan. Buah polongnya berwarna coklat dengan rasa khas asam. Di dalam buah polong terdapat kulit yang membungkus daging, buah dan terdapat biji yang berjumlah 2-5 yang berbentuk pipih dengan warna coklat agak kehitaman. Buah polong asam jawa mengandung senyawa kimia antara lain : tannin, asam sitrat, asam anggur, asam suksinat, pectin dan gula invert. Pada kulit bijinya mengandung phlobatanin dan bijinya mengandung albuminoid serta pati. Sedangkan dalam daunnya terdapat kandungan kimia saponin, flavonoid dan kanin (Septiatin, 2008).

Klasifikasi ilmiah asam jawa :

Kerajaan : Plantae

Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Fabales  
Famili : Fabaceae  
Bangsa : Detarieae  
Genus : Tamarindus  
Spesies : T.Indica

Nama binomial : *Tamarindus indica* L



Gambar 2.1 Asam Jawa (*Tamarindus indica* L)

(Sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/jagung>)

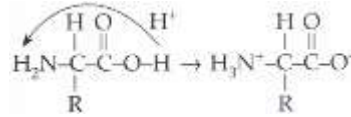
Menurut Ajayi (2006) dalam Mawaddah dkk (2014) biji asam jawa mengandung komponen yang beragam. Secara umum, biji asam jawa banyak mengandung protein, karbohidrat, dan serat serta kandungan mineral yang tinggi. Biji asam jawa dapat digunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi karena

kandungan protein yang terdapat di dalam biji tersebut yang berperan sebagai polielektrolit (Hendrawati dkk., 2013).

Menurut Dobrynin & Michael (2005) dalam Hendrawati dkk (2013) Polielektrolit adalah polimer yang membawa muatan positif atau negatif dari gugus yang terionisasi. Pada pelarut yang polar seperti air, gugus ini dapat terdisosiasi, meninggalkan muatan pada rantai polimernya dan melepaskan ion yang berlawanan dalam larutan. Penambahan konsentrasi polielektrolit akan mengakibatkan berkurangnya kestabilan koloid dan akan mengurangi gaya tolak menolak antara partikel sehingga menunjang proses pengendapan.

Secara umum semua partikel koloid memiliki muatan sejenis. Diakibatkan muatan yang sejenis maka terdapat gaya tolak-menolak antar partikel koloid. Hal ini mengakibatkan partikel-partikel koloid tidak dapat bergabung sehingga memberikan kestabilan pada sistem koloid. Protein yang terlarut dari biji asam jawa mengandung gugus  $-\text{NH}_3^+$  yang dapat mengikat partikel-partikel yang bermuatan negatif sehingga partikel-partikel tersebut terdestabilisasi membentuk ukuran partikel yang lebih besar yang akhirnya dapat terendapkan (Hendrawati dkk., 2013).

Suatu protein mengandung gugus amina yang bersifat basa dan gugus karboksil yang bersifat asam. Suatu asam amino mengalami reaksi asam-basa internal yang menghasilkan suatu ion dipolar yang juga disebut *zwitter* ion (Fessenden, 1982). Ion *zwitter* adalah bentuk yang dominan pada pH netral. Pada suasana asam gugus  $\text{COO}^-$  cenderung mengikat ion hidrogen membentuk gugus karboksil dan pada suasana basa. Sehingga yang bekerja adalah ion  $-\text{NH}_3^+$ .



Gambar 2.2 Bentuk *zwitter* ion pada asam amino

Menurut Enrico (2008) semakin tinggi pH maka jumlah bahan organik yang terserap oleh koagulan biji asam jawa mengalami penurunan. Pada pH rendah, gugus amina ( $-\text{NH}_2$ ) yang terdapat pada protein biji asam jawa akan terprotonasi menjadi  $\text{NH}_3^+$  sebagai sisi aktif koagulan. Semakin tinggi konsentrasi  $\text{H}^+$  dalam larutan akan meningkatkan sisi aktif biji asam jawa. Sehingga semakin rendah pH kemampuan biji asam jawa dalam menurunkan bahan organik juga semakin meningkat. Pada pH tinggi gugus  $\text{COOH}$  pada protein akan terdeprotonasi membentuk muatan negatif  $\text{COO}^-$  menyebabkan biji asam jawa kehilangan sisi aktif koagulan (Mawaddahdkk.,2014).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Enrico (2008) koagulan partikel biji asam jawa memiliki pH optimum 4 dengan turbiditas tersisihkan sebesar 83,62% pada limbah tahu. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Ramadhani & Moesriati (2013) penggunaan biji asam jawa dengan dosis 1500 mg/L dapat menurunkan nilai COD hingga 81,72 % per 500 mL limbah cair tempe.

Menurut penelitian Syahbaniyadi dkk(2011) kemampuan biji asam jawa cukup baik sebagai biokoagulan untuk penurunan konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) adalah 125 mg/L, *Turbidity* adalah 96,4 NTU, *Biological Oxygen Demand* (BOD) adalah 11,9 mg/L dan *Cemical Oxgen Demand* (COD) adalah 2812,5 mg/L pada limbah cair industri tahu sebanyak 10 gr/L dengan ukuran partikel



koagulannya 100 mesh. Dengan pencapaian effesiensinya 60-90% untuk setiap parameter yang dilakukan pengukuran.

## **2.2 Limbah Cair Tempe**

Air limbah banyak mengandung nutrient yang dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme dengan komposisi air limbah pada umumnya 99,9% air dan 0,1% padatan. Padatan yang terdapat dalam limbah cair terdiri dari 70% padatan organik dan 30% padatan non-organik. Padatan organik dari limbah cair dapat berupa protein (65%), karbohidrat (25%) dan lemak (10%), sedangkan padatan anorganik berupa butiran garam dan logam (Sugiharto,1987).

Limbah membutuhkan pengolahan apabila ternyata mengandung senyawa pencemaran yang berakibat menciptakan kerusakan terhadap lingkungan atau paling tidak potensial menciptakan pencemaran. Suatu perkiraan harus dibuat lebih dahulu dengan mengidentifikasikan sumber pencemaran, sistem pengolahan, banyaknya buangan dan jenisnya,serta kegunaan bahan beracun dan berbahaya yang terdapat dalam pabrik (Ginting, 2010).

Menurut Sugiharto (1987) Air limbah didefinisikan sebagai kotoran dari masyarakat dan rumah tangga serta berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Air limbah terdiri dari 2 jenis yaitu :

### 1. Air limbah anorganik

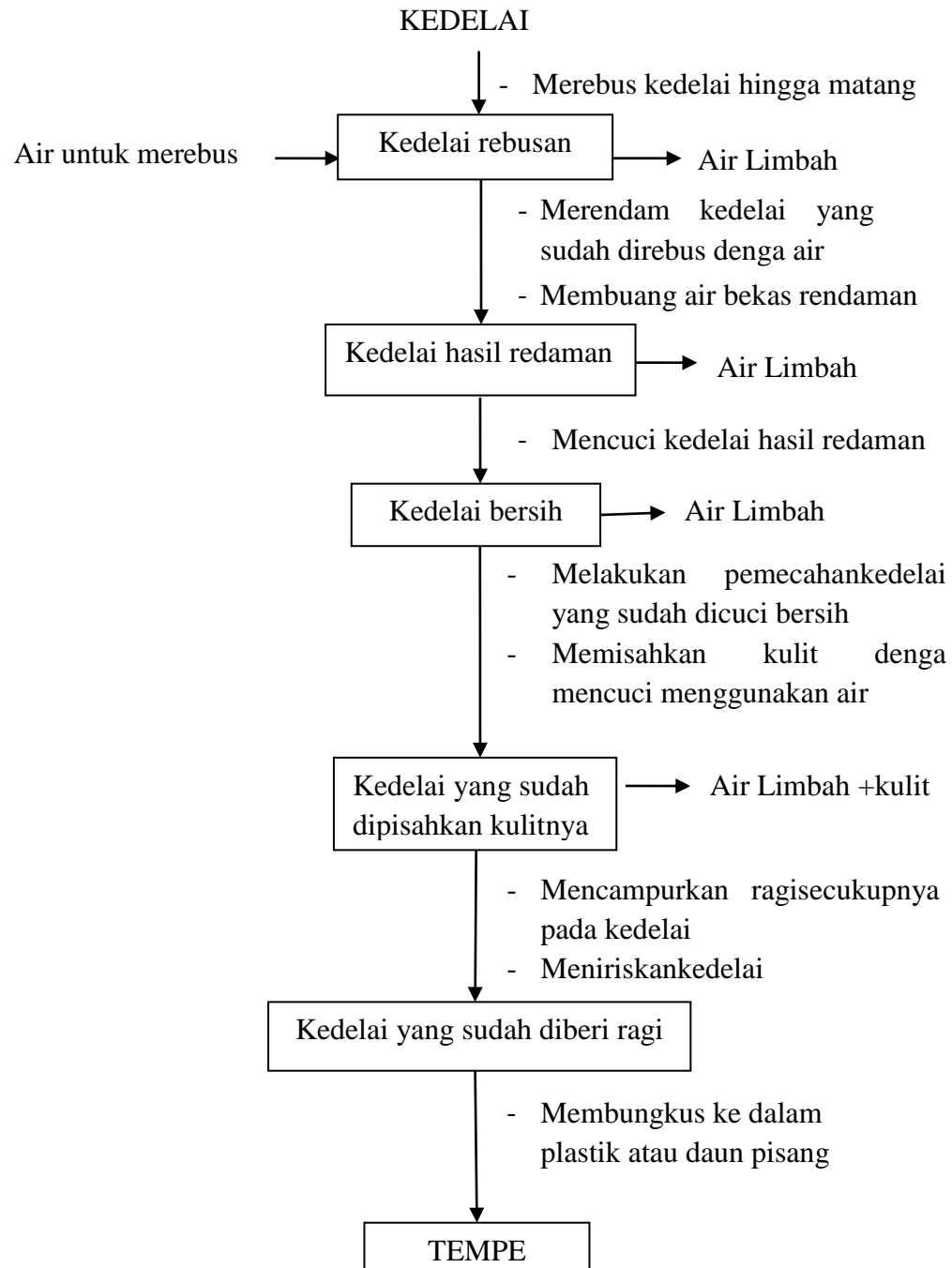
Air limbah anorganik meliputi air buangan yang mengandung Al, Ni, F, Fe, Sulfida dan lain-lain. Pengurangan polutan anorganik dapat dilakukan dengan cara berikut :

- a. Pengolahan secara fisik yaitu dengan pengendapan ( sedimentasi ) zat padat tersuspensi tanpa menggunakan zat penggumpal ( koagulasi ).
- b. Pengadukan secara kimiawi yaitu melalui proses klarifikasi ( koagulasi, flokulasi dan sedimentasi ).

### 2. Air limbah organik

Air limbah organik meliputi air limbah yang mengandung minyak dan lemak, hidrokarbon, phenol dan lain-lain. Pengurangan polutan organik tidak dapat dipisahkan dengan adanya oksigen yang terkandung dalam badan air, sebab dalam penggunaannya akan berhubungan dengan masalah kebutuhan oksigen biokimia dan oksigen terlarut dengan tidak mengabaikan konsentrasinya.

Salah satu air buangan yang termasuk dalam air limbah organik adalah limbah cair tempe. Bahan-bahan organik yang terkandung dalam buangan industri tempe pada umumnya sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam air buangan tersebut dapat berupa protein, karbohidrat, lemak, dan minyak (Sugiharto,1987).



Gambar 2.3 Bagian Produksi Tempe (Said dan Herlambang. 2003)

Suhu limbah cair yang berasal dari rebusan kedelai mencapai 75°C. Apabila setiap hari perairan memperoleh pasokan limbah cair dengan suhu yang tinggi maka akan membahayakan kehidupan organisme air. Suhu yang optimum untuk kehidupan dalam air adalah 25-30 °C. Air sungai yang suhunya naik akan mengganggu kehidupan hewan maupun tanaman air karena kadar oksigen terlarut akan turun bersamaan dengan kenaikan suhu. Air limbah dan bahan buangan dari kegiatan industri yang dibuang ke perairan juga akan mengubah pH air, dan dapat mengganggu kehidupan organisme air. Air normal yang memenuhi syarat untuk kehidupan mempunyai pH berkisar antara 6,5 – 7,5 (Wardhana,2004).

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Industri Tempe

No	Parameter	Kadar Maximum (mg/L)	Beban Pencemaran Maximum (kg/ton)
1	Temperatur	38 <sup>0</sup> C	-
2	BOD <sub>5</sub>	150	1,5
3	COD	275	2,75
4	TSS	100	1
5	pH	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0
6	Debit maximum	10 m <sup>3</sup> /ton kedelai	10 m <sup>3</sup> /ton kedelai

Sumber : Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor 5 tahun 2012

### 2.3 Koagulasi

Koagulasi merupakan proses destabilisasi koloid dalam limbah cair dengan menambahkan bahan kimia (koagulan). Koagulan ditambahkan untuk menetralkan keadaan atau mengurangi partikel kecil yang tercampur dalam limbah cair melalui pengendapan(Sugiharto, 1987).Menurut Nurika dkk (2007) koagulan yang biasa

digunakan merupakan koagulan kimia, antara lain aluminium sulfat atau tawas, polyaluminium klorida, ferri klorida, ferri sulfat dan polymer kation. Meskipun koagulan kimia lebih efektif dari pada koagulan alami, tetapi koagulan tersebut relatif mahal. Selain itu, penggunaan koagulan kimia pada akhir proses pengolahan menghasilkan endapan yang lebih sulit untuk menanganinya. Untuk membuat proses koagulasi yang atraktif, dan dengan harga yang lebih murah dengan kemampuan koagulasi lebih tinggi digunakan koagulan alami. Banyak penelitian yang tertarik menggunakan koagulan alami, selain lebih murah juga dapat diperbarui dan lebih ramah lingkungan (Ramavandi & Farjadfard, 2014).

Pada proses koagulasi terjadi pembentukan inti endapan yang didukung oleh adanya pengadukan cepat (60-100 rpm) dengan pH bervariasi (Jesse & Hannah, 1991). Faktor penting pada proses koagulasi adalah pengadukan. Berdasarkan kecepatannya, pengadukan dibedakan menjadi dua yaitu pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Waktu pengadukan juga berbeda. Pada pengadukan cepat, waktu yang diperlukan tidak lebih dari 1 menit, sementara pengadukan lambat membutuhkan waktu 15 hingga 60 menit (Asmadi dkk., 2011).

Koagulasi dilakukan dengan penambahan ion yang memiliki muatan yang berlawanan dengan partikel koloid. Dalam koagulasi, sebuah koagulan (umumnya bermuatan positif) ditambahkan yang menyebabkan tekanan. Dengan demikian terjadi netralisasi potensi permukaan elektrostatik partikel. Polielektrolit alami telah digunakan sebagai tambahan dari flokulasi dan koagulasi dalam pengolahan air limbah dan proses penjernihan air (Shwetha & Murthy, 2013). Jenis bahan koagulan

antara lain : aluminium sulfat  $Al_2(SO_4)_3$  , Ferrosulfat  $FeSO_4$ , Ferrisulfat  $Fe_2(SO_4)_3$ , Ferri klorida  $FeCl_3$ , air kapur, ozon sebagai bahan penolong koagulan, dan polielektrolit. Polielektrolit sebagai koagulan bersifat anionik dan kationik. Muatan anionik memberikan muatan ion negatif (-) dan kationik memberikan muatan ion positif (+) (Suharto, 2011).

## **2.4 Kekeruhan (*Turbidity*)**

Suharto (2011) menyatakan bahwa kekeruhan terjadi karena adanya senyawa suspensi dan koloid seperti tanah liat, senyawa organik, senyawa anorganik atau plankton dalam air. Menurut SNI 06-6989.25-2005 Kekeruhan merupakan sifat pembiasan dan atau penyerapan optik dari suatu cairan, dihitung dalam satuan *Nefelometrik Turbidity Unit* (NTU) atau Unit Kekeruhan Nefelometrik (UKN).

Nama alat yang digunakan untuk mengukur kekeruhan adalah Turbidimeter. Untuk mengukur tingkat kekeruhan yang rendah membutuhkan pengukuran yang akurat dari cahaya yang tersebar di dalam air. Turbidimeter mampu mendeteksi perubahan yang sangat kecil dari intensitas cahaya yang ditransmisikan melalui sampel. Turbidimeter beroperasi berdasarkan fenomena optik yang terjadi ketika cahaya melalui bagian air dengan adanya partikel asing yang tersebar di dalamnya (Omar & Matjafri, 2009).

Kekeruhan pada air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik, kekeruhan juga dapat mewakili warna. Sedangkan dari segi estetika

kekeruhan air dihubungkan dengan kemungkinan hadirnya pencemaran melalui buangan sedangkan warna air tergantung pada warna buangan yang memasuki badan air. Makin rendah kekeruhan, makin sukar pembentukan endapan yang baik. Makin sedikit partikel, makin jarang terjadi penumbukan antar partikel, oleh sebab itu semakin sedikit kesempatan partikel-partikel tersebut berakumulasi (Asmadi dkk.,2011).

Kekeruhan dapat mempengaruhi sifat optis dari suatu larutan, yaitu adanya hamburan dan adsorpsi cahaya yang melaluinya. Uji kekeruhan adalah mengukur suatu sifat optik dari suatu sampel air yaitu hasil penyebaran dan penyerapan cahaya oleh bahan-bahan partikel yang terdapat dalam sampel. Jumlah dari kekeruhan yang terukur tergantung pada berbagai macam variabel seperti : ukuran, bentuk dan indeks refraksi dari partikel. Kekeruhan tidak mempunyai hubungan langsung terhadap berat berbagai bahan yang terdapat pada suspensi karena bentuk dan indeks refraksi dari berbagai partikel mempunyai efek terhadap penyebaran sinar dari suspensi (Alaerts & Santika, 1978).

Kekeruhan air berhubungan dengan konsentrasi padatan tersuspensi partikel yang ada didalam air dan telah dijadikan sebagai salah satu tolak ukur suatu kualitas air secara keseluruhan. Kekeruhan pada air dapat digunakan untuk mengukur kinerja proses serta kinerja sistem pengolahan air secara keseluruhan (Sameraiy, 2012). Kekeruhan dapat dihilangkan melalui penambahan sejenis bahan kimia dengan sifat-sifat tertentu seperti : tawas, garam-garam Fe (III) atau suatu polielektrolit organik.

## ***2.5 Chemical Oxygen Demand (COD)***

Menurut Alaerts & Santika (1984) COD adalah jumlah oksigen ( $\text{mg O}_2$ ) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter air, dimana pengoksidanya adalah  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  atau  $\text{KMnO}_4$  digunakan sebagai sumber oksigen. Sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  dalam keadaan asam.

COD adalah suatu ukuran yang setara dengan oksigen dari bahan organik dalam sampel yang rentan oksidasi oleh agen pengoksidasi kuat. Tes ini banyak digunakan untuk mengukur kekuatan organik dari air limbah rumah tangga dan industri, dan dapat berhubungan secara empiris dengan BOD, bahan organik dan kimia organik. Nilai dari COD dapat digunakan sebagai tolak ukur dari derajat polusi dan “*self-Purification*” dari air sebagai monitoring kualitas air. Secara umum pada penentuan COD, senyawa organik, senyawa anorganik seperti nitrit, sulfite, dan senyawa besi semuanya dioksidasi. Umumnya COD air limbah lebih tinggi dari BOD karena lebih banyak senyawa yang dioksidasi secara kimia daripada secara Biologi karena pada air limbah kebanyakan mengandung senyawa toksik bagi mikroorganisme (Radojevic & Bashkin, 1999).

Nilai COD yang tinggi dapat mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Maka nilai COD dalam air harus memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan agar tidak mencemari lingkungan. Uji COD yaitu suatu uji yang dilakukan untuk menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan-bahan organik yang



terdapat di dalam air. Pengukuran COD didasarkan pada kenyataan hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi karbondioksida dan air dengan bantuan oksidator kuat yaitu kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) dalam suasana asam. Dengan menggunakan dikromat sebagai oksidator, diperkirakan sekitar 95%-100% bahan organik dapat dioksidasi (Effendi, 2003). Pada reaksi ini hampir semua zat dapat teroksidasi menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$  dalam suasana asam (Fardiaz, 1992).

Menurut SNI 6989.2 : 2009 Uji COD dilakukan dengan refluks tertutup secara spektrofotometri. Uji COD secara luas digunakan untuk memperkirakan sejumlah bahan organik pada suatu limbah. Uji COD merupakan suatu pengukuran oksigen dari bahan yang ada dalam air limbah yang mengalami oksidasi oleh oksidan kimia yang kuat yaitu dikromat. Sampel yang akan diuji akan dipanaskan menggunakan reaktor selama 2 jam. Secara luas reaktor ini menggunakan metode refluks dikromat. Sampel dipipet sedikit ke dalam tabung dan kemudian ditambah pereaksi. Tabung tersebut kemudian dipanaskan dalam reaktor, setelah itu didinginkan. Pengukuran COD dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer (Anonim, 1999)

## **2.6 Spektrofotometri**

Spektrofotometri dapat digunakan untuk menganalisis konsentrasi suatu zat di dalam larutan berdasarkan absorbansi terhadap warna dari larutan pada panjang gelombang tertentu. Metode spektrofotometri memerlukan larutan standar yang telah

diketahui konsentrasinya. Larutan standarnya terdiri dari beberapa tingkat konsentrasi mulai yang rendah sampai konsentrasi tinggi (Khopkar, 1990).

Spektrofotometer adalah alat yang terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektrometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat untuk mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang (Khopkar, 1990)

Spektrofotometer merupakan alat untuk mengukur transmittan atau absorban suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Sedangkan pengukuran menggunakan spektrofotometer ini, metoda yang digunakan sering disebut dengan spektrofotometri (Basset, 1994).

Tabel 2. Panjang gelombang dari berbagai warna

Panjang Gelombang	Warna
400-435	Lembayung
435-480	Biru
480-490	Hijau-Biru
490-500	Biru-Hijau
500-560	Hijau
560-580	Kuning- Hijau
580-595	Kuning
595-610	Jingga
610-750	Merah

Menurut SNI 6989.2 : 2009 untuk nilai COD 100 mg/L sampai 900 mg/L ditentukan pada panjang gelombang 600 nm. Namun untuk nilai COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L ditentukan pada panjang gelombang 420 nm.

Pada penentuan konsentrasi suatu zat dengan menggunakan metode spektrofotometri, konsentrasi zat berbanding lurus dengan absorbansi zat dalam larutan tersebut. Sesuai hukum Lambert-beer yang menyatakan :

$$A = a \cdot b \cdot c$$

Dimana Absorbansi (A) berbanding lurus dengan hasil kali konsentrasi (c), tebal kuvet (b) dan konstanta absorptivitas (a) (Hendayana, 1994).

Metode Kurva Kalibrasi dilakukan dengan membuat sederetan larutan standar dengan konsentrasi yang telah diketahui secara pasti diukur absorbansinya, kemudian dibuat kurva antara absorbansi versus konsentrasi yang akan diperoleh garis linier. Konsentrasi sampel dapat dihitung dengan cara mengplotkan absorbansi yang terukur dalam kurva ( Haryani dan Agung, 2004).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Subjek**

##### 3.1.1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah limbah cair tempe hasil dari pencucian dan perebusan dalam proses pembuatan tempe di desa Lebo Kecamatan Warungasem Kabupaten Batang.

##### 3.1.2. Sampel

Sampel yang digunakan adalah cuplikan limbah cair industri tempe dari salah satu produsen desa Lebo Kecamatan Warungasem Kabupaten Batang.

#### **3.2 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA UNNES dan BPIK (Balai Pegujian dan Informasi Konstruksi) Semarang.

#### **3.3 Variabel penelitian**

##### 3.3.1 Variabel bebas

Variabel Bebas dalam penelitian ini meliputi waktu pengadukan, pH Limbah dan dosis koagulan

### 3.3.2 Variabel terikat

Variabel Terikat dalam penelitian ini meliputi waktu pengadukan optimum, pH optimum, dosis koagulan optimum, nilai Turbiditas dan nilai COD limbah cair tempe

### 3.3.3 Variabel terkendali

Variabel terkendali penelitian ini meliputi volume limbah tempe (200 mL), kecepatan pengadukan 100 rpm dan suhu yang digunakan adalah suhu ruang.

## 3.4 Bahan dan Alat

### 3.4.1 Bahan :

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari biji asam jawa sebagai koagulan, aquadest,  $H_2SO_4$  0,1 N, NaOH 0,1 N, *digestion solution* dan  $H_2SO_4$  pekat.

### 3.4.2 Alat :

Blender, Lumpang alu, Pipet volume 100 mL, pipet tetes, beaker glass 250 mL, labu takar 100 mL, erlenmayer, *magnetic stirrer*, oven, neraca analitik, reaktor COD, Turbidimeter, dan Spektrofotometer uv-vis.

## 3.5 Prosedur Kerja

### 3.5.1 Peparasi Koagulan Biji Asam Jawa

Biji asam jawa yang sudah matang berwarna kecoklatan (matang di pohon), dipisahkan dari daging buahnya. Biji dengan cangkangnya yang bersih lalu diblender hingga menjadi serbuk dan kemudian diayak dengan ukuran 100 mesh. Lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 105 °C selama 30 menit. Serbuk biji asam jawa siap untuk digunakan (Enrico, 2008)

### 3.5.2 Penentuan waktu pengadukan optimum

1. Angka turbiditas dan COD awal limbah tempe diukur sebagai kontrol.
2. Menyiapkan 5 beaker glas dan diisi sampel limbah cair tempe 200 mL.
3. Menambahkan serbuk biji asam jawa pada limbah cair tempe pH 4 masing-masing 300 mg berukuran 100 mesh dengan variasi waktu pengadukan 10, 15, 20, 25, dan 30 menit. Setelah setiap penambahan koagulan diaduk dengan kecepatan pengadukan 100 rpm.
4. Menganalisa nilai kekeruhan dan COD

### 3.5.3 Penentuan pH limbah optimum

1. Menyiapkan 5 beaker glas dan diisi dengan sampel limbah cair tempe masing-masing 200 mL.
2. Menambahkan koagulan serbuk biji asam jawa pada limbah cair tempe dengan variasi pH 3; 3,5; 4; 4,5; dan 5 masing-masing 300 mg berukuran partikel 100 mesh dengan menggunakan waktu pengadukan optimum. Pengaturan pH menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 M dan NaOH 0,1 M. Setelah setiap penambahan dilakukan pengadukan dengan kecepatan pengadukan 100 rpm.

### 3. Menganalisa nilai turbiditas dan COD

#### 3.5.4 Penentuan Dosis koagulan optimum

1. Menyiapkan 5 beaker glas dan diisi sampel limbah cair tempemasing-masing 200 mL.
2. Menambahkan serbuk biji asam jawa pada limbah cair tempe dengan pengaturan pH optimumdengan variasi massa100, 300, 500, 700 dan 900 mg berukuran 100 mesh dengan waktu pengadukan optimum yang diperoleh dari langkah sebelumnya. Setelah setiap penambahan koagulan diaduk dengan kecepatan pengadukan 100 rpm.

### 3. Menganalisa nilai kekeruhan dan COD

#### 3.5.5 Pengujian Turbiditas dan COD

##### a. Uji COD (SNI 6989.2 : 2009)

1. Menyiapkan sampel yang sudah disaring dan blanko sebanyak 2,5 mL dimasukkan dalam tabung 10 mL
2. Menambahkan *digestion solution* sebanyak 1 mL
3. Menambahkan pereaksi  $H_2SO_4$  secara hati-hati sebanyak 3,5 mL
4. Menutup tabung kemudian dikocok hingga homogen
5. Memasukkan ke dalam reaktor COD yang sudah dipanaskan pada suhu  $150^\circ C$
6. Kemudian merefluks selama 2 jam. Setelah dingin, sampel yang sudah direfluks dimasukkan ke dalam spektrofotometer pada panjang gelombang 600 nm

7. Nilai COD diketahui

b. Uji Turbiditas (SNI 06-6989.25-2005)

1. Mencuci tabung Turbidimeter dengan air suling
2. Mengkocok sampel yang akan diuji
3. Memasukkan sampel ke dalam tabung pada Turbidimeter dan menutup tabung
4. Membiarkan alat menunjukkan nilai pembacaan yang stabil
5. Catat nilai kekeruhan sampel yang teramati



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Waktu pengadukan optimum dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbukbiji asam jawa adalah 20 menit
2. pH optimum dalam pengolahan limbah cair tempe dengan koagulan serbukbiji asam jawa adalah 4
3. Dosis optimum koagulan serbuk biji asam jawa dalam pengolahan limbah cair tempe adalah 1500 mg/L

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka penulis dapat memberikan saran sebagai berikut :

1. Diharapkan pengujian COD dilakukan pada sampel yang masih segar (setelah preparasi) agar diperoleh nilai COD yang lebih baik, karena limbah tempe mudah mengalami pembusukan yang akan mempengaruhi nilai COD

2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh kecepatan pengadukan , dan suhu.
3. Diharapkan biji asam jawa yang akan digunakan hendaknya langsung dari pohon, dan perlu memperhatikan waktu pengendapan setelah pengadukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts & Santika, S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya : Usaha Nasional
- Anonim. 1999. *COD Reaktor Model 45600*. USA : HACH
- Asmadi, Khayan, & Kasjono, H. S. 2011. *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta : Gosyen Publishing.
- Bangun, A. R., S. Aminah., R. A. Hutahaean., & M. Y. Ritonga. 2013. Pengaruh Kadar Air, Dosis dan Lama Pengendapan Koagulan Serbuk Biji Kelor Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Tahu. *Jurnal Teknik Kimia*. USU. 2(1) : 7-13
- Basset, J. 1994. *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*. Jakarta: EGC.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Kanisius
- Enrico, B. 2008. Pemanfaatan Biji asam jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tahu. *Tesis*. Lampung: Program Studi Teknik Kimia Universitas Sumatra Utara
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Kanisius
- Fessenden. 1982. *Kimia Organik*. USA : Erlangga
- Ginting, P. 2010. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: Yrama Widya
- Haryani, S., & Agung, T., P. 2004. *Kimia Analisis Instrumen*. Semarang : FMIPA UNNES.
- Hendayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumen*. Semarang : IKIP Semarang
- Hendrawati, Syamsumarsih, D., & Nurhasni., 2013. Penggunaan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*) dan Biji Kecipir (*Psophocarpus Tetragonolobus L.*) sebagai Koagulan Alami dalam Memperbaiki Kualitas Air Tanah. *Jurnal MIPA*. Universitas Lampung, 3(1): 22-33
- Jesse M., C., & S. A. Hannah. 1991. *Coagulation and Flocculation*. New York: Mc Graw Hill

- Khopkar. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press. Jakarta
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta : Ando Offset
- Mawaddah, D., Titin, A, Z., & Gusrizal. 2014. Penurunan Bahan Organik Air Gambut Menggunakan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica* Linn). *Jurnal MIPA*. Universitas Tanjungpura, 3(1): 27-31
- Montgomery, M. J. 1985. *Water Treatment Principles and Design*. New York : John Wiley & Sons
- Nugroho, B. A., Miswadi, S. S., & Santosa, N. B. 2014. Penggunaan Serbuk Biji Kelor Untuk Menurunkan Pb, Kekeruhan dan Intensitas Warna. *Indonesian Journal of Chemical Science*. Universitas Negeri Semarang. 3(3) : 174-178
- Nurika, I., A. R. Mulyarto., & K. Afshari. 2007. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Sebagai Koagulan Pada Proses Koagulasi Limbah Cair Tahu (Kajian Konsentrasi Serbuk Biji Asam Jawa dan Lama Pengadukan). *Jurnal MIPA*. Universitas Bawijaya, 8(3) : 215-220
- Omar, A. F., & Matjafri, M. Z. 2009. Turbidimeter Design and Analysis : A Review on Optical Fiber Sensors for the Measurement of Water Turbidity. *Review*. School of Physics, University Science Malaysia. 9: 8311-8335
- Radojevic, M & V. N. Bashkin. 1999. *Practical Environmental Analysis*. British: Royal Society of Chemistry
- Ramadhani, G. I & A. Moesriati. 2013. Pemanfaatan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*) Sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Menurunkan Kadar COD dan BOD dengan Studi Kasus Pada Limbah Industri Tempe. *Jurnal MIPA*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 2(1): 22-26
- Ramavandi, B & S. Farjadfard. 2014. Removal Of Chemical Oxygen Demand From Textile Wastewater Using a Natural Coagulant. *International Journal of Science Education*. Islamic Azad University. 31(1): 81-87
- Said, N . I. & A. Herlambang. 2003. Teknologi Pengolahan Limbah Tahu Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob. *Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi* : 160-169

- Sameraiy, M. A. 2012. A Novel Water Pretreatment Approach for Turbidity Removal Using Date Seeds and Pollen Sheath. *International Journal of Water Resource and Protection*. University of Technology Baghdad. 4 : 79-92
- Septiatin, E. 2008. *Seri Tanaman Obat Apotek Hidup Dari Rempah-Rempah Hias dan Tanaman Liar*. Bandung: Yrama Widya
- Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI Press
- Suharto, I. 2011. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. Yogyakarta : ANDI
- Syahbaniyadi, A., Sutrisno, E., & Samudro, G. 2011. Pemanfaatan Serbuk Biji Asam Jawa Sebagai Biokoagulan Untuk Menurunkan Konsentrasi TSS, Turbidity, BOD dan COD dalam Pengolahan Limbah Cair Industri. *Artikel*. Semarang : UNDIP
- Shwetha, L. & U, N, Murthy. 2013. Evaluation of Coagulation Potential of Six Different Natural Coagulant in Water Treatment. *International Journal of Engineering and Technology*. International Conference and Exhibition on Integrated Water, Wastewater, and Isotope Hydrology. 2(3):238-243
- Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: Andi
- Wiley, J. & Sons. 1995. *Principle of Industrial Waste Treatment*. New York : John Wiley & Sons, Inc :
- Wiryani, E. 2007. Analisis Kandungan Limbah Cair Pabrik Tempe. *Jurnal MIPA*. UNDIP
- Zweisty, Y. & L.H. Poedji. 2005. Pengolahan Limbah Cair Jemputan Menggunakan Poli Aluminium Klorida (PAC) . *Jurnal MIPA*. UNSRI, 5(3):18-24
- <http://id.wikipedia.org/wiki/jagung>. (diakses pada 18 Maret 2015)

## LAMPIRAN 1

### Pembuatan Larutan

#### 1. Pembuatan Larutan

a.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M ,  $\rho = 1,84$  ; Kadar = 96,1 %

$$V1 \cdot M2 = V2 \cdot M1$$

$$V1 \frac{\rho \cdot 10 \cdot \%}{Mr} = V2 \cdot M1$$

$$V1 \frac{1,84 \cdot 10 \cdot 96,1}{98,07} = 100 \cdot 0,1$$

$$V1 \frac{1768,24}{98,07} = 10$$

$$18,0304 V1 = 10$$

$$V1 = 0,55 \text{ mL}$$

Mengencerkan 0,55 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan aquadest hingga tanda batas pada labu takar 100 mL.

b. NaOH 0,1 M ; Kadar = 99 %

$$M = \frac{\text{gram}}{Mr} \times \frac{1000}{100}$$

$$0,1 = \frac{\text{gram}}{40} \times 10$$

$$\text{Gram} = 0,4$$

$$\text{Gram} = 0,4 \times \frac{100}{99}$$

$$= 0,404 \text{ gram}$$

Menimbang NaOH sebanyak 0,404 gram kemudian dilarutkan dengan aquadest hingga volume menjadi 100 mL.

## **2. Larutan pada Uji COD (SNI 6989.2:2009)**

### a. *Digestion solution* pada konsentrasi tinggi

10,216 g  $K_2Cr_2O_7$  yang telah dikeringkan  $150^\circ C$  selama 2 jam ditambahkan ke dalam 500 mL air suling. Menambahkan 167 mL  $H_2SO_4$  pekat dan 33,3 gram  $HgSO_4$ . Melarutkan dan mendinginkan pada suhu ruang dan mengencerkan sampai 1000 mL.

### b. Larutan pereaksi $H_2SO_4$

Melarutkan 10,12 gram serbuk atau Kristal  $Ag_2SO_4$  ke dalam 1000 mL  $H_2SO_4$  pekat.

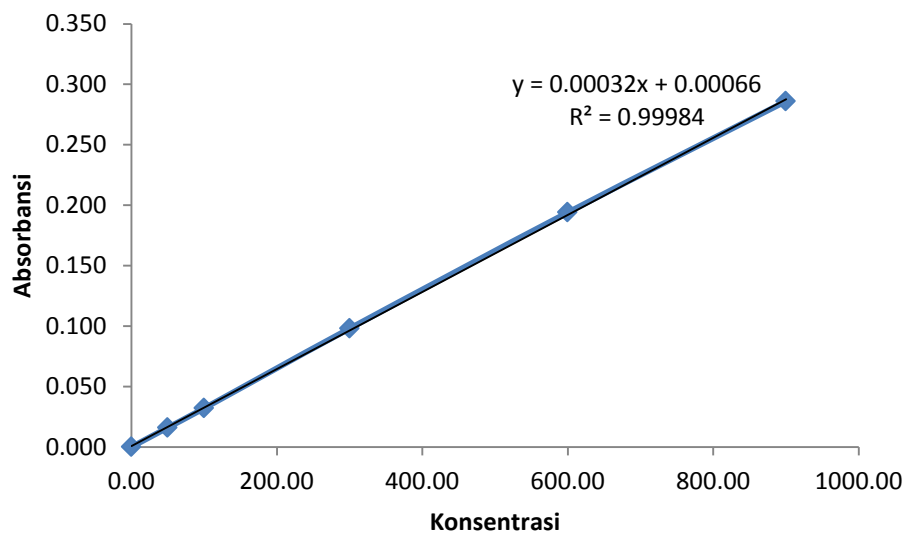
## Lampiran 2

### Penentuan Nilai COD

#### 1. Variasi 1

Tabel 3.Data kalibrasi variasi 1

No	Konsentrasi COD (mg/L)	Absorbansi
1	0.0000	0.000
2	50.000	0.016
3	100.00	0.032
4	300.00	0.098
5	600.00	0.194
6	900.00	0.286



Kurva kalibrasi variasi 1

Persamaan :  $y = 0,00032x + 0,00066$



Tabel 4. Hasil pembacaan sampel variasi 1

No	Nama sampel	Absorbansi	Konsentrasi COD (mg/L)
1	Sampel awal	0,256	799,88
2	A.10	0,207	644,22
3	A.15	0,194	602,88
4	A.20	0,188	581,50
5	A.25	0,219	682,58

## 1. Sampel awal

$$Y = 0,00032x + 0,00066$$

$$0,256 = 0,00032x + 0,00066$$

$$0,00032x = 0,256 - 0,00066$$

$$0,00032x = 0,25534$$

$$x = 797,938$$

$$\text{COD teoritis} = 797,938 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 799,88 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{799,88 - 797,938}{799,88} \times 100\%$$

$$= \frac{1,942}{799,88} \times 100\%$$

$$= 0,243 \%$$

2. A.10

$$Y = 0,00032x + 0,00066$$

$$0,207 = 0,00032x + 0,00066$$

$$0,00032x = 0,207 - 0,00066$$

$$0,00032x = 0,20634$$

$$x = 644,812$$

$$\text{COD teoritis} = 644,812 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 644,22 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{644,812 - 644,22}{644,812} \times 100\%$$

$$= \frac{0,592}{644,812} \times 100\%$$

$$= 0,092 \%$$

3. A.15

$$Y = 0,00032x + 0,00066$$

$$0,194 = 0,00032x + 0,00066$$

$$0,00032x = 0,194 - 0,00066$$

$$0,00032x = 0,193$$

$$x = 604,188$$

$$\text{COD teoritis} = 604,188 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 602,88 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{604,188 - 602,88}{604,188} \times 100\%$$

$$= \frac{1,308}{604,188} \times 100\%$$

$$= 0,22\%$$

4. A.20

$$Y = 0,00032x + 0,00066$$

$$0,188 = 0,00032x + 0,00066$$

$$0,00032x = 0,188 - 0,00066$$

$$0,00032x = 0,187$$

$$x = 585,438$$

$$\text{COD teoritis} = 585,438 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 581,50 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kesalahan} &= \frac{585,438 - 581,50}{585,438} \times 100\% \\ &= \frac{3,938}{585,438} \times 100\% \\ &= 0,67\% \end{aligned}$$

5. A.25

$$Y = 0,00032x + 0,00066$$

$$0,219 = 0,00032x + 0,00066$$

$$0,00032x = 0,219 - 0,00066$$

$$0,00032x = 0,218$$

$$x = 682,313$$

$$\text{COD teoritis} = 682,313 \text{ mg/L}$$

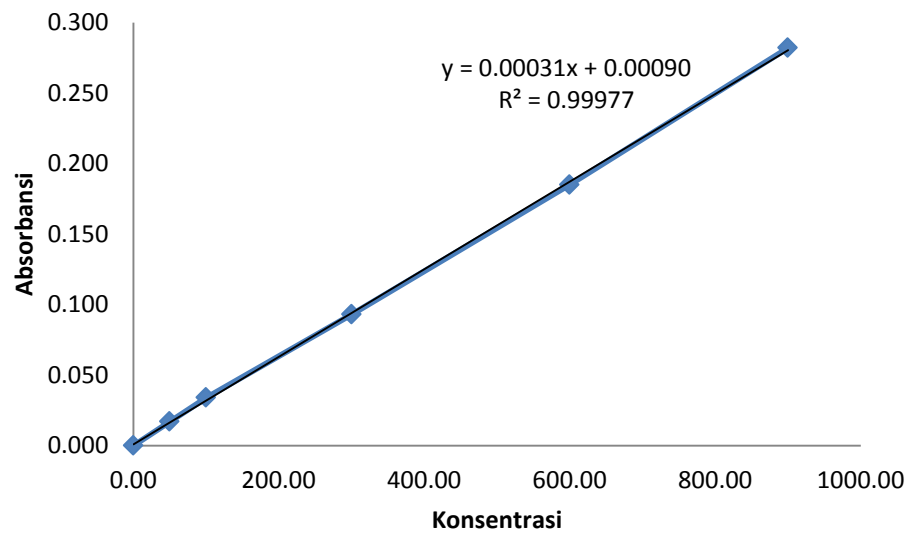
$$\text{COD alat} = 682,58 \text{ mg/L}$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kesalahan} &= \frac{682,58 - 682,313}{682,58} \times 100\% \\ &= \frac{0,267}{682,58} \times 100\% \\ &= 0,039\% \end{aligned}$$

2. Variasi 2

Tabel 5. Data kalibrasi variasi 2

No	Konsentrasi COD (mg/L)	Absorbansi
1	0.0000	0.000
2	50.000	0.017
3	100.00	0.034
4	300.00	0.093
5	600.00	0.185
6	900.00	0.282



Gambar 10. Kurva kalibrasi variasi 2

**Persamaan :  $y = 0,00031x + 0,00090$**

Tabel 6. Hasil pembacaan sampel variasi 2

No	Nama sampel	Absorbansi	Konsentrasi COD (mg/L)
1	P.3	0,211	675,56
2	P.3,5	0,205	657,88
3	P.4	0,168	541,10
4	P.4,5	0,210	673,42
5	P.5	0,223	716,53

## 1. P.3

$$Y = 0,00031x + 0,00090$$

$$0,211 = 0,00031x + 0,00090$$

$$0,00031x = 0,211 - 0,00090$$

$$0,00031x = 0,2101$$

$$x = 677,742$$

$$\text{COD teoritis} = 677,742 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 675,56 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{677,742 - 675,56}{677,742} \times 100\%$$

$$= \frac{2,182}{677,742} \times 100\%$$

$$= 0,32 \%$$

## 2. P.3,5

$$Y = 0,00031x + 0,00090$$

$$0,205 = 0,00031x + 0,00090$$

$$0,00031x = 0,205 - 0,00090$$

$$0,00031x = 0,2041$$

$$x = 658,389$$

$$\text{COD teoritis} = 658,389 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 657,88 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{658,389 - 657,88}{658,389} \times 100\%$$

$$= \frac{0,507}{658,389} \times 100\%$$

$$= 0,077 \%$$

### 3. P. 4

$$Y = 0,00031x + 0,00090$$

$$0,168 = 0,00031x + 0,00090$$

$$0,00031x = 0,168 - 0,00090$$

$$0,00031x = 0,167$$

$$x = 539,032$$

$$\text{COD teoritis} = 539,032 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 541,10 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{541,10 - 539,032}{541,10} \times 100\%$$

$$= \frac{2,068}{541,10} \times 100\%$$

$$= 0,38 \%$$

4. P.4,5

$$Y = 0,00031x + 0,00090$$

$$0,210 = 0,00031x + 0,00090$$

$$0,00031x = 0,210 - 0,00090$$

$$0,00031x = 0,2091$$

$$x = 674,516$$

$$\text{COD teoritis} = 674,516 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 673,42 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{674,516 - 673,42}{674,516} \times 100\%$$

$$= \frac{1,096}{674,516} \times 100\%$$

$$= 0,163 \%$$

5. P.5

$$Y = 0,00031x + 0,00090$$

$$0,223 = 0,00031x + 0,00090$$

$$0,00031x = 0,223 - 0,00090$$

$$0,00031x = 0,2221$$



$$x = 716,452$$

COD teoritis = 716,452 mg/L

COD alat = 716,53 mg/L

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{716,53 - 716,452}{716,53} \times 100\%$$

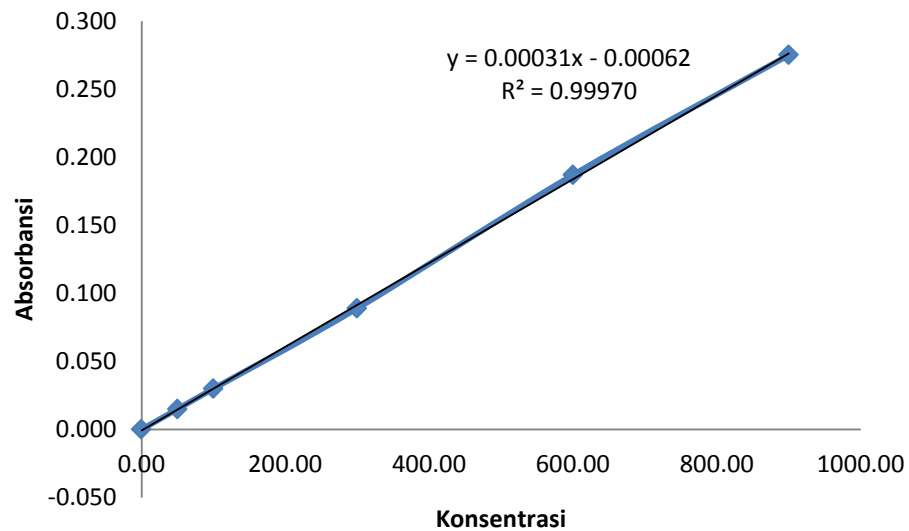
$$= \frac{0,078}{716,53} \times 100\%$$

$$= 0,01 \%$$

### 3. Variasi 3

Tabel 7. Data kalibrasi variasi 2

No	Konsentrasi COD (mg/L)	Absorbansi
1	0.0000	0.000
2	50.000	0.015
3	100.00	0.030
4	300.00	0.089
5	600.00	0.187
6	900.00	0.275



Gambar 11. Kurva kalibrasi variasi 3

**Persamaan:  $y = 0.00031x - 0.00062$**

Tabel 8. Hasil pembacaan sampel variasi 2

No	Nama sampel	Absorbansi	Konsentrasi COD (mg/L)
1	M.500	0,177	577,66
2	M.1500	0,149	487,14
3	M.2500	0,241	785,82
4	M.3500	0,152	994,58
5	M.4500	0,181	$588,99 \times 2 = 1177,98$

1. M.500

$$Y = 0,00031x - 0,00062$$

$$0,177 = 0,00031x - 0,00062$$

$$0,00031x = 0,177 + 0,00062$$

$$0,00031x = 0,17762$$

$$x = 572,97$$

$$\text{COD teoritis} = 572,97 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 577,66 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{577,66 - 572,97}{577,66} \times 100\%$$

$$= \frac{4,69}{577,66} \times 100\%$$

$$= 0,81 \%$$

## 2. M.1500

$$Y = 0,00031x - 0,00062$$

$$0,149 = 0,00031x - 0,00062$$

$$0,00031x = 0,149 + 0,00062$$

$$0,00031x = 0,14962$$

$$x = 482,65$$

$$\text{COD teoritis} = 482,65 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 487,14 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{487,14 - 482,65}{487,14} \times 100\%$$

$$= \frac{4.49}{487,14} \times 100\%$$

$$= 0,92 \%$$

3. M.2500

$$Y = 0,00031x - 0,00062$$

$$0,241 = 0,00031x - 0,00062$$

$$0,00031x = 0,241 + 0,00062$$

$$0,00031x = 0,24162$$

$$x = 779,42$$

$$\text{COD teoritis} = 779,42 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 785,82 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{785,82 - 779,42}{785,82} \times 100\%$$

$$= \frac{6,4}{785,82} \times 100\%$$

$$= 0,81\%$$

4. M.3500

$$Y = 0,00031x - 0,00062$$

$$0,153 = 0,00031x - 0,00062$$

$$0,00031x = 0,153 + 0,00062$$

$$0,00031x = 0,15362$$

$$x = 495,55$$

$$\text{COD teoritis} = 495,55 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 497,29 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{497,29 - 495,55}{497,29} \times 100\%$$

$$= \frac{1,74}{497,29} \times 100\%$$

$$= 0,35 \%$$

#### 5. M.4500

$$Y = 0,00031x - 0,00062$$

$$0,181 = 0,00031x - 0,00062$$

$$0,00031x = 0,181 + 0,00062$$

$$0,00031x = 0,18162$$

$$x = 585,87$$

$$\text{COD teoritis} = 585,87 \text{ mg/L}$$

$$\text{COD alat} = 588,99 \text{ mg/L}$$

$$\% \text{ Kesalahan} = \frac{588,99 - 585,87}{588,99} \times 100\%$$

$$= \frac{3,12}{588,99} \times 100\%$$

= 0,52 %

## LAMPIRAN 3

### ANALISIS DATA

#### 1. Menentukan nilai Turbiditas dan COD

##### a. Menghitung Turbiditas

$$\begin{aligned} \text{Kekeruhan (NTU)} &= A \times F_p \\ &= 16 \times 10 \\ &= 160 \text{ NTU} \end{aligned}$$

##### b. Menghitung COD

$$\begin{aligned} \text{Nilai COD} &= C \times F_p \\ &= 799,88 \times 5 \\ &= 3999,4 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Keterangan :

A = Kekeruhan dalam NTU sampel

C = Nilai COD sampel hasil pengukuran

F<sub>p</sub> = factor pengenceran

#### 2. Menghitung persen penurunan Turbiditas dan COD

##### a. Penurunan nilai Turbiditas

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{(\text{turbiditas sampel} - \text{turbiditas hasil}) \times 100\%}{\text{turbiditas sampel}}$$

### 1. Penentuan waktu pengadukan optimum

Tabel9.Penentuan waktu pengadukan optimum terhadap persen penurunan Turbiditas

No.	Lama Pengadukan (menit)	Kekeruhan (NTU)	% Penurunan Kekeruhan
1	5	11,10	93,07
2	10	8,37	94,76
3	15	9,41	94,11
4	20	9,99	93,75
5	25	11,10	93,07

#### 1) 5 menit

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 11,1 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-11,1}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{148,9}{160} \times 100 \%$$

$$= 93,07 \%$$

#### 2) 10 menit

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 8,37 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-8,37}{160} \times 100\%$$



$$= \frac{151,63}{160} \times 100 \%$$

$$= 94,76 \%$$

3) 15 menit

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 9,41 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-9,41}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{150,59}{160} \times 100 \%$$

$$= 94,11 \%$$

4) 20 menit

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 9,99 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-9,99}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{150,01}{160} \times 100 \%$$

$$= 93,75 \%$$

5) 25 menit

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 11,10 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-11,2}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{148,8}{160} \times 100 \%$$

$$= 93,07 \%$$

## 2. Penentuan pH limbah optimum

Tabel 10. Penentuan pH optimum terhadap persen penurunan Turbiditas

No.	pH Limbah	Turbiditas (NTU)	% Penurunan Turbiditas
1	3	8,75	94,53
2	3,5	8,45	94,71
3	4	7,05	95,59
4	4,5	8,58	94,6
5	5	9,12	94,3

### 1) pH 3

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 8,75 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-8,75}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{151,25}{160} \times 100 \%$$

$$= 94,53 \%$$

2) pH 3,5

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 8,45 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-8,45}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{151,55}{160} \times 100 \%$$

$$= 94,71 \%$$

3) pH 4

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 7,05 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-7,05}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{152,95}{160} \times 100 \%$$

$$= 95,59 \%$$

4) pH 4,5

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 8,58 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-8,58}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{151,42}{160} \times 100 \%$$

$$= 94,6 \%$$

5) pH 5

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 9,12 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-9,12}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{150,88}{160} \times 100 \%$$

$$= 94,3 \%$$

3. Penentuan Dosis koagulan optimum

Tabell 1. Penentuan dosis koagulan optimum terhadap persen penurunan Turbiditas

No.	Dosis (mg)	Turbiditas (NTU)	% Penurunan Turbiditas
1	100	16,0	90
2	300	7,7	95,18
3	500	8,1	94,93
4	700	9,7	93,93
5	900	12,9	91,93

1) 100 mg/L

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil: 16,0 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-16,0}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{144}{160} \times 100 \%$$

$$= 90 \%$$

2) 300 mg/L

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 7,7 NTU

$$\text{Penurunan Turbiditas} = \frac{160-7,7}{160} \times 100\%$$

$$= \frac{152,3}{160} \times 100 \%$$

$$= 95,18 \%$$

3) 500 mg/L

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 8,1 NTU

$$\begin{aligned} \text{Penurunan Turbiditas} &= \frac{160-8,1}{160} \times 100\% \\ &= \frac{151,9}{160} \times 100 \% \\ &= 94,93 \% \end{aligned}$$

4) 700 mg/L

Turbiditas sampel : 160 NTU

Turbiditas hasil : 9,7 NTU

$$\begin{aligned} \text{Penurunan Turbiditas} &= \frac{160-9,7}{160} \times 100\% \\ &= \frac{150,3}{160} \times 100 \% \\ &= 93,93 \% \end{aligned}$$

5) 900 mg/L

Turbiditas sampel: 160 NTU

Turbiditas hasil : 12,9 NTU

$$\begin{aligned} \text{Penurunan Turbiditas} &= \frac{160-12,9}{160} \times 100\% \\ &= \frac{147,1}{160} \times 100 \% \\ &= 91,93 \% \end{aligned}$$

b. Penurunan nilai COD

$$\text{Penurunan COD} = \frac{(\text{COD}_{\text{sampel}} - \text{COD}_{\text{hasil}})}{\text{COD}_{\text{sampel}}} \times 100\%$$

1. Penentuan waktu pengadukan optimum

Tabel 12. Penentuan waktu pengadukan optimum terhadap persen penurunan COD

No.	Lama Pengadukan (menit)	COD (mg/L)	% Penurunan COD
1	10	644,22	83,89
2	15	602,88	84,93
3	20	581,50	85,46
4	25	682,58	82,93

1) 10 menit

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 644,22 mg/L

$$\begin{aligned} \text{Penurunan COD} &= \frac{(3999,4 - 644,22) \times 100\%}{3999,4} \\ &= \frac{3355,18}{3999,4} \times 100\% \\ &= 83,89\% \end{aligned}$$

2) 15 menit

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 602,88 mg/L

$$\text{Penurunan COD} = \frac{(3999,4 - 602,88) \times 100\%}{3999,4}$$

$$= \frac{3396,52}{3999,4} \times 100 \%$$

$$= 84,93 \%$$

3) 15 menit

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 581,50 mg/L

$$\text{Penurunan COD} = \frac{(3999,4 - 581,50) \times 100\%}{3999,4}$$

$$= \frac{3417,9}{3999,4} \times 100 \%$$

$$= 85,46 \%$$

4) 20 menit

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 682,58 mg/L

$$\text{Penurunan COD} = \frac{(3999,4 - 682,58) \times 100\%}{3999,4}$$

$$= \frac{3316,82}{3999,4} \times 100 \%$$

$$= 82,93\%$$

2. Penentuan pH limbah optimum



Tabel13. Penentuan pH optimum terhadap persen penurunan COD

No.	pH Limbah	COD (mg/L)	% Penurunan COD
1	3	675,56	83,10
2	3,5	657,88	83,56
3	4	541,10	86,47
4	4,5	673,42	83,16
5	5	716,53	82,08

1) pH 3

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 675,56 mg/L

$$\begin{aligned} \text{Penurunan COD} &= \frac{(3999,4 - 675,56) \times 100\%}{3999,4} \\ &= \frac{3323,84}{3999,4} \times 100 \% \\ &= 83,10\% \end{aligned}$$

2) pH 3,5

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 657,88 mg/L

$$\begin{aligned} \text{Penurunan COD} &= \frac{(3999,4 - 657,88) \times 100\%}{3999,4} \\ &= \frac{3341,52}{3999,4} \times 100 \% \end{aligned}$$

$$= 83,56\%$$

3) pH 4

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 541,10 mg/L

$$\text{Penurunan COD} = \frac{(3999,4 - 541,10) \times 100\%}{3999,4}$$

$$= \frac{3458,3}{3999,4} \times 100 \%$$

$$= 86,47\%$$

4) pH 4,5

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 673,42 mg/L

$$\text{Penurunan COD} = \frac{(3999,4 - 673,42) \times 100\%}{3999,4}$$

$$= \frac{3325,98}{3999,4} \times 100 \%$$

$$= 83,16\%$$

5) pH 5

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 716,53 mg/L

$$\text{Penurunan COD} = \frac{(3999,4 - 716,53) \times 100\%}{3999,4}$$

$$= \frac{3282,87}{3999,4} \times 100 \%$$

$$= 82,08\%$$

### 3. Penentuan Dosis koagulan optimum

Tabel 14. Penentuan dosis koagulan optimum terhadap persen penurunan COD

No.	Dosis (mg)	COD (mg/L)	% Penurunan COD
1	100	577,66	85,56
2	300	487,14	87,82
3	500	785,82	80,35
4	700	994,58	75,13
5	900	1177,98	70,54

#### 1) 100 mg/L

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 577,66 mg/L

$$\text{Penurunan COD} = \frac{(3999,4 - 577,66) \times 100\%}{3999,4}$$

$$= \frac{3421,74}{3999,4} \times 100 \%$$

$$= 85,56\%$$

2) 300 mg/L

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 487,14 mg/L

$$\begin{aligned}\text{Penurunan COD} &= \frac{(3999,4 - 487,14) \times 100\%}{3999,4} \\ &= \frac{3512,26}{3999,4} \times 100 \% \\ &= 87,82\%\end{aligned}$$

3) 500 mg/L

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 785,82 mg/L

$$\begin{aligned}\text{Penurunan COD} &= \frac{(3999,4 - 785,82) \times 100\%}{3999,4} \\ &= \frac{3213,58}{3999,4} \times 100 \% \\ &= 80,35\%\end{aligned}$$

4) 700 mg/L

COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 994,58 mg/L

$$\begin{aligned}\text{Penurunan COD} &= \frac{(3999,4 - 994,58) \times 100\%}{3999,4} \\ &= \frac{3004,82}{3999,4} \times 100 \% \\ &= 75,13\%\end{aligned}$$

5) 900 mg/L

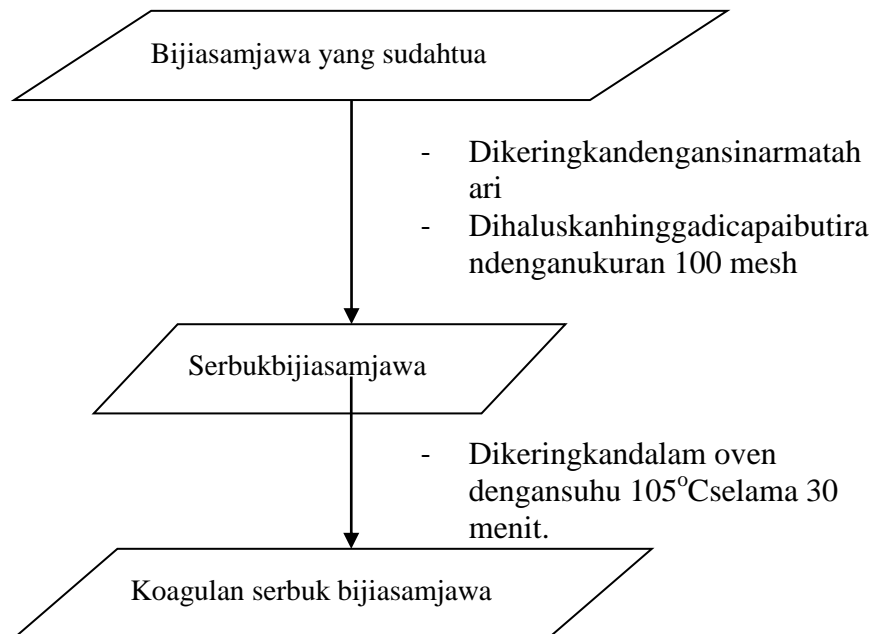
COD sampel : 3999,4 mg/L

COD hasil : 1777,98 mg/L

$$\begin{aligned}\text{Penurunan COD} &= \frac{(3999,4 - 1777,98) \times 100\%}{3999,4} \\ &= \frac{2221,42}{3999,4} \times 100 \% \\ &= 70,54\%\end{aligned}$$

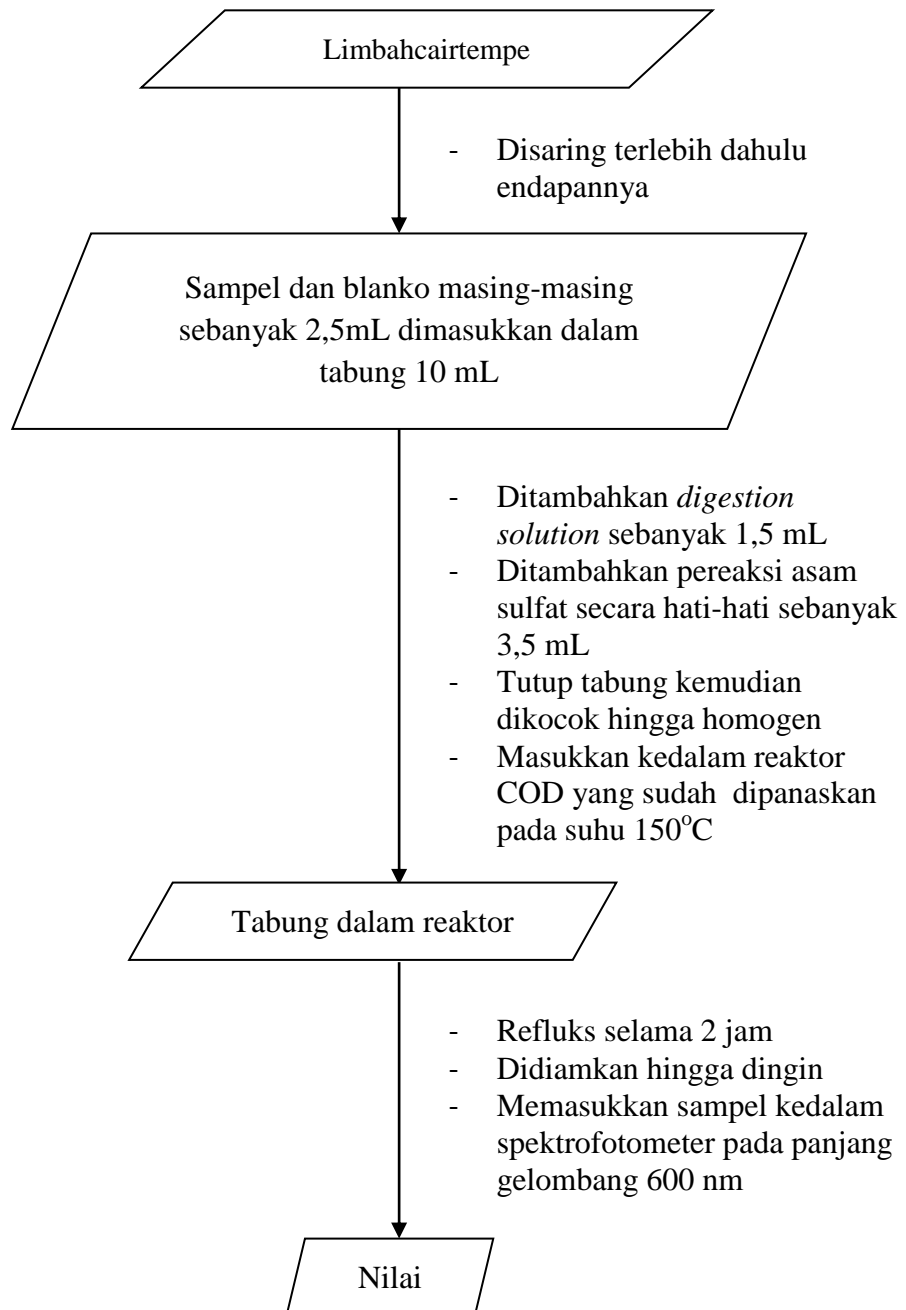
**LAMPIRAN 4****Bagan Alur Kerja**

## 1) Preparasi Koagulan

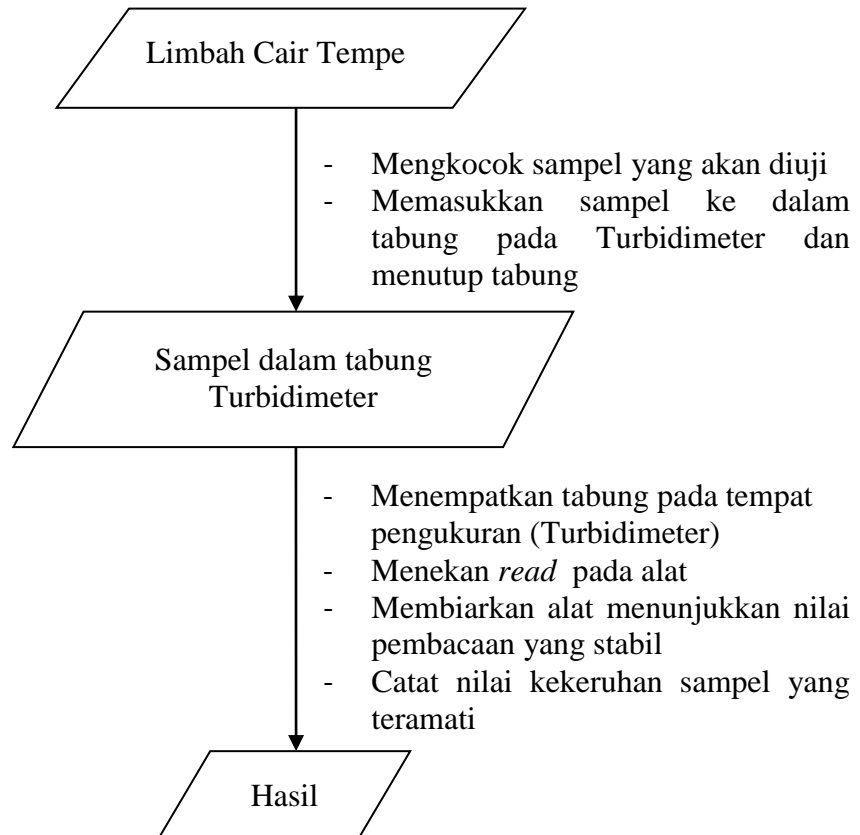


(Enrico, 2008)

## 2) Uji COD dengan spektrofotometer (SNI 6989.2:2009)

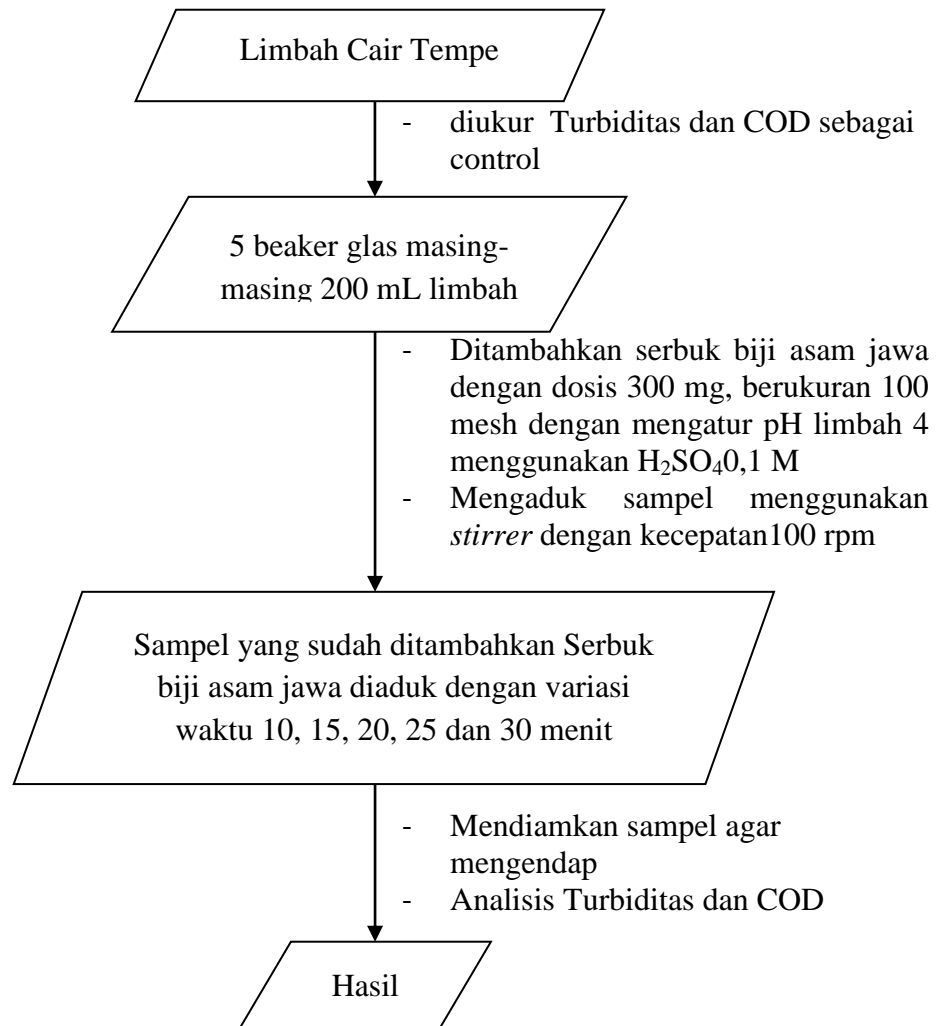


## 3) Uji Turbiditas / kekeruhan

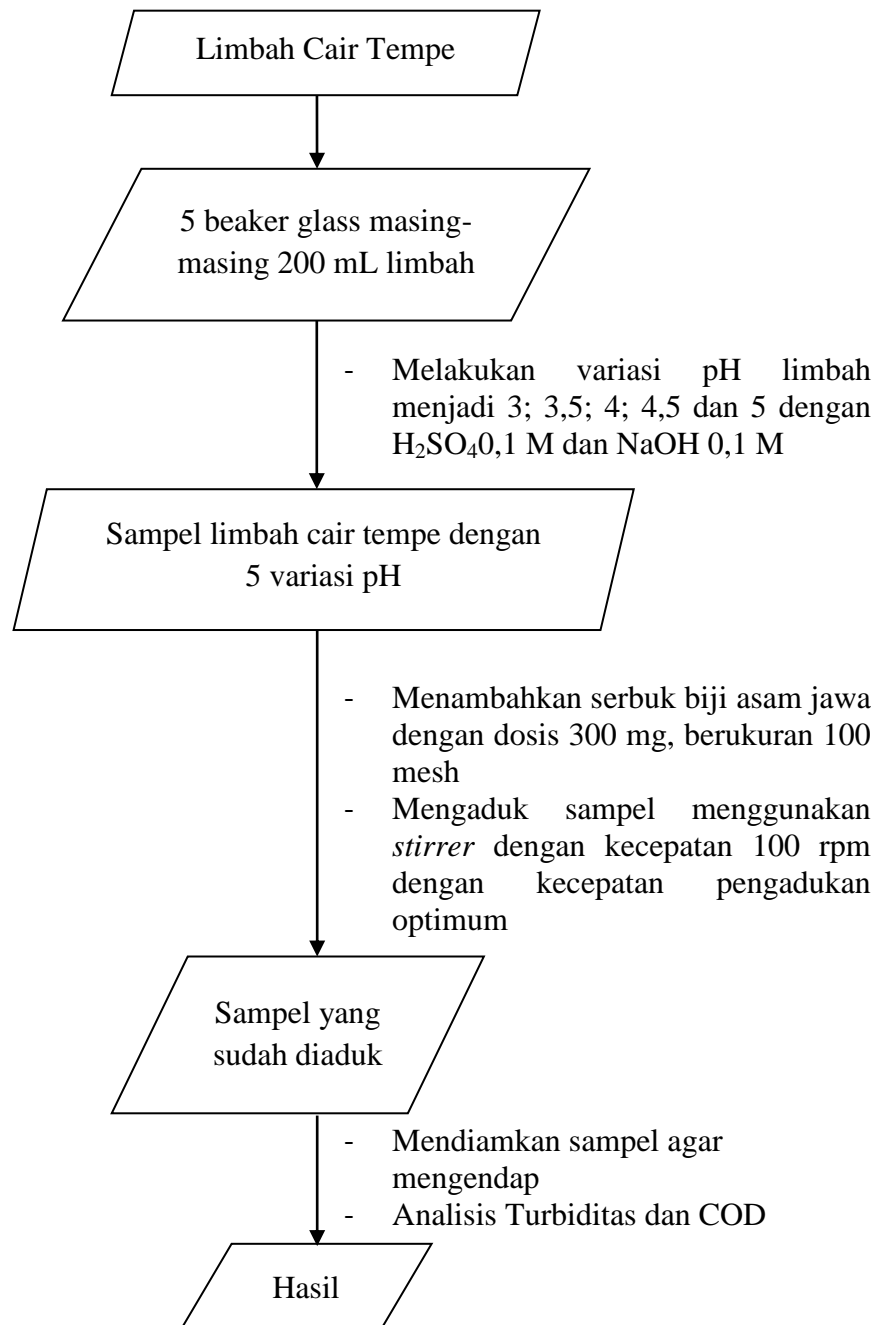




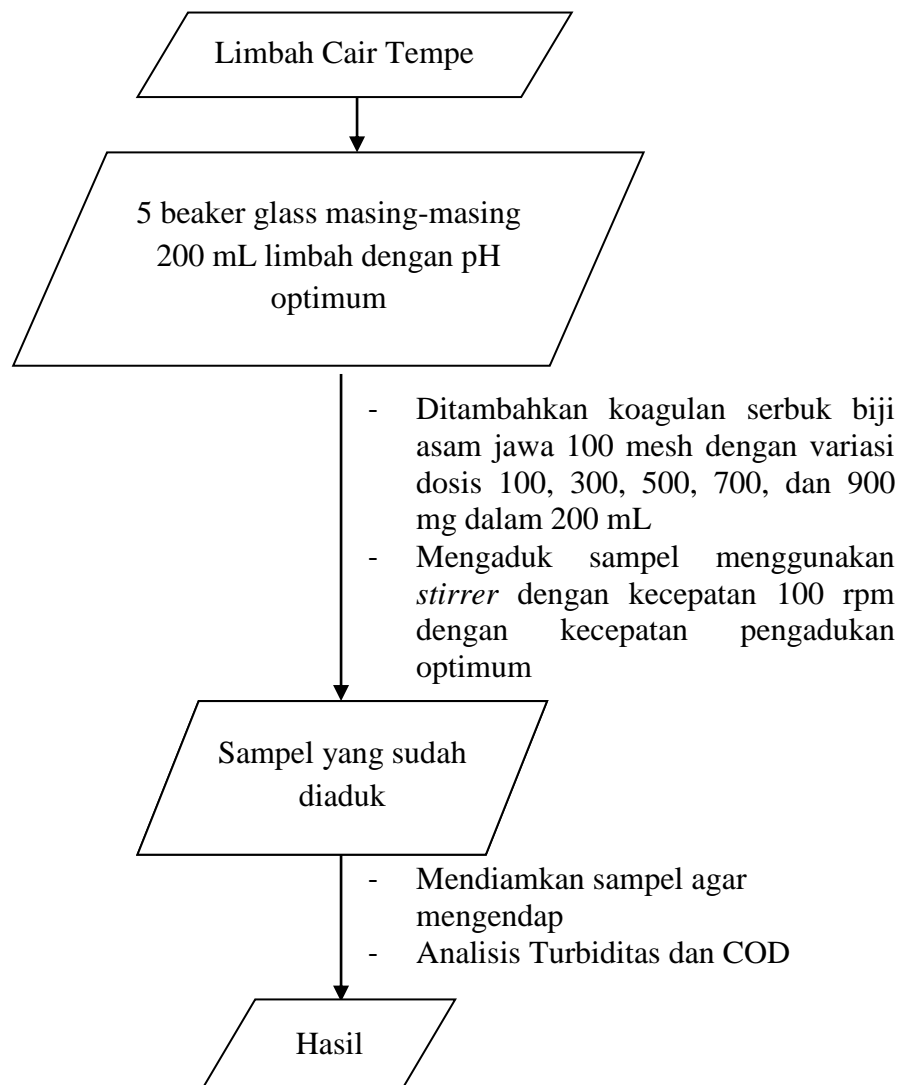
## 4) Penentuan waktu pengadukan optimum serbuk biji asam jawa sebagai koagulan



## 5) Penentuan pH limbah optimum



## 6) Penentuan dosis koagulan optimum



(Enrico, 2008)