

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Penelitian terdahulu

1. Penelitian Pury Erlanda Sabilina, Adhi Setiawan, Ahmad Erlan Afiuddin (2018) tentang “Studi Penggunaan Dosis Koagulan PAC (Poly Aluminium Chloride) dan Flokulan Polymer Anionic Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu”. Tujuan dari penelitian ini menganalisis karakteristik air limbah tahu dan penggunaan koagulan dan flokulan. Metode penelitian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap pertama analisis karakteristik air limbah serta tahap kedua yaitu pengujian jartest. Hasil pengujian, parameter BOD5, COD dan TSS belum memenuhi standart baku mutu Pergub Jatim No. 52 tahun 2014. Konsentrasi awal COD, BOD5 dan TSS air limbah industri menunjukkan masing-masing sebesar 853,56 mg/L ; 468,50 mg/L dan 836,88 mg/L. Hasil pengujian jartest, dosis optimum koagulan dan flokulan yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah tahu yaitu sebesar 30 mg/L PAC dan 2 mg/L polymer anionic dengan hasil akhir konsentrasi BOD5, COD dan TSS masing-masing sebesar 86,9 mg/L ; 181,8 mg/L dan 198,1 mg/L. Pada dosis tersebut memberikan efisiensi penurunan pada parameter BOD5, COD, dan TSS yaitu sebesar 81,5% ; 78,70% dan 76,63%.
2. Penelitian Nasik (2015) tentang “studi pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan koagulan pac (poly aluminium chloride) dan flokulan organoclay(bentonit-Poly DADMAC)” Dalam penelitian ini terdapat lima tahap utama yaitu pengukuran kadar COD dan TSS pada air limbah sebelum ditambahkan koagulan dan flokulan, sintesis organoclay, karakterisasi organoclay dengan instrument FT-IR dan XRD, aplikasi organoclay dan pengukuran kadar COD dan TSS pada air limbah setelah ditambahkan dengan koagulan dan flokulan. Hasil karakterisasi menggunakan FT-IR menunjukkan adanya interaksi antara

bentonit dengan Poly DADMAC. Hasil tersebut diperkuat dengan data XRD. Kemampuan organoclay sebagai flokulan dengan penambahan koagulan PAC dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu berkisar antara 24,52% - 51,78% sedangkan dalam menurunkan kadar TSS berkisar antara 76,63% - 95-32%. Massa optimum organoclay dalam menurunkan kadar COD dan TSS sebesar 3,5 gram. Waktu kontak optimum dalam menurunkan kadar COD dicapai selama 60 menit sedangkan dalam menurunkan kadar TSS dicapai selama 40 menit.

3. Penelitian Bambang Murwanto (2018) tentang “Efektivitas Jenis Koagulan Poly Aluminium Chloride Menurut Variansi Dosis dan Waktu Pengadukan terhadap Penurunan Parameter Limbah Cair Industri Tahu” Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh Koagulan PAC (Polyaluminium Chloride) dengan dosis 75 mg/l, 150 mg/l, 225 mg/l, 300 mg/l dan waktu pengadukan lambat 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit dalam menurunkan parameter BOD, COD dan TSS limbah cair industri tahu. Jenis penelitian ini adalah eksperimen sungguhan dengan rancangan penelitian pretest-posttest with control group (rancangan pretest-posttest dengan kelompok kontrol). Penelitian ini meneliti kemampuan PAC sebagai koagulan dengan dosis dan waktu pengadukan lambat yang efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS dalam limbah cair tahu. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Poltekkes Tanjungkarang dan sampel yang diambil adalah limbah cair industri tahu di Kelurahan Gunung Sulah Bandarlampung. Populasi dalam penelitian ini adalah limbah tahu yang dihasilkan dari industri tahu di Kelurahan Gunung Sulah. Sampel yang diambil dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu yang dihasilkan dari industri tahu di Kelurahan Gunung Sulah Bandar Lampung, diambil pagi hari sekitar jam 09.00 WIB. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa kadar efektif pemberian Polyaluminium Chloride (PAC), untuk semua parameter

limbah industri tahu BOD, COD dan TSS, sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 tahun 2014 adalah 765 mg/l, dengan waktu pengadukan 25 menit.

**Tabel II. 1. Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang**

	<b>Penelitian Terdahulu</b>	<b>Penelitian Sekarang</b>
<b>Judul</b>	1. Studi Penggunaan Dosis Koagulan PAC (Poly Aluminium Chloride) dan Flokulan Polymer Anionic Pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu	Mengetahui dosis optimal PAC (Poly Aluminium Chloride) dan Superfloc ( Poly DADMAC ) untuk penjernihan limbah cair pabrik tahu
	2. Studi pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan koagulan pac (poly aluminium chloride) dan flokulan organoclay(bentonit-Poly DADMAC)	
	3. Efektivitas Jenis Koagulan Poly Aluminium Chloride Menurut Variansi Dosis dan Waktu Pengadukan terhadap Penurunan Parameter	

	<b>Penelitian Terdahulu</b>	<b>Penelitian Sekarang</b>
	Limbah Cair Industri Tahu	
<b>Tujuan</b>	1. Menganalisis karakteristik air limbah tahu dan penggunaan koagulan dan flokulan.	Mengetahui dosis yang optimal antara PAC dan Superfloc untuk menjernihkan limbah cair pabrik tahu.
	2. Pengukuran kadar COD dan TSS pada air limbah sebelum ditambahkan koagulan dan flokulan, sintesis organoclay, karakterisasi organoclay dengan instrument FT-IR dan XRD, aplikasi organoclay dan pengukuran kadar COD dan TSS pada air limbah setelah ditambahkan dengan koagulan dan flokulan	
	3. untuk mengetahui pengaruh Koagulan PAC (Polyaluminium Chloride) dengan	

	<b>Penelitian Terdahulu</b>	<b>Penelitian Sekarang</b>
	<p>dosis 75 mg/l, 150 mg/l, 225 mg/l , 300 mg/l dan waktu pengadukan lambat 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit dalam menurunkan parameter BOD, COD dan TSS limbah cair industri tahu BOD dan COD.</p>	
<b>Analisa Data</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desain penelitian ini Deskriptif pendekatan cross-sectional</li> <li>2. Desain penelitian ini Deskriptif pendekatan cross-sectional</li> <li>3. Desain penelitian ini eksperimen sungguhan (Pre-Post Test Experiment) dengan rancangan penelitian Control Time Series Design (Rancangan Rangkaian</li> </ol>	<p>Analisis Analitik pendekatan cross-sectional</p>

## **B. Telaah Pustaka Lain yang Sesuai**

### **1. Limbah Tahu**

#### **a. Pengertian Limbah Tahu**

Limbah industri tahu terdiri dari dua jenis, yaitu limbah cair dan padat. Dari kedua jenis limbah tersebut, limbah cair merupakan bagian terbesar dengan perbandingan 7 : 1 dan berpotensi mencemari lingkungan.(Ridhuan, 2016)

Menurut Deden Abdurahman, pengertian limbah ini ialah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri atau juga domestik (rumah tangga), yang mana kehadirannya itu dapat menurunkan kualitas lingkungan.

#### **b. Karakteristik Limbah Cair Tahu**

Secara umum karakteristik air buangan dapat digolongkan atas sifat fisika, kimia, dan biologi. Akan tetapi, air buangan industri biasanya hanya terdiri dari karakteristik fisika dan kimia. Parameter yang digunakan untuk menunjukkan karakter air buangan industri tahu adalah (Kaswinarni, 2007) :

- 1) Parameter fisika, seperti kekeruhan, suhu, zat padat, bau dan lain-lain.
- 2) Parameter kimia, dibedakan atas kimia organik dan kimia anorganik. Kandungan organik (BOD, COD, TOC) oksigen terlarut (DO), minyak atau lemak, nitrogen total, dan lain-lain. Sedangkan kimia anorganik meliputi: pH, Pb, Ca, Fe, Cu, Na, sulfur, dan lain-lain. (goleman, daniel; boyatzis, Richard; Mckee, 2019)

#### **c. Penyebab terjadinya pencemaran limbah cair tahu**

Limbah cair industri tahu juga mengandung bahan-bahan organik kompleks yang tinggi terutama protein dan asam-asam amino dalam bentuk padatan tersuspensi maupun terlarut (EMDI – Bapedal, 1994). Adanya senyawa-senyawa organik tersebut menyebabkan limbah cair industri tahu rata-rata mengandung Biological Oxygen Demand (BOD)

4583 mg/liter, Chemical Oxygen Demand (COD) 7050 mg/liter dan Total Solid Suspension (TSS) 4743 mg/liter dan minyak atau lemak 26 mg/liter yang tinggi (Tay, 1990; BPPT, 1997) yang apabila dibuang ke perairan tanpa pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran. (Limbah et al., n.d.)

#### **d. Dampak pencemaran limbah tahu**

Dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran limbah industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik dan turunnya kualitas air akibat meningkatnya kandungan bahan organik. Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan menimbulkan gangguan terhadap kesehatan karena menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan baik pada produk tahu sendiri ataupun tubuh manusia, bila dibiarkan air limbah akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk<sup>18</sup>. Bau busuk dapat mengakibatkan sakit pernapasan, apabila air limbah ini meresap ke dalam tanah yang dekat dengan sumur maka air sumur itu tidak dapat dimanfaatkan lagi. Limbah ini apabila dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan akan menimbulkan gangguan kesehatan yang berupa penyakit gatal, diare, radang usus dan penyakit lainnya, khususnya yang berkaitan dengan air yang kotor dan kebersihan lingkungan yang tidak baik. (Francisco, 2013)

#### **e. Cara pengolahan limbah cair tahu**

##### **1) Limbah Padat**

Limbah padat industri tahu meliputi ampas tahu yang diperoleh dari hasil pemisahan bubur kedelai. Ampas tahu masih mengandung protein yang cukup tinggi (Tabel 2) sehingga masih dapat dimanfaatkan kembali. (Kaswinarni & Fibria, 2007)

##### **2) Limbah Cair**

pengolahan air limbah industri tahu biasanya dipilih sistem dengan operasional pengolahan yang mudah dan praktis serta biaya

pemeliharaan yang terjangkau. Pemilihan sistem pengolahan air limbah didasarkan pada sifat dan karakter air limbah itu sendiri. Sifat dan karakteristik air limbah sangat menentukan didalam pemilihan sistem pengolahan air limbah, terutama pada kualitas air limbah yang meliputi parameter-parameter pH, COD (Chemical Oxygen Demand), BOD (Biological Oxygen Demand), dan TSS (Total Suspended Solid). karakteristik air limbah tersebut maka salah satu alternatif yang cukup tepat untuk pengolahan air buangan adalah dengan proses biologis. Cara ini relative sederhana dan tidak mempunyai efek samping yang serius.(Kaswinarni & Fibria, 2007)

## **2. Parameter fisik air limbah kekeruhan**

### **a. Definisi kekeruhan**

Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan disebabkan adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain (APHA, 1976; Davis dan Cornwell, 1991 dalam Effendi 2003). Zat anorganik yang menyebabkan kekeruhan dapat berasal dari pelapukan batuan dan logam, sedangkan zat organik berasal dari lapukan hewan dan tumbuhan. Bakteri dapat dikategorikan sebagai materi organik tersuspensi yang menambah kekeruhan air.

Padatan tersuspensi berkorelasi positif dengan kekeruhan. Semakin tinggi nilai padatan tersuspensi, semakin tinggi nilai kekeruhan. Akan tetapi, tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya kekeruhan. Tingginya nilai kekeruhan dapat mempersulit usaha penyaringan dan mengurangi efektivitas desinfeksi pada proses penjernihan air.

Secara optis, kekeruhan merupakan suatu kondisi yang mengakibatkan cahaya dalam air didispersikan atau diserap dalam suatu contoh air.

## **b. Metode pengukuran kekeruhan**

### **1) Metode Jackson Candler Turbidimetry**

Metode ini dilakukan berdasarkan transmisi cahaya yang terjadi. Pengukuran kekeruhan menggunakan metode ini bersifat *visual* dan dilakukan dengan cara membandingkan contoh air dengan air standar. Pada awalnya metode standar yang digunakan untuk menentukan kekeruhan adalah metode *Turbidimeter Jackson Candler* yang dikalibrasi menggunakan silika. Namun, tingkat kekeruhan terendah yang dapat diukur dengan alat ini adalah 25 unit. Satu unit turbiditas *Jackson Candler Turbidimeter* dinyatakan dengan satuan 1 JTU.

### **2) Metode Nephelometric**

*Nephelometer* tidak dipengaruhi oleh perubahan kecil pada desain parameter. Satuan kekeruhan dalam pengukuran *nephelometer* dinyatakan dalam NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). *Nephelometric Method* disarankan untuk metode visual karena ketepatan, sensitifitas, dan dapat digunakan dalam rentang turbiditas yang besar. Prinsip kerja dari metode ini adalah membandingkan cahaya yang didispersikan oleh contoh air pada kondisi yang sama dengan intensitas cahaya yang didispersikan oleh larutan suspensi standar (polymer formazin). Semakin tinggi intensitas yang didispersikan, semakin tinggi pula turbiditasnya. Penentuan turbiditas sebaiknya dilakukan pada saat pengambilan contoh air. Bila tidak, disimpan pada tempat yang gelap, paling lama 24 jam. Penyimpanan yang terlalu lama dapat menyebabkan kekeruhan.

### 3) Metode Visual

Metode ini merupakan cara kuno yang lebih sesuai digunakan untuk contoh air dengan tingkat kekeruhan yang tinggi.

#### c. Dampak kekeruhan

Konsumen menghendaki air yang bebas dari kekeruhan. Kekeruhan pada air minum dihubungkan dengan kemungkinan terjadinya polusi limbah cair dan bahaya kesehatan yang mengancam.

Dalam segi untuk air minum, semakin tinggi tingkat kekeruhan, semakin tinggi risiko bahwa orang mungkin terkena [penyakit pencernaan](#). Terutama masalah kekebalan tubuh, karena kontaminan seperti [virus](#) atau [bakteri](#) dapat melekat pada padatan tersuspensi. Dalam air permukaan seperti [danau](#), sungai dan [waduk](#), tingkat kekeruhan yang tinggi dapat mengurangi jumlah cahaya yang mencapai kedalaman lebih rendah, yang dapat menghambat pertumbuhan [tanaman air](#) dan akibatnya mempengaruhi spesies yang tergantung pada mereka, seperti [ikan](#) dan [kerang](#). Tingkat kekeruhan yang tinggi juga dapat mempengaruhi kemampuan insang ikan menyerap oksigen terlarut. Kekeruhan yang tinggi dapat menghambat dan merusak fungsi insang pada ikan. Dampak dari kekeruhan yang lain adalah dapat menurunkan nilai estetika pada air minum. Selain itu, kekeruhan akan membentuk deposit (endapan) pada pipa-pipa maupun unit-unit pada *Water Treatment Plant*. Akibatnya kerja sistem pengolahan akan mengalami gangguan.

Materi tersuspensi juga menjadi transport bagi kontaminan (partikulat nutrisi, logam dan toxicants potensial lainnya), mendorong pertumbuhan patogen dan penyakit yang ditularkan melalui air, serta dapat menyebabkan penipisan oksigen terlarut dalam air. Hal ini merupakan dampak dari adanya partikulan bahan

organik. Secara keseluruhan, tingkat kekeruhan yang tinggi dapat mengakibatkan penurunan produksi dan keragaman spesies. Kekeruhan menjadi parameter kualitas air dan penting untuk dilakukan pengukuran karena tiga alasan penting, yaitu masalah estetika, desinfeksi dan filtrasi. Tingkat kekeruhan pada air akan mempengaruhi ketertarikan konsumen walaupun kekeruhan tidak berpengaruh langsung pada kesehatan. Air yang memiliki kekeruhan yang tinggi, akan mempersulit kerja unit filtrasi pada pengolahan air bersih dan tentunya harganya akan semakin lebih mahal. Desinfektan yang digunakan pun akan berbeda sesuai dengan kandungan organisme berbahaya penyebab kekeruhan pada air tersebut. Kekeruhan merupakan parameter air yang penting karena secara langsung mempengaruhi jumlah cahaya yang tersedia untuk fotosintesis oleh ganggang laut, termasuk vegetasi terendam air.

#### **d. Pengendalian Kekeruhan**

Kekeruhan yang di timbulkan oleh bahan-bahan dalam suspensi sangat mudah di hilangkan dengan cara pengendapan (*sedimentasi*), bentuk ini terdiri antara lain bakteri, bahan-bahan anorganik seperti pasir dan lempung serta bahan-bahan organik seperti daun-daunan. Bahan-bahan koloid hanya dapat dihilangkan dengan proses penyaringan (*filtrasi*) dengan saringan pasir.

### **3. Koagulan PAC ( *Poly aluminium Chloride* ) dan Polimer Superfloc**

#### **a. PAC ( Poly Aluminium Chlorida )**

##### **1) Definisi PAC ( *Poly Aluminium Chloride* )**

Poly Aluminium Chloride (PAC) adalah produk perawatan air yang sangat efektif dan efisien merupakan Koagulan (zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi) yang bisa membantu untuk menjernihkan air.

Menurut Echanpin (2005) dalam Said (2009), Poly Alumunium Chloride (PAC) memiliki kelebihan dengan tingkat adsorpsi yang kuat, mempunyai kekuatan lekat, tingkat pembentukan flok-flok tinggi meski dengan dosis kecil, memiliki tingkat sedimentasi yang cepat, cakupan penggunaannya luas, dan konsumsinya cukup pada konsentrasi rendah.

## **2) Manfaat PAC**

- a) Memurnihkan air di tempat anda baik air hasil olahan dari sungai dan air dari tanah yang masih belum jernih dan air limbah secara efektif dan efisien.
- b) Memurnihkan air dalam kecepatan tinggi.
- c) Menyulingkan produk farmasi, glycerine dan gula.
- d) Mengumpulkan partikel batubara dari dalam air hasil pencucian batubara dan kaolin untuk industri keramik.
- e) Menjernihkan air dari hasil olahan industri:
- f) Penjernihan air minum, air limbah domestik.
- g) Bekerja secara efektif pada sedimentasi atau zat yang tertahan dalam air termasuk koloid.
- h) Penjernihan air untuk proses di berbagai industri, diantaranya : Kimia Farmasi, Makanan & Minuman dll
- i) Penjernihan air untuk Kolam Renang.
- j) Mengeraskan semen dengan cepat, pengecoran logam dan cetakan logam.
- k) Proses pemisahan air dan minyak pada industri penyulingan.
- l) Pengganti Tawas dan Ferrous Sulfat.
- m) Penjernih air limbah dan air tercemar limbah dari bermacam-macam industri.

### **3) Rumus Kimia PAC(*Poly Aluminium Chloride*)**

$Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$  merupakan rumus kimia untuk Polyaluminium Chloride (PAC). Merupakan salah satu Koagulan (zat kimia yang menyebabkan destabilisasi muatan negatif partikel di dalam suspensi) yang bisa membantu untuk menjernihkan air, seperti air sumur yang keruh.

PAC adalah suatu persenyawaan anorganik kompleks, ion hidroksil serta ion aluminium bertarap klorinasi yang berlainan sebagai pembentuk polynuclear mempunyai rumus umum  $Al_m(OH)_nCl_{(3m-n)}$ .

### **4) Penggunaan PAC(*Poly Aluminium Chloride*)**

PAC digunakan saat kolam sangat rusak atau untuk limbah cair industri, chemical ini bentuknya seperti tepung, fungsinya untuk mengendapkan kotoran ke dasar kolam. Sebelum menggunakan chemical ini kadar pH dan Cl harus normal, setelah itu baru menggunakan PAC. Kondisi mesin dalam posisi sirkulasi atau tombol valve multi fungsi berada pada posisi sirkulasi dan mesin dihidupkan 2-3 jam. Kemudian dimatikan dan menunggu proses pengendapan. Sangat baik digunakan pada malam hari, sehingga besok paginya semua kotoran sudah mengendap dan selanjutnya vacuum buang dan posisi tombol pada valve multi fungsi berada pada posisi waste dan valve atau kran vacuum dibuka 1/2 (setengahnya) agar air tidak banyak terbang. Penggunaan PAC jangan bersamaan dengan klorin karena dapat mengakibatkan air berwarna putih susu.

### **5) Kelebihan PAC(*Poly Aluminium Chloride*)**

- a) Lebih aman untuk proses penjernihan air atau water treatment memiliki dampak korosi yang rendah
- b) Kualitas dan biaya murah
- c) Proses lebih cepat
- d) Rentang pH

e) Konduktivitas rendah

## **b. Polimer Superfloc**

### **1) Pengertian polimer Superfloc**

Poly DADMAC merupakan penyusun dari bahan flokulan, yaitu superfloc. Poly DADMAC merupakan polimer yang memiliki densitas muatan yang tinggi, maka dapat menggabungkan partikel tersuspensi menjadi efektif dalam proses flokulasi, menghilangkan warna, membunuh alga dan menghilangkan organik seperti humus (B. O. Anggarani et al., 2015)

### **2) Penggunaan Polimer Superfloc**

Poly DADMAC digunakan dalam pengolahan air limbah sebagai koagulan organik primer yang menetralkan bahan koloid yang bermuatan negatif dan mengurangi volume lumpur dibandingkan dengan koagulan anorganik.

Poly DADMAC digunakan sebagai koagulan dalam pemurnian air. Ini efektif dalam mengkoagulasi dan flokulasi partikel anorganik dan organik seperti lumpur, tanah liat, ganggang, bakteri dan virus. Pada konsentrasi tinggi, polimer organik dapat menghilangkan bahan organik alami seperti asam humat dan fulvat yang menghasilkan lebih sedikit desinfeksi prekursor produk sampingan dan lebih sedikit warna.

### **3) Molekul Superfloc ( Poly Dadmac )**

Polydiallyl dimethyl ammonium chloride atau Poly DADMAC merupakan polielektrolit dengan jenis muatan positif (kation).

### **4) Keuntungan penggunaan Superfloc ( Poly Dadmac )**

Keuntungan dari penggunaan polimer ini adalah mempunyai muatan positif yang besar dan pH – insensitive. Poly DADMAC bersifat larut dalam air dan biodegradable dalam

air Untuk menghilangkan Poly DADMAC yang tidak bereaksi di dalam air, maka dilakukan adsorpsi dengan sand filter. (B. O. K. A. Anggarani et al., 2015)

#### **4. Metode Jar test penentuan dosis optimal**

##### **a. Definisi Jar test**

Jar test adalah suatu percobaan yang berfungsi untuk menentukan dosis optimum dari koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan air minum. Apabila percobaan dilakukan secara tepat, informasi yang berguna akan diperoleh untuk membantu operator instalasi dalam mengoptimalkan proses koagulasi, flokulasi dan penjernihan. (Mayasari, 2012)

##### **b. Manfaat Jar test**

Jar test memberikan data mengenai kondisi optimum untuk parameter-parameter proses seperti :

- 1) Dosis koagulan dan koagulan pembantu.
- 2) pH.
- 3) Metode pembubuhan bahan kimia (pada atau dibawah permukaan air, pembubuhan beberapa bahan kimia secara bersamaan atau berurutan).
- 4) Kecepatan larutan kimia. Waktu dan intensitas pengadukan cepat dan pengadukan lambat (flokulasi)
- 5) Waktu penjernihan. (Mayasari, 2012)

##### **c. Prinsip Jar test**

Prinsip Jar test Suatu larutan koloid yang mengandung partikel-partikel kecil dan koloid dapat dianggap stabil bila :

- 1) Partikel-partikel kecil ini terlalu ringan untuk mengendap dalam waktu yang pendek (beberapa jam).
- 2) Partikel-partikel tersebut tidak dapat menyatu, bergabung dan menjadi partikel yang lebih besar dan berat, karena muatan listrik pada permukaan elektrostatis antara partikel

satudengan yang lainnya. Dengan pembubuhan koagulan tersebut, maka stabilitas akan terganggu karena :

- 3) Sebagian kecil tawas tinggal terlarut dalam air, molekul-molekul ini dapat menempel pada permukaan koloid dan mengubah muatan listriknya karena sebagian molekul Al bermuatan positif sedangkan koloid biasanya bermuatan negatif (pada pH 5 – 8).
- 4) Sebagian besar tawas tidak terlarut dan akan mengendap sebagai flok  $Al(OH)_3$  yang dapat mengurung koloid dan membawanya kebawah.

#### **d. Lama Pengadukan**

Pengadukan cepat dilakukan selama 5 menit dengan kecepatan 150-158 rpm, kemudian diaduk lambat selama 3 menit dengan kecepatan 30-38 rpm setelah itu didiamkan selama 15 menit untuk mengetahui kejernihan air limbah setelah dilakukan pemeriksaan kemudian sampel di periksa kekeruhannya menggunakan Turbidity meter.

### **5. Koagulasi dan Flokulasi**

#### **a. Definisi koagulasi**

Koagulasi adalah proses penambahan bahan-bahan kimia untuk membentuk gumpalan (flok) yang selanjutnya dipisahkan pada proses flokulasi. Sedangkan flokulasi adalah proses untuk mempercepat penggumpalan partikel dengan pengadukan sangat lambat. Koagulasi adalah proses penggumpalan partikel koloid karena penambahan bahan kimia sehingga partikel-partikel tersebut bersifat netral dan membentuk endapan karena adanya gaya grafitasi.

Secara garis besar mekanisme pembentukan flok terdiri dari empat tahap, yaitu :

- 1) Tahap destabilisasi partikel koloid
- 2) Tahap pembentukan partikel koloid

### 3) Tahap penggabungan mikroflor

#### b. Jenis koagulan

Tabel II.2 Jenis-jenis Koagulan Yang sering digunakan

Nama	Formula	Bentuk	Reaksi Dengan Air	pH Optimum
Aluminium sulfat, Alum sulfat, Alum, Salum	$Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$ , $x = 14,16,18$	Bongkah, bubuk	Asam	6,0 – 7,8
Sodium aluminat	$NaAlO_2$ atau $Na_2Al_2O_4$	Bubuk	Basa	6,0 – 7,8
Polyaluminium Chloride ( PAC )	$Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$	Cairan, bubuk	Asam	5,0 – 8,0
Ferri sulfat	$Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	Kristal halus	Asam	4 – 9
Ferri klorida	$FeCl_3 \cdot 6H_2O$	Bongkah, cairan	Asam	4 – 9
Ferro sulfat	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	Kristal halus	Asam	> 8,5
Superfloc ( Poly DADMAC )	$(C_3H_5NO)_n$	Cairan	Asam	5,0 – 8,0

Koagulan merupakan bahan kimia yang dibutuhkan untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap dengan sendirinya (secara grafitasi). Kekeruhan dan warna dapat dihilangkan melalui penambahan koagulan atau sejenis bahan – bahan kimia antara lain:

- 1) Aluminium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ ) Biasanya disebut tawas, bahan ini sering dipakai karena efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Tawas berbentuk kristal atau bubuk putih, larut dalam air, tidak larut dalam alkohol, tidak mudah terbakar, ekonomis, mudah didapat dan mudah disimpan. Penggunaan tawas memiliki keuntungan yaitu harga relatif murah dan sudah dikenal luas oleh operator water treatment. Namun Ada juga kerugiannya, yaitu

umumnya dipasok dalam bentuk padatan sehingga perlu waktu yang lama untuk proses pelarutan.

- 2) Sodium Aluminate ( $\text{NaAlO}_2$ ) Digunakan dalam kondisi khusus karena harganya yang relatif mahal. Biasanya digunakan sebagai koagulan sekunder untuk menghilangkan warna dan dalam proses pelunakan air dengan lime soda ash.
- 3) Ferrous Sulfate ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) Dikenal sebagai Copperas, bentuk umumnya adalah granular. Ferrous Sulfate dan lime sangat efektif untuk proses penjernihan air dengan pH tinggi ( $\text{pH} > 10$ ).
- 4) Chlorinated copperas Dibuat dengan menambahkan klorin untuk mengoksidasi Ferrous Sulfate. Keuntungan penggunaan koagulan ini adalah dapat bekerja pada jangkauan pH 4,8 hingga 11.
- 5) Ferric Sulfate ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) Mampu untuk menghilangkan warna pada pH rendah dan tinggi serta dapat menghilangkan Fe dan Mn.
- 6) Ferric Chloride ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) Dalam pengolahan air penggunaannya terbatas karena bersifat korosif dan tidak tahan untuk penyimpanan yang terlalu lama.
- 7) Poly DADMAC ( Superfloc ) beresiko pada kesehatan jika bereaksi dengan klorin memproduksi air dengan kandungan karsinogenik maka dari itu dosis yang digunakan sangat rendah, yaitu kurang dari 1 mg/L.

**e. Definisi Flokulasi**

Flokulasi adalah proses lambat yang bergerak secara terus menerus selama partikel - partikel tersuspensi bercampur di dalam air, sehingga partikel akan menjadi lebih besar dan bergerak menuju proses sedimentasi. Ide dasar dari flokulasi adalah untuk mengendapkan flok-flok dengan penambahan flokulan.

Standar nasional untuk metode pengujian koagulasi flokulasi dengan cara jarrest ditetapkan dalam **SNI 19-6449-2000** termasuk prosedur umum untuk pengolahan dalam rangka

mengurangi bahan-bahan terlarut, koloid dan yang tidak mengendap dalam air dengan menggunakan bahan kimia dalam proses koagulasi flokulasi, yang dilanjutkan dengan pengendapan secara gravitasi.

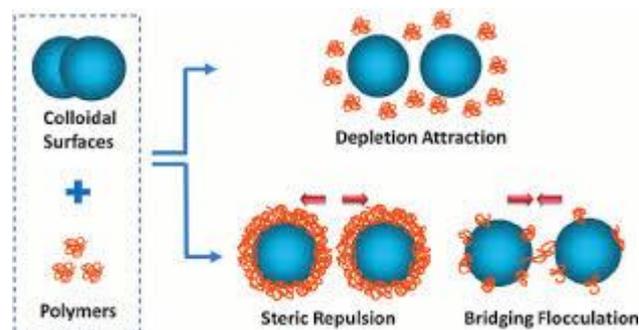
#### **f. Faktor yang Mempengaruhi Koagulasi dan Flokulasi**

Gaya antar molekul yang diperoleh dari agitasi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap laju terbentuknya partikel flok. Salah satu 28 faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan proses flokulasi adalah pengadukan secara lambat, keadaan ini memberi kesempatan partikel melakukan kontak atau hubungan agar membentuk penggabungan agglomeration. Pengadukan lambat ini dilakukan secara hati-hati karena flok-flok yang besar akan mudah pecah melalui pengadukan dengan kecepatan tinggi. Dalam pengolahan air, untuk mencapai proses koagulasi-flokulasi yang optimum diperlukan pengaturan semua kondisi yang saling berkaitan dan mempengaruhi proses tersebut. Kondisi-kondisi yang mempengaruhi antara lain adalah pH, suhu, konsentrasi koagulan dan pengadukan.

- 1) pH Suatu proses koagulasi dapat berlangsung secara sempurna jika pH yang digunakan berada pada jarak tertentu sesuai dengan pH optimum koagulan dan flokulan yang digunakan.
- 2) Suhu Proses koagulasi dapat berkurang pada suhu rendah kerana peningkatan viskositas dan perubahan struktur agregat menjadi lebih kecil sehingga dapat lolos dari saringan, sedangkan pada suhu tinggi yang mempunyai kerapatan lebih kecil akan mengalir ke dasar kolam dan merusak timbunan lumpur yang sudah terendap dari proses sedimentasi.

- 3) Konsentrasi koagulan Konsentrasi koagulan sangat berpengaruh terhadap tumbukan partikel sehingga penambahan koagulan harus sesuai dengan kebutuhan untuk membentuk flok-flok. Jika konsentrasi koagulan kurang mengakibatkan tumbukan antar 29 partikel berkurang sehingga mempersulit pembentukan flok. Begitu juga sebaliknya jika konsentrasi koagulan terlalu banyak maka flok tidak terbentuk dengan baik dan dapat menimbulkan kekeruhan kembali.
- 4) Pengadukan yang baik diperlukan untuk memperoleh koagulasi dan flokulasi yang optimum. Pengadukan terlalu lamban mengakibatkan waktu pertumbuhan flok menjadi lama, sedangkan jika terlalu cepat mengakibatkan flok- flok yang terbentuk akan pecah kembali ( Pararaja, 2008 )

## 6. Pengaruh polimer pada kestabilan sistem koloid pada air limbah industri tahu



*Gambar 2.1 Pengaruh polimer pada kestabilan sistem koloid pada air limbah industri tahu*

### 1. Bridging Flocculation

Jika polimer organik sintetis digunakan sebagai koagulan, bridging antar partikel dimulai dengan adsorpsi polimer pada bagian spesifik dari partikel koloid. Struktur yang dihasilkan tumbuh menjadi partikel tunggal beberapa kali lebih besar dari konstituen pembentuknya. Agar bridging ini dapat terbentuk, maka bagian dari

rantai polimer haruslah teradsorb pada bagian atas dari lebih dari satu partikel. Endapan dengan koagulan polimer biasanya terbentuk dengan mekanisme ini dimana polimer ini berperan sebagai 'jembatan'.(108802-ID-Bioflokulasi-Mikroorganisme-Dan-Peranann.Pdf, n.d.)

## 2. Steric Repulsion

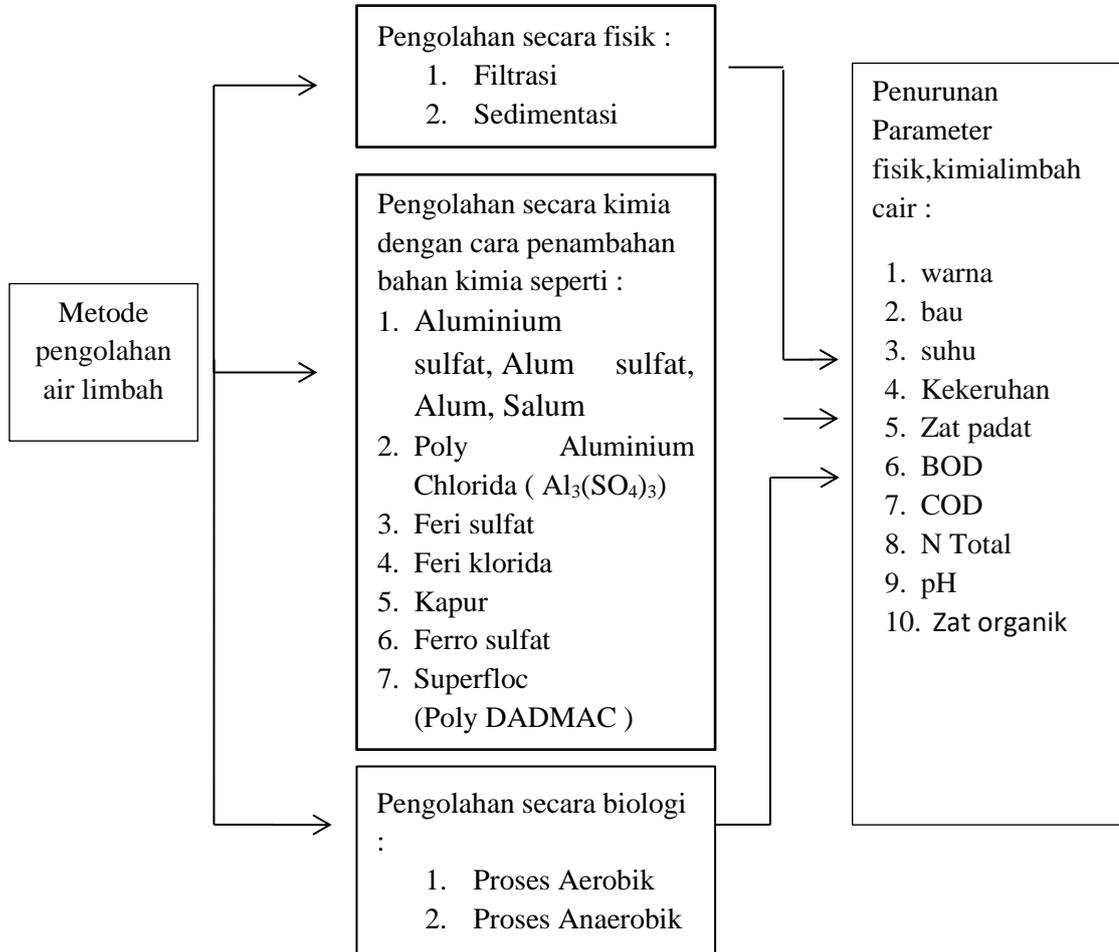
Efek polimer pada kestabilan system koloid yang paling banyak dikenal adalah steric stabilization. Dalam hal ini stabilitas terjadi oleh adanya molekul- molekul polimer yang teradsorbsi atau terikat pada permukaan partikel-partikel koloid. Stabilisasi sterik akan efektif bila sistem dapat memenuhi beberapa kondisi : pertama. ikatan cukup baik; kedua. penutupan permukaan harus sempurna; dan, ketiga, ketebalan lapisan sterik harus cukup besar.(Hudiyanti, 1999)

## 3. Depletion attraction

Polimer yang berada bebas dalam larutan juga dapat mempengaruhi kestabilan sistem koloid yang dikenal dengan nama depletionflocculation. Gaya yang menyebabkan terjadinya flokulasi jenis ini pertama kali diketahui oleh Asakura dan Oosawa (1954), Gaya ini muncul setiap kali partikel-partikel koloid saling mendekat sedemikian sehingga rantai-rantai polimer terusir dari daerah antar partikel tersebut. Secara kasar dapat dikatakan bahwa rusimya (depletion) molekul-molekul polimer terjadi jika jarak antar partikel kurang dari 'diameter' molekul polimer. Dalam jarak tersebut rantai polimer hanya dapat berada diantara partikel dengan cara kompresi. Cara ini menyebabkan hilangnya entropi konfigurasi yang secara termodinamika tidak disukai. Pengusiran rantai polimer dari daerah diantara partikel berarti bahwa telah terbentuk mikroreservoir dari solven murni pada zona antarpartikel. Oleh karena itu pendekatan yang lebih rapat lebih disukai dalam solven yang baik karena menghasilkan penurunan

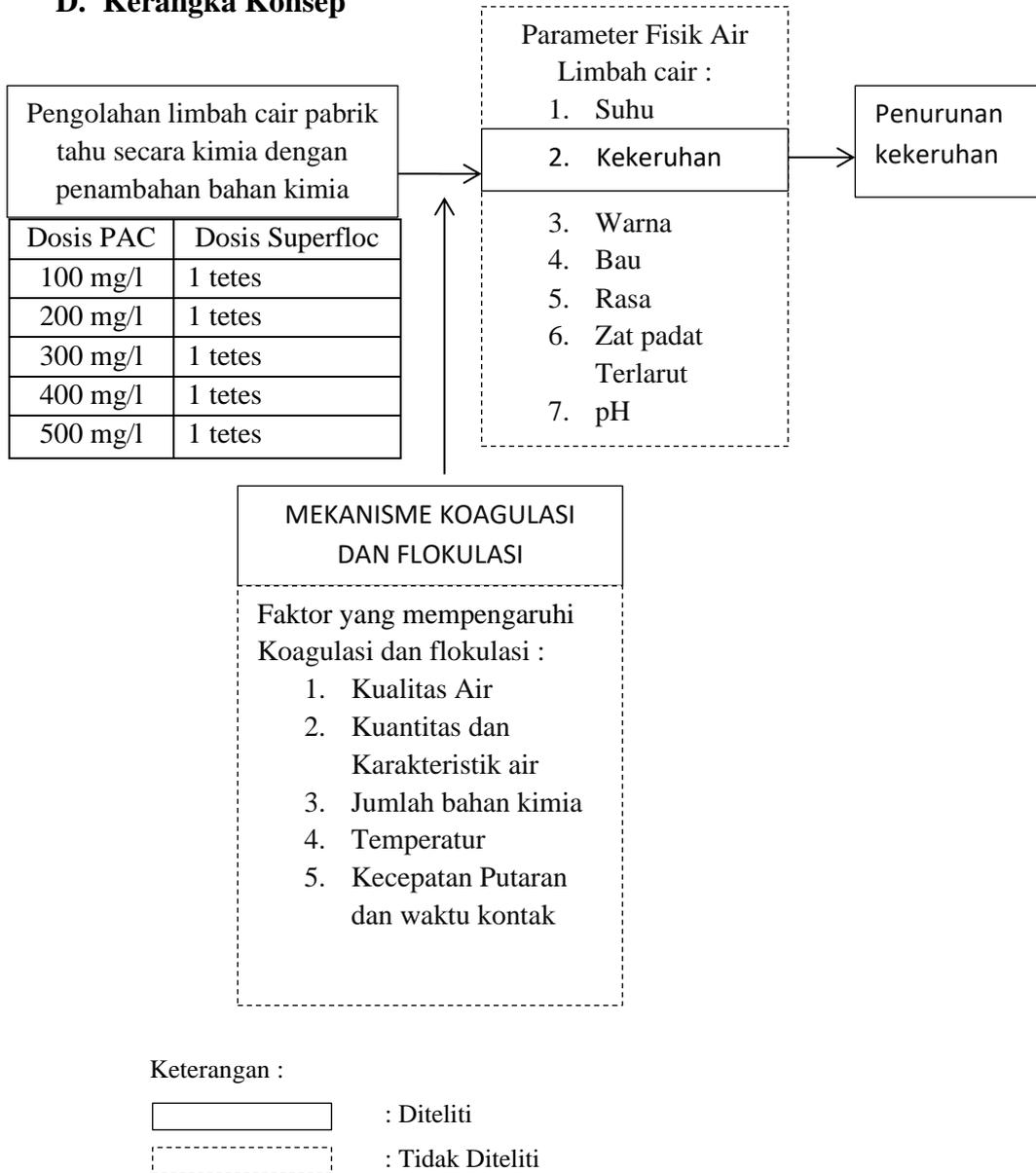
energi bebas ketika solven mumi didorong dari daerah di antara partikel-partikel dan bercampur secara spontan dengan larutan polimemnya.(Hudiyanti, 1999)

### C. Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

### D. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka Konsep