

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Penelitian Terdahulu

1. Telah diteliti oleh Nur Ismi Nilasari dengan judul “*Penurunan COD, TDS, TSS, Warna Limbah Batik Dengan Berbagai Koagulan*” Tahun 2020 dengan metode jartest dan jenis penelitian ini yang digunakan yaitu *Quasy Experiment* atau bersifat semu.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa dari ketiga jenis koagulan yang digunakan, koagulan alami (biji asam jawa) dan koagulan kimiawi ( $\text{FeCl}_3$  dan  $\text{FeSO}_4$ ) adalah yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD, TDS, TSS, dan warna. Persentase penurunan tertinggi pada koagulan  $\text{FeSO}_4$  sebesar 70%, TDS sebesar 86%, TSS sebesar 96%, dan warna sebesar 96%. Koagulan biji asam jawa sebesar 88%, TDS sebesar 23%, TSS sebesar 99,9%, dan warna sebesar 99,9%. Waktu pengadukan optimum koagulan  $\text{FeCl}_3$  pada parameter COD yaitu 5 menit, penurunan TSS yaitu 10 menit, dan penurunan Warna yaitu 15 menit. Waktu pengadukan koagulan  $\text{FeSO}_4$  pada penurunan TDS yaitu 25 menit.

Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang adalah pada penelitian terdahulu menggunakan variasi jenis koagulan kimia dan koagulan alami dengan parameter COD, TDS, TSS, dan Warna. Sedangkan pada penelitian sekarang hanya menggunakan koagulan alami dari biji asam jawa dengan parameter TSS.

Persamaan penelitian terdahulu dengan yang akan diteliti oleh peneliti lakukan ialah menggunakan alat jartest dan koagulan alami Biji Asam Jawa dengan variasi perlakuan dosis.

2. Telah diteliti oleh Bambang Fashal Suwardi dengan judul “*Kefektifan Koagulan Biji Asam Jawa (Tamarindus Indica) Dalam Menurunkan Kadar Total Suspended Solid Pada Limbah Cair Industri Batik*” Tahun 2017 dengan metode jarrest dan penelitian menggunakan design eksperimen sesungguhnya (*True Experiment*) dengan rancangan *pretest and posttest with control group*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata TSS (total padatan tersuspensi) sebelum perlakuan adalah 1660 mg/L, dan 1360 mg/L, 900 mg/L, 620 mg/L, dan 433,3 mg/L setelah perlakuan dengan koagulan biji asam jawa masing-masing 0 g/L, 1 g/L, 2 g/L, dan 3 g/L. Dosis koagulan biji asam jawa yang optimal untuk menurunkan total padatan tersuspensi (TSS) adalah 3 g/L, dengan tingkat efektivitas sebesar 72,89%.

Perbedaan dari penelitian diatas dengan yang akan peneliti lakukan ialah perbedaan variasi perlakuan dosis koagulan biji asam jawa yang diberi dan dan waktu pengadukan.

Persamaan penelitian terdahulu dengan yang akan diteliti oleh peneliti lakukan ialah menggunakan alat jarrest dan menggunakan koagulan biji asam jawa.

## **B. Landasan Teori**

### **1. Limbah Industri Batik**

Limbah batik termasuk dalam limbah cair karena bentuknya yang cair. Limbah cair mempunyai dampak negatif bagi lingkungan karena mengandung zat-zat beracun yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan dan kehidupan makhluk hidup di sekitarnya. Kandungan bahan organik yang tinggi pada limbah batik berasal dari proses penghilangan kanji, penggelantangan, pelepasan wax, dan pencelupan.

Padatan tersuspensi yang mengandung senyawa zat organik secara umum terdapat pada air limbah. Untuk itu, perlu dihilangkan dengan dilakukannya pengolahan sehingga air limbah dapat mencapai standar

persyaratan yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan sesuai ketentuan (Said, 2017).

Kandungan yang terdapat pada limbah cair batik terdiri dari 99,9% air dan 0,1% padatan. Komponen lain yang terkandung pada limbah cair batik yaitu zat warna yang berasal dari proses pewarnaan atau pencucian. Senyawa organik dan anorganik yang dihasilkan dari bahan padat dihasilkan dari proses pewarnaan yang terkandung pada zat warna (Purnamasari, 2001).

Jika hasil proses pewarnaan dalam membatik dibuang ke sungai maka warna yang kuat dapat mengurangi kualitas air sungai maupun perairan lainnya terutama pada keestetikaan air sungai. Bahan pencelup banyak yang mengandung molekul organik yang tidak stabil dan tidak dapat dihancurkan secara biologis. Pengolahan air limbah secara fisika, kimia, ataupun biologi dapat mengurangi warna air limbah secara efisien dan efektif (G. Alaerts dan Santika, 2010). Proses penganjian, menghasilkan zat organik yang banyak mengandung zat padat tersuspensi. Apabila zat ini tidak segera dilakukan pengolahan maka akan menimbulkan bau yang tidak sedap (Mubarokah, 2010).

a. Karakteristik Limbah Batik

Karakteristik limbah batik terdiri dari:

1) Karakteristik fisik

Karakteristik fisik pada limbah cair batik adalah zat padat, suhu, warna, dan bau.

2) Karakteristik kimia

Karakteristik kimia dilihat dari adanya zat-zat kimia organik dan anorganik yang banyak terdapat limbah cair batik seperti COD (*Chemical Oxygen Demand*), karbohidrat, minyak, lemak, protein, zat organik aromatik (zat warna, alkali, asam dan garam), serta surfaktan.

## b. Pengolahan Limbah Cair Industri Batik

Air limbah industri batik yang diolah menghasilkan efluen yang memungkinkan badan air untuk menyerap buangan tanpa menyebabkan kerusakan fisik, biologis, atau kimiawi. Proses pengolahan bertujuan untuk menghilangkan atau mengurangi zat dan bahan pencemar dari limbah batik. Menurut Bambang dan Harsanti (2010) terdapat tiga cara dalam mengolah limbah cair batik berdasarkan karakteristik, yaitu:

### 1) Pengolahan limbah cair secara fisik

Pengolahan fisik air limbah bertujuan untuk memisahkan bahan pencemar dalam bentuk padat dari air limbah. Pengolahan air limbah secara fisik dapat dilakukan melalui penyaringan dan pengendapan. Filtrasi dimaksudkan untuk memisahkan padatan tersuspensi/mengambang seperti lilin batik, pewarna dan bahan kimia lain yang tidak larut. Sedangkan pengendapan bertujuan untuk memisahkan padatan yang dapat mengendap.

### 2) Pengolahan limbah secara biologi

Pengolahan limbah secara biologis memanfaatkan mikroorganisme di dalam air untuk memecah polutan yang terkandung. Pengolahan ini digunakan untuk mengolah air limbah yang dapat terurai secara hayati.

### 3) Pengolahan limbah secara kimia

Pengolahan limbah secara kimia bertujuan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah diendapkan.

Pengendapan pada air limbah dilakukan dengan menambahkan bahan kimia untuk menteralkan air limbah karena adanya reaksi antara zat kimia dan limbah cair. Penambahan bahan kimia disertai dengan pengadukan cepat maka akan terjadi penggumpalan atau terbentuk endapan. Zat-zat pengendap yang ditambahkan seperti *Fero Sulfat*, *Feri Clorida*, kapur, *Alumunium Sulfat*, dan lain sebagainya.

c. Dampak limbah cair batik

Proses pembatikan membutuhkan air untuk membantu proses produksinya. Dalam proses pembatikan dihasilkan mencapai 80% dari seluruh jumlah air yang digunakan. Jika hasil kegiatan yang ada pada proses pembatikan menghasilkan limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan atau proses lainnya dibuang ke sungai ataupun saluran drainase maka terjadi penemaran lingkungan (Suprihatin, 2014).

Adapun limbah yang dihasilkan oleh industri batik Sidomukti, Magetan tidak terdapat dilakukan pengolahan tetapi langsung dibuang ke Sungai Gandong Magetan. Hal ini akan memberikan dampak buruk seperti penurunan kualitas terhadap lingkungan serta mengganggu kesehatan manusia.

Kandungan yang tinggi pada limbah batik seperti pH, TSS, BOD, COD, dan kadar warna yang tinggi akan membahayakan lingkungan. Hal ini akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air dan organism akuatik (Susanti, 2008). Suhu yang tinggi mengakibatkan oksigen terlarut atau DO (*Dissolved Oxygen*) pada air menurun dan membunuh organisme. Keadaan yang seperti ini akan mengganggu keseimbangan ekosistem air. Bau busuk pada perairan air sungai disebabkan karena kandungan nitrogen pada air limbah berubah menjadi senyawa nitrat (Setyaningsih, 2007).

Limbah cair batik mengandung bahan-bahan yang sulit terurai atau larut. Proses pewarnaan menghasilkan limbah cair yang keruh dan pekat. Air yang digunakan dalam proses pembatikan diolah dengan bahan kimia yang mengandung banyak polutan atau zat beracun yang dapat menyebabkan gangguan pada lingkungan, manusia, hewan, dan tumbuhan.

Kandungan zat warna yang dihasilkan selama proses pencelupan mempengaruhi pH dan kandungan oksigen dalam air. Hampir semua zat warna kimia bersifat racun yang akan menyebabkan tumbuhnya

penyakit kanker jika masuk ke dalam tubuh manusia (Sunarto, 2008). Menurut (Ricki M.Mulia, 2005) dampak buruk pada limbah cair industri batik akan menimbulkan gangguan, diantaranya yaitu:

1) Gangguan terhadap kesehatan

Bahan kimia berbahaya yang ditemukan dalam proses batik adalah naftol dan pewarna reaktif. Efek negatif dari pewarna kimia dalam proses pewarnaan adalah kanker kulit. Hal ini terjadi karena pengrajin batik tidak menggunakan alat pelindung diri seperti sarung tangan untuk keselamatan. Akibatnya, kulit terus menerus bersentuhan dengan pewarna kimia yang berbahaya.

2) Penurunan kualitas lingkungan

Jika air limbah dibuang langsung ke sungai, akibatnya air akan tercemar dan air tanah akan terkontaminasi, maka kualitas air juga akan berkurang. Jumlah polutan dalam air limbah menyebabkan berkurangnya konsentrasi oksigen yang terlarut dalam air.

3) Gangguan kerusakan benda

Air limbah yang mengandung gas CO<sub>2</sub> dapat merusak benda-benda yang terbuat dari besi. Kerusakan ini mempengaruhi biaya perawatan dan menyebabkan kerugian material. Selain itu, air limbah yang bersifat asam dengan pH rendah atau air limbah yang bersifat basa dengan pH tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada benda-benda.

d. Parameter Limbah Cair Industri Batik

Upaya yang dilakukan Pemerintah Jawa Timur untuk menahan laju beban pencemar diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019.

Berikut merupakan ketentuan baku mutu air limbah untuk industri batik:

*Tabel 2.1 Baku Mutu Llimbah Cair Industri Tekstil Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.14/2019*

Baku Mutu	Debit			Satuan
	$\leq 100$ m <sup>3</sup> /hari	$100 < x <$ $1000$ m <sup>3</sup> /hari	$\geq 1.000$ m <sup>3</sup> /hari	
<b>BOD</b>	60	45	35	mg/L
<b>COD</b>	150	125	115	mg/L
<b>TSS</b>	50	40	30	mg/L
<b>Fenol Total</b>	0,5	0,5	0,5	mg/L
<b>Crom Total</b>	1	1	1	mg/L
<b>Amoniak</b>	8	8	8	mg/L
<b>Sulfida</b>	0,3	0,3	0,3	mg/L
<b>Minyak Lemak</b>	3	3	3	mg/L
<b>pH</b>	6-9	6-9	6-9	-
<b>Warna</b>	200	200	200	Pt-Co
<b>Suhu</b>	Deviasi 2*	Deviasi 2*	Deviasi 2*	°C
<b>Debit Maksimum</b>	100	100	100	m <sup>3</sup> /ton produk

## 2. Air Limbah

### a. Pengertian Air Limbah

Ada beberapa pengertian yang menjelaskan tentang air limbah, diantaranya yaitu:

- 1) Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: Kep. 51/MENLH/10/1995 Limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan.
- 2) Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair yang dibuang ke lingkungan yang dapat menurunkan kualitas lingkungan.

- 3) Menurut Peraturan Pemerintah Republik Industri Nomor 82 Tahun 2001 air limbah adalah sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair.

b. Sumber Air Limbah

Menurut Prof. Dr. Soekidjo Notoatmodjo (2003) air limbah berasal dari berbagai sumber yang dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

- 1) Air limbah domestik (*domestic wastes water*)

Air limbah domestik berasal dari permukiman penduduk seperti air bekas cucian dapur, kamar mandi, dan pada umumnya terdiri dari bahan-bahan organik.

- 2) Air Limbah Industri (*industri wastes water*)

Air limbah industri berasal dari berbagai kegiatan di suatu industri akibat proses produksi. Zat yang terkandung pada air limbah industri seperti nitrogen, sulfida, amoniak, lemak, garam-garam, mineral, zat pewarna, logam berat, zat pelarut, dan lain sebagainya.

- 3) Air limbah kota praja (*municipal wastes water*)

Air limbah kota praja berasal dari daerah perkantoran, perdagangan, hotel, restoran, tempat-tempat ibadah, restoran, dan lain sebagainya.

### 3. TSS (*Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solid (TSS) adalah residu padatan total yang tertahan oleh saringan yang ukuran partikel maksimumnya lebih besar dari ukuran partikel koloid sebesar  $\mu\text{m}$ . Tanah liat dan beberapa bahan organik adalah contoh padatan tersuspensi, yang terdiri dari partikel-partikel yang lebih kecil dalam ukuran dan beratnya dibandingkan dengan sedimen. TSS merupakan sumber kekeruhan dalam air karena merupakan padatan yang tidak larut dan tidak dapat mengendap (Ahmat, 2006). Menurut Alabaster & Lioyd (1982) Padatan tersuspensi dapat



menjadi racun jika teroksidasi secara berlebihan oleh organisme, mengurangi kadar oksigen terlarut dan berpotensi membunuh organisme.

TSS adalah tempat terjadinya reaksi kimia heterogen dan bertindak sebagai bahan pembentuk sedimen paling awal yang menghalangi kemampuan untuk menghasilkan bahan organik; TSS hadir dalam bentuk komponen biologis seperti fitoplankton, bakteri dan jamur, dan komponen biologis seperti partikel organik. Padatan tersuspensi dalam limbah cair menunjukkan tingkat kekeruhan, semakin banyak padatan tersuspensi, semakin tinggi tingkat kekeruhan. Baku mutu TSS pada air limbah berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia P.16/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2019 ambang batas maksimal pada TSS yaitu 50 mg/L.

Protein dalam biji asam jawa memiliki sifat membentuk ion positif dari gugus amino ketika dilarutkan dalam air. Sifat ini bereaksi dengan koagulan polimer yang bermuatan positif dan berinteraksi dengan partikel koloid yang bermuatan negatif dalam limbah batik. Proses ini menyebabkan kekeruhan melalui pengadukan. Dari proses ini, partikel koloid membentuk mikroflok melalui mekanisme adsorpsi (Hidayat, 2006).

#### **4. Koagulasi dan Flokulasi**

Koagulasi-flokulasi adalah proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan partikel tersuspensi yang sukar larut dalam air limbah dan tidak dapat dihancurkan dengan perlakuan fisik. Koagulasi adalah pencampuran koagulan dengan air limbah dengan putaran tinggi dalam waktu tertentu. Bahan kimia yang perlu mengendapkan partikel kecil yang sulit larut atau mengendap disebut koagulan. Menurut Susanto (2008), koagulasi adalah proses penggabungan partikel-partikel membentuk flok-flok pada proses pengolahan air limbah.

Salah satu tujuan koagulasi adalah untuk mengubah partikel solid dalam air yang tidak dapat dilarutkan menjadi partikel yang dapat dilarutkan sehingga dapat mengendap dengan baik. Hal ini terjadi karena pencampuran koagulan yang mengubah partikel tersuspensi dari padatan kecil dan ringan menjadi partikel yang lebih berat dan lebih besar (flok) serta lebih mudah mengendap. (Susanto, 2008).

Tahapan proses koagulasi dilakukan melalui pengadukan koagulan dan air sehingga terjadi netralisasi muatan. Air yang mengandung partikel tersuspensi sebagian besar bermuatan negatif, sehingga partikel-partikel tersebut cenderung saling tolak-menolak dan dengan demikian tetap stabil di dalam air. Koagulan yang ditambahkan dapat menetralkan muatan negatif (Susanto, 2008).

Sedangkan flokulasi adalah proses di mana partikel-partikel kecil menggumpal menjadi partikel-partikel yang lebih besar untuk menghilangkan kekeruhan dari air. Pengadukan lambat adalah faktor yang mempengaruhi proses flokulasi karena terjadi penggabungan antar partikel-partikel. Pengadukan lambat dalam proses flokulasi dilakukan dengan hati-hati agar flok yang besar mudah dihancurkan oleh pengadukan cepat (Susanto, 2008).

Tahapan pada proses koagulasi-flokulasi menurut Susanto (2008), yaitu:

a. Proses pengadukan cepat

Tujuan dari proses pengadukan cepat adalah untuk mengimbangi koagulan dengan air limbah sehingga kondisi menjadi homogen. Molekul dan ion koagulan yang bermuatan positif dapat melihat partikel bermuatan negatif dalam air. Proses pengadukan cepat membutuhkan waktu dan energi yang banyak Hal ini karena hidrolisis koagulasi terjadi dengan sangat cepat dan partikel-partikel menjadi tidak stabil dalam waktu singkat (Elykurniati, 2010).

b. Proses pengadukan lambat

Tujuan dari pengadukan lambat dalam proses flokulasi koagulasi adalah untuk membuat partikel flokulan menjadi lebih besar dan lebih berat untuk mempercepat proses sedimentasi.

Dalam pengoahan air menggunakan metode koagulasi-flokulasi untuk mencapai hasil yang optimum maka perlu keterkaitan dan saling mempengaruhi. Menurut Susanto (2008) faktor-faktor yang mempengaruhi hasil tersebut, antara lain adalah:

1) Pengaruh suhu

Peningkatan viskositas dan perubahan struktur agregat menyebabkan proses koagulasi melambat pada suhu rendah. Agregat menjadi lebih kecil sehingga dapat dengan mudah disaring. Karena partikel-partikel tersebut memiliki densitas yang lebih rendah pada suhu tinggi, partikel-partikel tersebut dapat mengalir ke dasar dan merusak tumpukan lumpur.

2) Pengaruh pH

pH optimum dapat membantu proses koagulasi-flokulasi menghasilkan proses yang sempurna.

3) Pengaruh koagulan

Tumbukan partikel secara signifikan dipengaruhi oleh konsentrasi koagulan. Untuk membuat flok, penambahan koagulan harus tepat. Jika konsentrasi koagulan lebih rendah, tumbukan antar partikel akan berkurang, yang dapat membuat pembuatan flok menjadi lebih sulit. Sementara itu, jika konsentrasi koagulan terlalu tinggi, flok tidak akan berkembang dengan baik, yang dapat menyebabkan kekeruhan di dalam air sekali lagi.

4) Proses pengadukan

Pengadukan yang sesuai dapat menghasilkan koagulasi-flokulasi. Pengadukan yang terlalu lama akan mengakibatkan waktu pembentukan flok menjadi lama. Pengadukan terlalu cepat maka mengakibatkan flok-flok yang terbentuk menjadi pecah.

## 5. Asam Jawa (*Tamarindus Indica L.*)

### a. Asam Jawa (*Tamarindus Indica*)

Menurut Puspasari (2014) klasifikasi asam jawa yaitu sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Sub Kingdom : Tracheobionta  
Divisio : Spermatophyta  
Sub Divisio : Magniliophyta  
Classis : Magnoliopsida  
Sub Classis : Risidae  
Ordo : Fabales  
Familia : Fabaceae  
Genus : Tamarindus  
Species : Tamarindus Indica L.



Gambar 2.1 Buah Asam Jawa

Biji asam berwarna coklat tua atau hitam mengkilat dan memiliki bentuk yang tidak teratur. Inti biji asam jawa terdiri dari lembaga (embrio) dan puti lembaga (albumen), jaringan cadangan makanan untuk permulaan pertumbuhan. Kulit biji terdiri dari lapisan luar, dalam, dan tengah (Lucmana, 2005).

**b. Kandungan Biji Asam Jawa (*Tamarindus Indica*)**

Biji asam jawa (*Tamarindus Indica*) dimanfaatkan sebagai koagulan berbasis biomassa dan biodegradable yang ramah lingkungan. Dalam meningkatkan nilai guna pada biji asam jawa dipemanfaatkan sebagai bahan utama pembuatan koagulan alami yang hingga saat ini masih belum termanfaatkan. Menurut Kumar et.al., 2008 kandungan yang terdapat pada biji asam jawa yaitu sebagai berikut:

*Tabel 2.2 Kandungan Biji Asam Jawa*

<b>Komponen</b>	<b>Inti Biji (%)</b>	<b>Kulit Biji (%)</b>
Kelembaban	11,4 – 22,7	11,0
Protein	15,0 – 20,9	-
Lemak/minyak	3,9 – 16,2	-
Serat kasar	2,5 - 8,2	21,6
Karbohidrat	65,1 – 72,2	-
Ash Contain	2,4 - 4,2	7,4
Gula Prediksi	-	-
Tanin	-	20,2
Tanin	-	20,2

Kandungan pada biji asam jawa yang dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alami dalam pengolahan air secara kimia seperti pada koagulasi-flokulasi karena mengandung beberapa zat diantaranya yaitu:

1) Protein

Protein adalah jenis polimer yang terdiri dari asam amino. Protein adalah bahan penyusun utama sel pada hewan dan manusia. Protos berasal dari kata Yunani, yang berarti pertama, dan pereos, yang berarti utama, adalah asal kata protein.. Pada biji-bijian protein berperan sebagai komponen penyimpanan dan transportasi hara. Protein sebagai komponen penyimpanan merupakan cadangan makanan yang dibutuhkan untuk

perkembangan dan pertumbuhan. Misalnya putih telur terbuat dari ovalbumin, sedangkan susu terbuat dari kasein. Protein yang mengangkut nutrisi adalah protein yang dapat menempel dan mengangkut ion atau molekul ke seluruh tubuh. Sebagai contoh, hemoglobin membawa oksigen di sekitar jantung dan jaringan untuk menghasilkan energi (Dwi Wahyu, 2017).

Menurut (Dwi Wahyu, 2017) protein sebagai makromolekul memiliki karakteristik, yaitu sebagai berikut:

- a) Memiliki bobot molekul yaitu 5000- 1 juta lebih.
- b) Senyawa kimia protein terdiri dari bagian-bagian senyawa protein, yang terdiri dari asam amino sebagai unit molekul dan unsur-unsur kimia seperti C, H, O, N, S, P, Fe, Cu, Zn, dan I.
- c) Protein memiliki massa molar yang tinggi, yaitu  $5000 \text{ gr} - 1 \times 10^{-7} \text{ g}^{16}$ .
- d) Protein disusun oleh 20 Asam Amino.

Menurut (Dwi Wahyu, 2017) protein memiliki sifat kimia, yaitu:

- a) Bersifat amfoter, yaitu kemampuan yang dapat bereaksi dengan asam dan basa.
- b) Pengikatan ion, protein juga dapat mengikat ion dan anion. Jika pH terlalu tinggi, protein yang merupakan ion negatif dapat mengikat kation, dan protein yang merupakan ion positif dapat mengikat anion..
- c) Hidrasi protein, yaitu protein dapat membentuk hidrat dengan air. Molekul protein mengandung gugus-gugus nitrogen atau atom oksigen yang mengandung pasangan elektron mampu membentuk ikatan hidrogen. Nitrogen dapat menarik hidrogen pada molekul air. Molekul air yang terikat dapat menarik molekul air lain untuk membentuk agregat air yang dapat terbentuk di sekitar gugus polar pada molekul protein.

- d) Reaksi pewarnaan
- e) Hidrolisa
- f) Oksidasi-reduksi
- g) Sifat koloid
- h) Sifat sensoris

Adapun sifat fisika-kimiawi protein menurut (Galuh Ratmana, 2017), diantaranya yaitu:

- a) Merupakan molekul yang sangat vital untuk organisme dan terdapat di semua sel.
- b) Sifat fisikakimia setiap protein tidak sama tergantung jumlah dan jenis asam amino.
- c) Berat molekul sangat besar.
- d) Terdapat protein yang larut dalam air dan juga tidak larut dalam air.
- e) Protein tersusun oleh 20 macam asam amino.
- f) Bila suatu larutan protein ditambahkan garam, maka daya larut protein akan berkurang. Akibatnya, protein akan terisah sebagai endapan.
- g) Apabila protein dipanaskan maka akan terjadi penggumpalan.
- h) Protein dapat bereaksi dengan asam atau basa.

Molekul asam amino dapat membentuk ikatan kovalen dengan molekul asam amino lain melalui ikatan amida atau ikatan peptida. Ikatan peptida adalah ikatan antara gugus amina asam amino dan gugus karboksil unit asam amino. Ikatan kovalen juga dapat dibentuk antara gugus karboksilat asam amino dan gugus amino-amino molekul asam amino dengan melepaskan molekul air. Reaksi kimia khas yang dihasilkan dari hidrolisis peptida adalah hidrolisis polipeptida dengan memanaskannya dalam lingkungan basa atau asam kuat untuk menghasilkan asam amino dalam bentuk bebas. Komponen

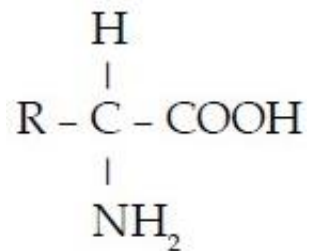
senyawa kimia protein dapat dicirikan oleh peptida, asam amino, atau komponen unsur kimia (Dwi Wahyu, 2017).

## 2) Asam Amino

### a) Definisi dan Struktur Asam Amino

Asam amino adalah senyawa yang terdiri dari Setiap asam amino terdiri dari satu atom karbon, satu gugus amino, satu gugus karboksil, dan satu gugus R dalam molekul yang sama. Asam amino terdiri dari atom karbon yang terikat pada atom hidrogen. Identitas asam amino dan sifat spesifiknya dapat ditentukan oleh keberadaan gugus R pada asam amino (Dwi Wahyu, 2017).

Rumus umum pada asam amino yaitu:



Asam amino memiliki struktur dasar yang sama untuk membedakan antara asam amino yang satu dengan yang lainnya.

Berdasarkan polaritas -R, asam amino dapat dikelompokkan menjadi:

- 1) Asam amino polar bermuatan: bersifat asam dan basa
- 2) Asam amino polar tidak bermuatan: mengandung, H, hidroksi, S dan amida.
- 3) Asam amino non polar: mengandung hidrokarbon alifatik, aromatik, S dan siklik.

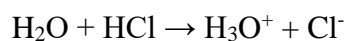


## b) Sifat Asam-Basa Asam Amino

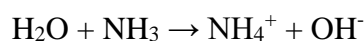
Amino adalah suatu senyawa yang memiliki gugus aktif amina(-NH) dan karboksil (-COOH). Suatu asam amino dapat mengalami reaksi asam-basa internal yang menghasilkan suatu ion dipolar atau disebut juga dengan *zwitter ion*. Ion zwitter yaitu asam amino yang dapat melepaskan dan menerima proton ( $H^+$ ). Akibatnya, molekul memiliki muatan negatif dan positif. Pada pH tertentu (pH di mana molekul tidak memiliki muatan atau muatan nol) atau titik isoelektrik, gugus amina asam amino terprotonasi (-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) dan bermuatan positif, sedangkan gugus karboksil terdeprotonasi (-COO<sup>-</sup>) dan bermuatan negatif, sehingga asam amino bersifat amfoter (Dwi Wahyu, 2017).

Sifat amfoter pada asam amino berarti dapat bereaksi dengan asam dan basa. Artinya dapat bereaksi dengan larutan asam ataupun basa dan menghasilkan suatu muatan anion atau kation. Zat dapat bereaksi jika zat tersebut berada di lingkungan asam kuat maka zat tersebut bersifat basa, jika zat tersebut berada pada lingkungan basa kuat maka zat tersebut bersifat asam. Contoh zat yang bersifat amfoter yaitu air (H<sub>2</sub>O).

- Air bersifat basa, karena HCL merupakan asam kuat



- Air bersifat asam karena NH<sub>3</sub> merupakan basa kuat.



Beberapa asam amino adalah kation, atau bermuatan positif, dalam larutan asam (pH asam), sementara beberapa asam amino adalah anion, atau bermuatan negatif, dalam larutan basa (pH basa). Karena tidak memiliki muatan, asam amino berada pada titik isoelektrik atau netral pada pH tertentu. Sebagai contoh, titik isolasi asam amino pada pH 3

bersifat asam, sehingga larutan yang lebih asam perlu mengambil proton dari proton karboksilat. Sebaliknya, titik isolasi basa asam amino pada pH 9-10 bersifat basa, sehingga larutan yang lebih basa perlu mengambil proton dari proton karboksilat (Dwi Wahyu, 2017).

c) Denaturasi Protein

Denaturasi protein adalah ketika protein atau asam nukleat kehilangan struktur tersier dan sekundernya. Pengembangan lipatan molekul dalam protein terdenaturasi akan membuka gugus reaktif yang ada dalam rantai polimer, kemudian gugus reaktif ini akan diikat kembali. Jika terdapat cukup banyak unit ikatan, protein tidak akan terdispersi seperti koloid lagi, dan akan mulai menggumpal. Jika ikatan pada gugus reaktif cukup kuat untuk menahan seluruh cairan, maka akan terbentuk gel. Jika terpisah dari cairan, protein akan mulai mengendap. Dan ketika larutan protein mendekati pH maka akan terjadi penggumpalan dan pengendapan (Mimin Kusmiyati, 2016).

Menurut (Dwi Wahyu, 2017) denaturasi protein mempunyai sisi positif dan negatif.

Sisi negatif denaturasi antara lain:

- a) Protein kehilangan aktivitas biologisnya
- b) Pengendapan protein
- c) Protein kehilangan beberapa sifat fungsional

Sisi positif denaturasi yaitu:

- a) Denaturasi panas pada inhibitor tripsin dalam legume dapat meningkatkan ketersediaan dan pencernaan biologis protein legum.
- b) Protein dapat lebih mudah dicerna.
- c) Denaturasi oleh panas merupakan prasyarat pembuatan gel protein yang dipicu oleh panas.

Ciri khas denaturasi protein adalah sebagai berikut:

- a) Sifat alamiah protein menghilang
- b) Prosesnya terjadi secara kooperatif
- c) Merusak ikatan-ikatan lemah

Menurut (Galuh Ratmana, 2017) faktor yang dapat mendenaturasi protein antara lain:

- a) Panas

Ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik non-polar dapat dipisahkan oleh panas. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa suhu tinggi memiliki kemampuan untuk meningkatkan energi kinetik dan membuat molekul yang membentuk protein bergetar atau bergerak dengan kecepatan tinggi sehingga dapat memutus ikatan tersebut. Protein akan terdenaturasi saat dipanaskan, yang akan mengurangi kapasitasnya untuk mengikat air. Panas mengganggu ikatan non-kovalen dalam struktur alami protein, tetapi tidak dapat memecahkan ikatan kovalen menjadi peptida, hal ini menyebabkan terjadinya pengendapan atau koagulasi pada larutan.

- b) Asam dan basa

Kekeruhan maksimum terjadi ketika protein mencapai titik isoelektriknya. Pada titik ini, protein mengalami perubahan sifat serta meningkatkan kekeruhan dan penggumpalan. Asam dan basa dapat memecah jembatan garam dengan adanya muatan ionik.

- c) Pelarut organik yang dapat merusak ikatan hidrogen
- d) Ion logam berat, bereaksi dengan ikatan disulfida dan asam amino asam.
- e) Menarik protein untuk memutuskan ikatan silang dan membentuk padatan.

Beberapa faktor dapat menyebabkan denaturasi protein, seperti pemanasan, suasana asam dan basa, kation logam berat, dan penambahan garam jenuh. Pemanasan dapat menghapus ikatan hidrogen dari struktur protein sekunder dan tersier, menyebabkan sisi hidrofobik gugus samping polipeptida terbuka. Hal ini akan menyebabkan protein menjadi lebih larut dan akhirnya menggumpal dan mengendap. Proses ini disebut koagulasi (Dwi Wahyu, 2017).

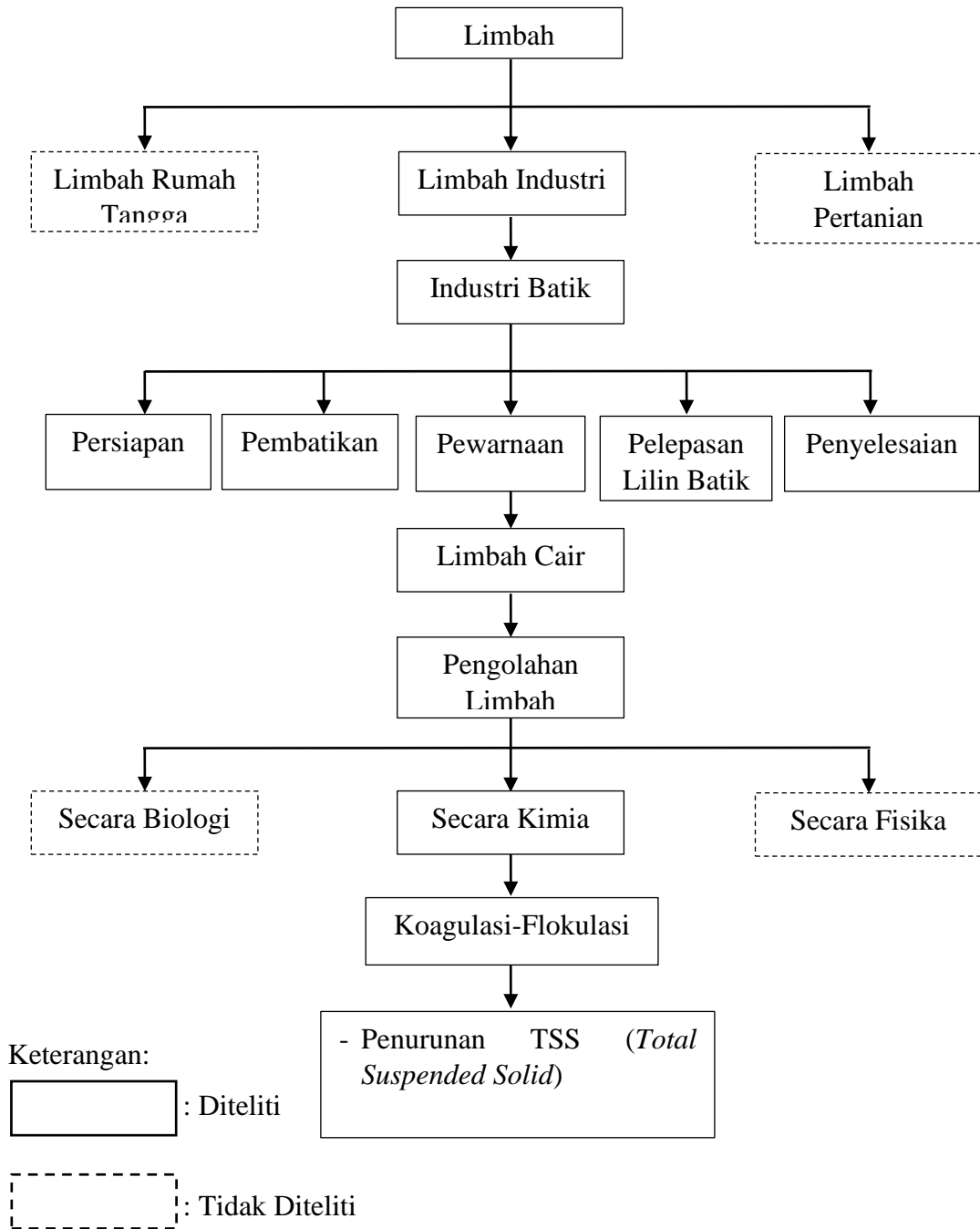
Menambahkan asam atau basa akan mengganggu interaksi ionik yang terbentuk antara gugus R polar dari asam amino yang membentuk protein, sehingga mengakibatkan perubahan pH. Lebih jauh lagi, penambahan garam encer pada protein akan meningkatkan kelarutannya. Pada konsentrasi rendah, interaksi hidrofilik antara molekul dan air menjadi lebih kuat. Sebaliknya, ketika larutan garam konsentrasi tinggi ditambahkan, kelarutan protein menurun, menghasilkan transfer larutan air ke molekul protein dan berpindah ke garam. Akibatnya, kelarutan protein menurun (Dwi Wahyu, 2017).

### 3) Tanin

Tanin merupakan zat aktif yang menyebabkan proses koagulasi dan polimer alami yang berfungsi sebagai flokulan. Kandungan tanin pada biji asam jawa dapat menghambat pertumbuhan bakteri/mikroba. Tanin yang terkandung dalam biji asam jawa berperan untuk membunuh mikroba dan dapat membentuk larutan koloidal (Hendriarianti dan Suhasri, 2011). Dalam lingkungan yang tepat, tanin pada biji asam jawa dapat membentuk ikatan kompleks yang kuat dengan protein dan molekul lainnya. Sifat tanin berfungsi sebagai pengikat ion  $H^+$  dan menetralkan pH air.

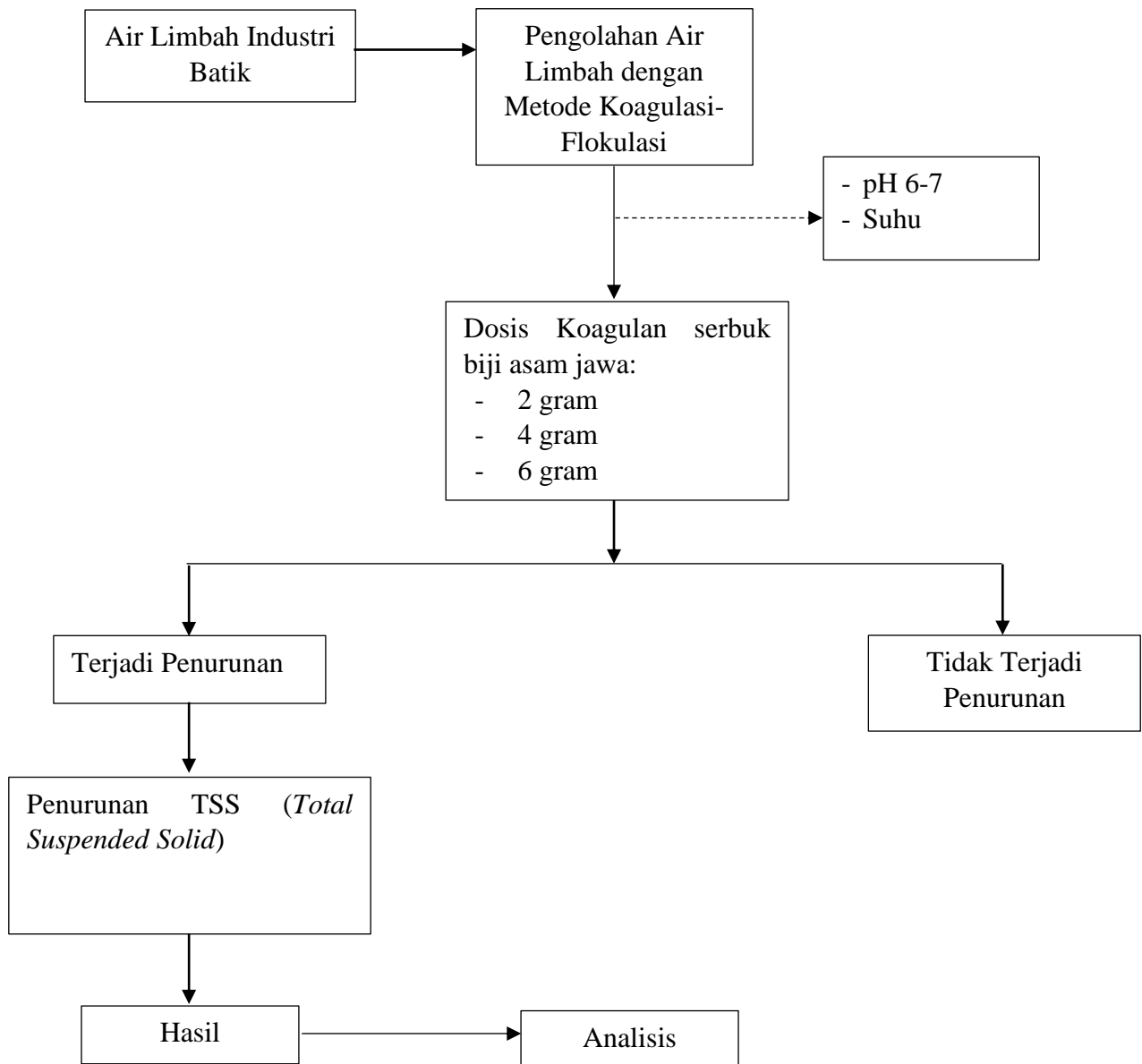
### C. Kerangka Teori

Gambar 2.2 Kerangka Teori



#### D. Kerangka Konsep

Gambar 2.3 Kerangka Konsep



Keterangan:

—————> : Diteliti

- - - - -> : Tidak Diteliti

