

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Biji Asam Jawa (*Thamarindus indica*)

##### 1. Sejarah Tanaman Biji Asam Jawa



Gambar 2.1 : Asam Jawa (*Thamarindus indica*)

Sumber : Heyne K, 1987 dalam (American Journal of Sociology 2019)

Asam Jawa (*Tamarindus indica*) Merupakan sebuah kultivar daerah tropis dan termasuk tumbuhan berbuah polong. Batang pohonnya yang cukup keras dapat tumbuh menjadi besar dan daunnya rindang. batang pohonnya yang cukup keras dapat tumbuh menjadi besar dan daunnya rindang. Daun asam jawa bertangkai panjang, sekitar 17cm dan bersirip genap. Bunganya bewarna kuning kemerah-merahan dan buah polongnya bewarna coklat dengan rasa khas asam. Di dalam buah polong selain terdapat kulit yang membungkus daging buah, juga terdapat biji berjumlah 2-5 yang berbentuk pipih dengan warna coklat agak kehitaman.

*Tamarindus indica* adalah suatu spesies pohon yang hidup di daerah tropis dan subtropis, termasuk dalam *genus monotipik*, dan berasal dari *subfamily Caesalpinioideae family-nya Leguminosae (Fabaceae)*. Berikut adalah klasifikasi.

*Tamarindus indica* di dalam Integrated Taxonomic Information System – Plant Data base :

*Kingdom* : *Plantae*  
*Sub Kingdom* : *Tracheobionta*  
*Division* : *Spermatophyta*  
*Sub Division* : *Magnoliophyta*  
*Class* : *Magnoliopsida*  
*Sub Class* : *Risidae*  
*Ordo* : *Fabales*  
*Family* : *Fabaceae*  
*Genus* : *Tamarindus L.*  
*Species* : *Tamarindus indica L*

Provinsi yang dikenal menghasilkan tumbuhan ini adalah Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur termasuk Madura, Sumatra Utara, Kalimantan Barat, Bali dan Sulawesi Selatan. Tumbuhan ini biasanya tumbuh pada dataran rendah dan menjadi pohon yang ditanam di pinggir jalan sebagai pohon pelindung.

Pohon *Tamarindus indica* tumbuh secara lambat, mampu bertahan terhadap angin yang kencang, dan berumur sangat panjang. Pohon ini berwarna hijau sepanjang tahun, tingginya dapat mencapai 25-30 meter dan diameternya dapat mencapai lebih dari 2 meter. Pada bagian atas sangat padat dengan dedaunan dengan banyak batang dan ranting. Dedaunannya menyebar dengan luas dan melingkar. Kulit batang kasar, bersisik, pecah-pecah, dan berwarna coklat keabuabuan. Kayu dari *Tamarindus indica* ini kuat, padat, keras, berat dengan warna pucat keputihan. Daunnya sepanjang 7,5-15 cm dan teratur, panjang

tangkai daunnya dapat sampai lebih dari 1,5 cm. Terdapat tiga benang sari hijau, yang menghasilkan 1 hingga 8 ovum. Buah dari *Tamarindus indica* berbentuk sub silindris sederhana atau melengkung dalam polong yang tidak merekah dengan pinggir yang membulat hingga 14 cm x 4 cm, dalam jumlah hingga 10 biji. Daging dari polong yang sudah matang dapat dimakan, walaupun rasanya asam. Biji *Tamarindus indica* berbentuk jajaran genjang yang pipih dan tak teratur, panjangnya hingga 1,8 cm, sangat keras, berwarna coklat, dan sebagian besar bersudut.

*Tamarindus indica* adalah spesies pohon berbuah. Setiap bagian dari tumbuhan ini, baik dari akar hingga daunnya, dapat digunakan untuk berbagai macam tujuan. Bagian yang terkenal dari pohon ini adalah buahnya, yang awalnya berwarna coklat kemerahan, yang kemudian setelah matang berubah menjadi hitam atau coklat kehitaman, serta berasa dan mengeluarkan aroma asam.

## 2. Kandungan Biji Asam Jawa

Biji asam jawa mengandung zat aktif berupa tanin, minyak esensial dan beberapa polimer alami seperti pati, getah dan albuminoid (Rao, 2005).

### a. Tanin

Tanin adalah senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba yaitu dengan cara menghambat kerja enzim seperti selulosa, pektinase, peroksida oksidatif dan lain-lain (Utami, 2005). Menurut Sutresno (2006) fenol yang ada pada senyawa tanin dikenal sebagai asam karbol yang dalam konsentrasi tinggi dapat beracun pada bakteri dan biasanya digunakan untuk membunuh kuman. Tanin juga merupakan senyawa fenol yang larut dalam air dan dapat mengendapkan protein dari larutan. Berdasarkan pengamatan Rao (2005) tanin

yang dikandung dalam tanaman merupakan zat aktif yang menyebabkan proses koagulasi dan polimer alami seperti pati berfungsi sebagai flokulan.

b. Minyak Esensial

Minyak esensial (minyak aromatik) adalah kelompok minyak nabati yang wujudnya cair kental dan pada suhu ruangan akan mudah menguap sehingga akan menimbulkan aroma yang khas. Minyak ini digunakan untuk mengurangi bau yang tidak sedap (Suprianti, 2006).

c. Pati

Pati adalah polimer glukosa yang bergranula (butiran) dan memiliki diameter 2 mikron-100 mikron yang tersusun atas komponen-komponen polimer lurus (amilosa) yang menyusun kurang lebih 25% pati dan polimer bercabang (amilopektin).

d. Getah

Getah adalah senyawa polimer hidroksi karbon yang dihasilkan dari koloid. Senyawa hidro karbon adalah senyawa kimia yang hanya mengandung karbon (C) dan hidrogen (H). Getah digunakan sebagai pengental, bahan pengikat, emulsifer, penstabil, perekat, koagulan dan sebagai filter dalam industri tekstil (Khan, 2005).

e. *Albuminoid*

*Albuminoid* pada biji disebut sebagai putih lembaga yang terdapat pada jaringan cadangan makanan yang berada di sekitar embrio (Handayani, 2007). *Albuminoid* adalah nama umum dari kelompok protein berupa larutan koloid yang berfungsi sebagai pengikat pada keracunan garam-garam merkuri dan dapat terkoagulasi atau terdenaturasi oleh panas (Makfoeld, 2002).

Tabel 2.1 Komposisi Biji Asam Jawa (Sumber :Duke's, 2007)

Senyawa	Kandungan
Tannin	0,07 g/ml
Karbohidrat	0,0651-0,074 g/ml
Kalsium	0,00021 g/ml
ASH	0,025-0,032 g/ml
Lemak	0,06-0,074 g/ml
Serat	0,007-0,43 g/ml
Asam lenoleat	0,0278-0,0343 g/ml
Asam oleat	0,0163-0,021 g/ml
Fosfor	0,00237 g/ml
Protein	0,171-0,201 g/ml

### 3. Peran Biji Asam Jawa Sebagai Koagulan

Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan air untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tak dapat mengendap dengan sendirinya (Sutresno, 2006). Koagulan yang biasa digunakan dalam industri pengolahan air adalah koagulan kimia seperti tawas, polyaluminium klorida, ferri klorida, ferri sulfat dan polymer kation (Sugiharto, 2014). Meskipun koagulan kimia lebih efektif dari koagulan alami akan tetapi koagulan kimia dalam dosis yang tinggi dapat menyebabkan endapan yang sulit untuk ditangani, sehingga koagulan alami adalah salah satu alternatif yang dapat dijadikan sebagai pengganti koagulan kimia. Koagulan alami yang biasa digunakan pada umumnya berasal dari biji tanaman (Eckenfelde, 2000).

Biji tanaman yang tergolong dalam famili Leguminous adalah biji asam jawa (*Tamarindus indica*). Menurut Rao (2005) tannin, minyak esensial, air getah atau bahan perekat yang dikandung dalam tanaman merupakan zat aktif yang menyebabkan proses koagulasi. Polimer alami seperti pati, getah, perekat, alginate dan lain-lain berfungsi sebagai flokulan. Berdasarkan karakteristik tersebut maka biji asam jawa dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan

koagulan untuk membantu proses pengolahan air limbah. Selain biji asam jawa , biji kelor juga dapat dipergunakan sebagai salah satu koagulan alami alternatif yang tersedia secara lokal. Efektivitas biji kelor ditentukan oleh kandungan protein kationik (S.D.R utami, 2012)

## **B. Air Limbah**

### **1. Pengertian Air Limbah**

Pengertian air limbah menurut Ehless dan Steel, sebagaimana yang dikutip Chandra adalah cairan buangan yang berasal dari rumah tangga, industri, dan tempat-tempat umum lainnya yang mengandung bahan atau zat yang dapat membahayakan kehidupan manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan (Chandra, 2007).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga (*domestic*) maupun industri.

Sedangkan menurut Notoatmodjo 2003, limbah cair atau air limbah merupakan air sisa, maksudnya ialah air sisa yang sengaja dibuang dari kegiatan aktifitas rumah tangga, industri maupun berasal dari tempat-tempat umum lainnya, dan biasanya air limbah tersebut mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi kesehatan manusia maupun bagi lingkungan hidup di sekitar. Limbah cair juga merupakan kombinasi dari suatu cairan dan sampah cair yang berasal dari daerah pemukiman, perdagangan, perkantoran dan industri, bersama-sama dengan air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin ada.

## 2. Sumber Air Limbah

Penyebab terjadinya pencemaran air salah satunya adalah air limbah yang dibuang tanpa pengolahan ke dalam suatu badan air. Data mengenai sumber air limbah dapat dipergunakan untuk memperkirakan jumlah rata-rata aliran air limbah dari berbagai jenis perumahan, industri dan aliran air tanah yang ada di sekitarnya (Sugiharto, 2014:10).

### a. Air limbah rumah tangga

Sumber utama air limbah rumahtangga masyarakat berasal dari perumahan dan daerah perdagangan. Adapun sumber lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi. Untuk daerah tertentu banyaknya air limbah dapat diukur secara langsung.

#### 1) Daerah perumahan

Untuk daerah perumahan yang kecil aliran air limbah biasanya diperhitungkan melalui kepadatan penduduk dan rata-rata per orang dalam membuang air limbah.

#### 2) Daerah perdagangan

Aliran air limbah yang berasal dari daerah perdagangan secara umum dihitung dalam meter kubik per hektar/hari didasarkan pada data perbandingan.

#### 3) Daerah kelembagaan

Seperti halnya sumber air limbah lainnya, maka daerah yang terdiri dari lembaga-lembaga pemerintah mempunyai sifat yang juga sedikit berbeda jumlah limbah yang dikeluarkan orang per hari.

#### 4) Daerah rekreasi

Jumlah aliran air limbah yang berasal dari daerah rekreasi juga perlu diperhatikan bagi daerah yang areanya terdapat daerah rekreasi. Karena pada daerah rekreasi pasti berbeda jumlah limbah cair yang dihasilkan tergantung pada jumlah pengunjung.

##### b. Air Limbah Industri

Jumlah aliran air limbah yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar-kecilnya industri. Puncak tertinggi aliran selalu tidak akan dilewati apabila menggunakan tangki penahan dan bak pengaman. Untuk memperkirakan jumlah air limbah yang dihasilkan oleh industri yang tidak menggunakan proses basah diperkirakan sekitar  $50 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{hari}$ . Apabila industri tersebut memanfaatkan kembali air limbahnya, maka jumlahnya akan lebih kecil lagi.

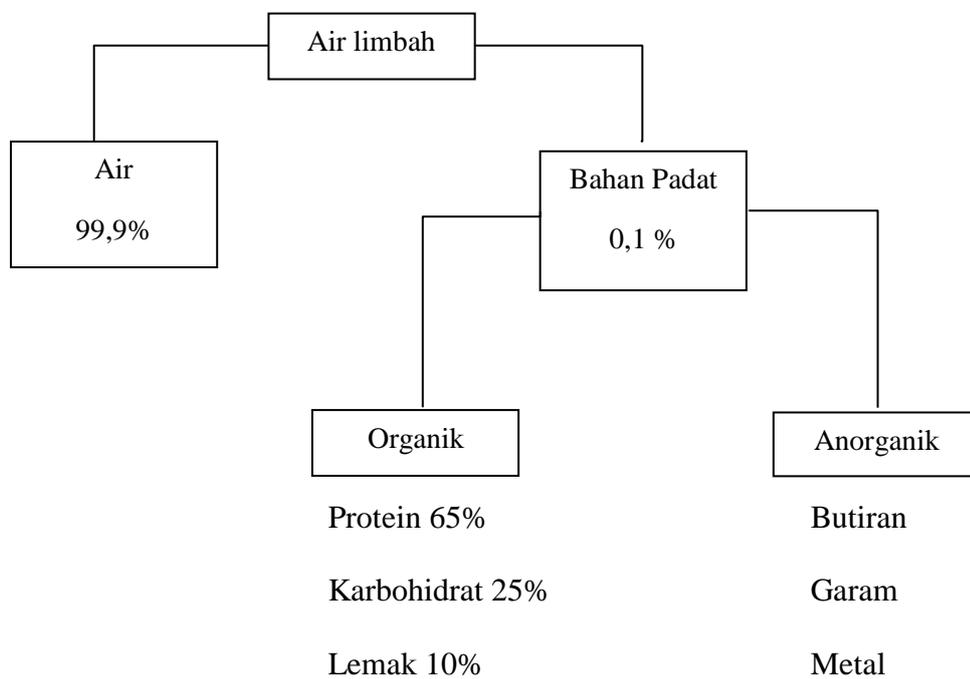
##### c. Air limbah Rembesan dan Tambahan

Apabila turun hujan di suatu daerah, maka air yang turun secara cepat akan mengalir masuk ke dalam saluran pengering atau saluran air hujan. Apabila saluran ini tidak mau menampungnya, maka limpahan air hujan akan digabung dengan saluran air limbah, dengan demikian akan merupakan tambahan yang sangat besar. Oleh karena itu, perlu diketahui curah hujan yang ada sehingga banyaknya air yang akan ditampung melalui saluran air hujan atau saluran pengering dan saluran air limbah dapat diperhitungkan. Selain air yang masuk melalui limpahan, maka terdapat air hujan yang menguap, diserap oleh tumbuhan-tumbuhan dan ada pula yang merembes ke dalam tanah. Air yang merembes ini akan masuk ke dalam tanah yang akhirnya menjadi air tanah. Apabila permukaan

air tanah bertemu dengan saluran air limbah, maka bukanlah tidak mungkin terjadi penyusupan air tanah tersebut ke saluran air limbah melalui sambungan-sambungan pipa atau melalui celah-celah yang ada karena rusaknya pipa saluran. (Risk, 2011).

### 3. Komposisi Air Limbah

Menurut Sugiharto, 2014 sesuai dengan sumber asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap saat. Akan tetapi, secara garis besar zat-zat yang terdapat di dalam air limbah dapat dikelompokkan seperti pada skema berikut ini.



Gambar 2.2 Skema Pengelompokan Bahan yang terkandung di dalam air limbah

## C. Tahu

### 1. Pengertian Tahu

Tahu adalah ekstrak protein dari kacang kedelai. Tahu merupakan makanan yang digemari masyarakat karena memiliki harga yang murah dan bergizi. Tahu berasal dari China, kata tahu dalam bahasa China yaitu “*tao hu*” atau “*takwa*.” Kata “*tao*” berarti kacang, karena tahu terbuat dari bahan kacang kedelai dan “*hu*” atau “*kwa*” yang artinya hancur menjadi bubur. Jadi pengertian tahu menurut etimologi adalah makanan yang terbuat dari kacang kedelai dengan proses penghancuran menjadi bubur.(S Ulfa, 2018).

Tahu adalah makanan yang dibuat dari kacang kedelai. Berbeda dengan tempe yang asli dari Indonesia, tahu berasal dari China, seperti halnya kecap, taucu, bakpao dan bakso. Tahu pertama kali muncul di Tiongkok sejak zaman Dinasti Han sekitar 2200 tahun lalu. Penemunya adalah Liu An yang merupakan seorang bangsawan, anak dari Kaisar Han Gaouzu, Liu Bang yang mendirikan Dinasti Han (Kastyanto, 1999 dalam S Salehhurahman,2009).

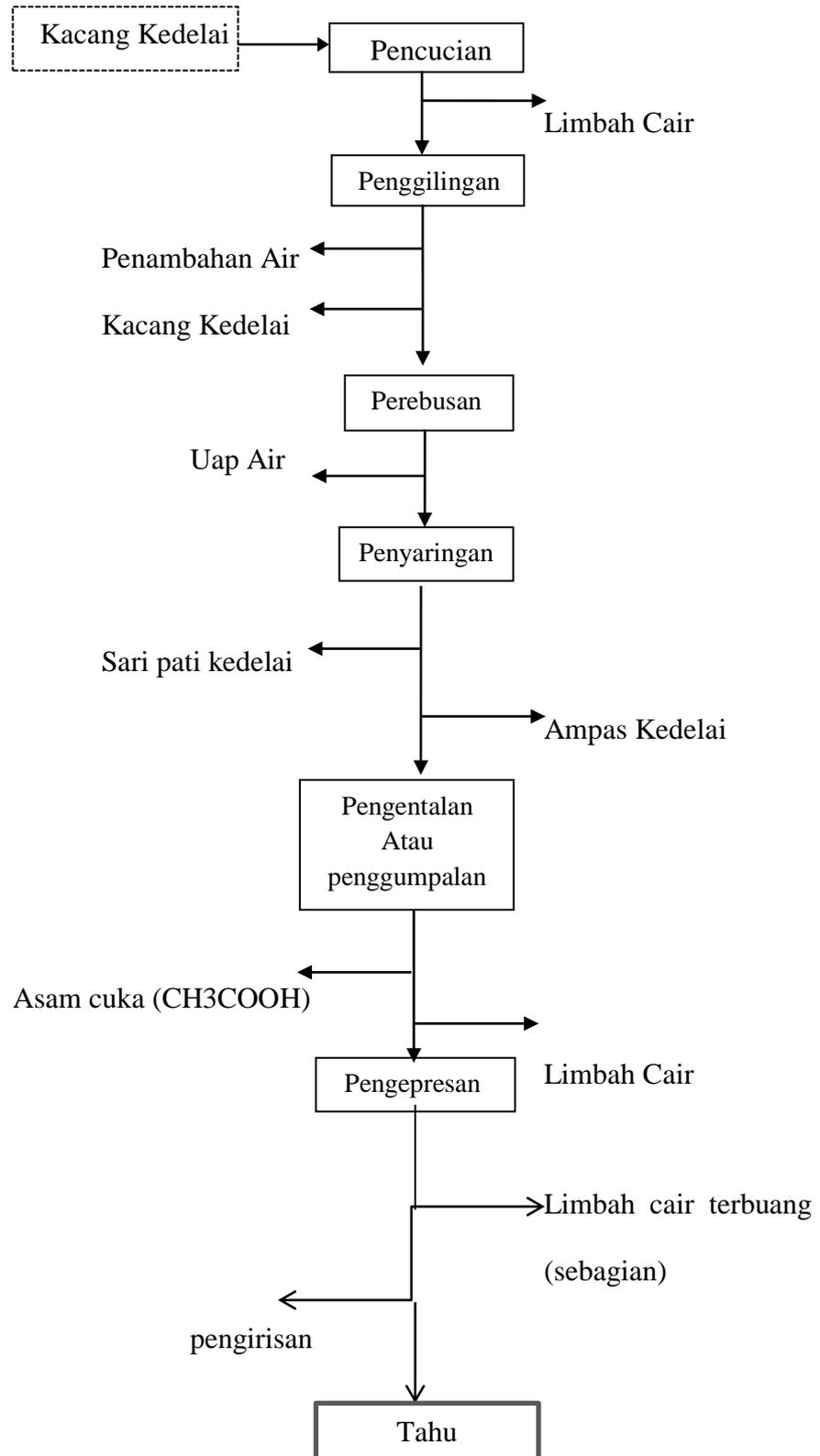
Menurut Suprapti (2005), tahu dibuat dari kacang kedelai dan dilakukan proses penggumpalan (pengendapan). Kualitas tahu sangat bervariasi karena perbedaan bahan penggumpalan dan perbedaan proses pembuatan. Tahu diproduksi dengan memanfaatkan sifat protein, yaitu akan menggumpal bila bereaksi dengan asam. Penggumpalan protein oleh asam cuka akan berlangsung secara cepat dan serentak diseluruh bagian cairan sari kedelai, sehingga sebagian besar air yang semula tercampur dalam sari kedelai akan terperangkap didalamnya. Pengeluaran air yang terperangkap tersebut dapat dilakukan dengan

memberikan tekanan, semakin banyak air yang dapat dikeluarkan dari gumpalan protein, gumpalan protein itulah yang disebut sebagai “tahu”.

## 2. Proses Pembuatan Tahu

Menurut Nurhasmawaty 2008. Pada proses pembuatan tahu, sebelumnya kedelai telah melawati beberapa serangkaian proses, mulai dari proses perendaman biji kacang kedelai, penggilingan, pemasakan hingga proses pengepresan dan pencetakan tahu. Selain proses pembuatan tahu, sari pati kedelai yang telah melewati proses perebusan disaring, dalam proses penyaringan ini terdapat proses penggumpalan dan pengendapan sari pati kedelai, dimana proses penggumpalan dengan menambahkan asam cuka ( $\text{CH}_3 \text{COOH}$ ) sebagai bahan penggumpal, karena sifat keasaman dari asam cuka ( $\text{CH}_3 \text{COOH}$ ) yang dapat mengikat.

Makanan tahu merupakan makanan yang terbuat dari sari pati kacang kedelai (protein nabati), selain itu makanan tahu juga digemari oleh masyarakat, khususnya masyarakat Indonesia.



Gambar 2.3 Diagram Proses pembuatan tahu  
(Sumber : Potter, 1994 )

#### **D. Pengolahan Limbah Cair Tahu**

Pengolahan limbah bertujuan untuk menetralkan air dari bahan- bahan tersuspensi dan terapung, menguraikan bahan organik biodegradable, meminimalkan bakteri patogen, serta memperhatikan estetika dan lingkungan. (Sri Murni, 2011).

Pengolahan air limbah adalah untuk menghilangkan bahan-bahan tersuspensi dan terapung, pengolahan bahan organik *biodegradable* serta mengurangi organisme patogen (Ricki M. Mulia, 2005).

Menurut Perdana Ginting, 2007 pengolahan limbah dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Pengolahan secara fisika : filtrasi (penyaringan) dan sedimentasi (Penedapan)
2. Pengolahan secara kimia : chlorinasi, desinfektan, koaguasi, adsorsi, dan absorsi.
3. Pengolahan secara biologi : aerasi, lumpur aktif, nitrifikasi, dan proses digestion aerobik.

Limbah cair industri tahu, yakni limbah yang berwujud cair dari hasil serangkaian proses produksi tahu. Sebagian besar buangan pabrik tahu adalah limbah cair yang mengandung sisa air dari susu tahu yang tidak tergumpal menjadi tahu, sehingga limbah cair pabrik tahu mengandung zat-zat organik seperti protein, karbohidrat dan lemak. Selain zat terlarut, limbah cair juga mengandung padatan tersuspensi atau padatan yang terendapkan, misalnya potongan tahu yang kurang sempurna saat pemrosesan. Pada limbah padat belum dirasakan dampaknya terhadap lingkungan, dikarenakan dapat dimanfaatkan sebagai pakan hewan ternak, tetapi limbah cair akan mengakibatkan bau busuk

dan bila dibuang langsung ke sungai akan menyebabkan tercemarnya sungai tersebut, (Mika, 2013).

Limbah cair industri tahu dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan tepat, dan menimbulkan permasalahan bau karena kandungan bahan organik (protein, lemak dan karbohidrat) yang terbilang tinggi. Selain proses produksi, limbah cair tahu juga dihasilkan dari proses pencucian kedelai, penyaringan, (Elly, 2007).

#### **E. Parameter Limbah Kedelai**

##### **1. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)**

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram/liter (mg/L) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri pada suhu 20°C selama 5 hari. Biasanya dalam waktu 5 hari, sebanyak 60-70% kebutuhan terbaik karbon dapat tercapai. BOD hanya menggambarkan kebutuhan oksigen untuk penguraian bahan organik yang dapat didekomposisikan secara biologis (*biodegradable*) (Ricki M. Mulia, 2005).

##### **2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didekomposisi secara biologis (*non biodegradable*). Oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel (Ricki M. Mulia, 2005)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi (Sugiharto, 2014).

### 3. pH

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar di mana masih memungkinkan kehidupan biologi di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik untuk air limbah adalah netral yaitu 7. Semakin kecil nilai pH nya, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam (Sugiharto,2014).

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

Jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron. (Sugiharto,2014).

Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Pengolahan Kedelai :

1. Berdasarkan Peraturan Gubernur Lampung Nomor 7 Tahun 2010

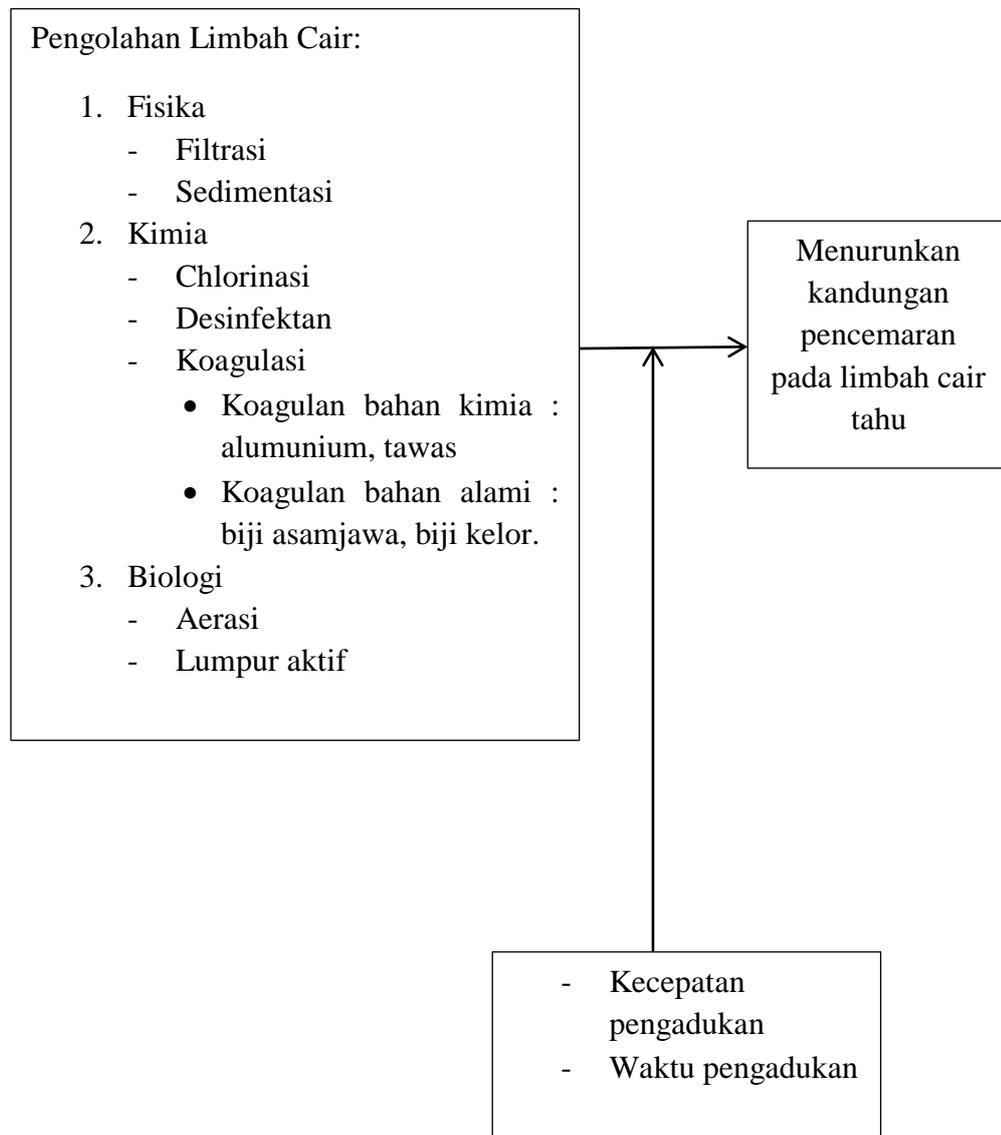
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Tahu		tempe	
	Kadar Maks (mg/L)	Bahan Pencemaran Maks (kg/ton)	Kadar Maks (mg/L)	Bahan Pencemaran Maks (kg/ton)
BOD	150	3,0	150	1,50
COD	300	6,0	300	3,00
TSS	100	2,0	100	1,00
PH	6-9		6-9	
Debit Maks	20 m <sup>3</sup> /ton bahan baku		10 m <sup>3</sup> /ton bahan baku	

Catatan :

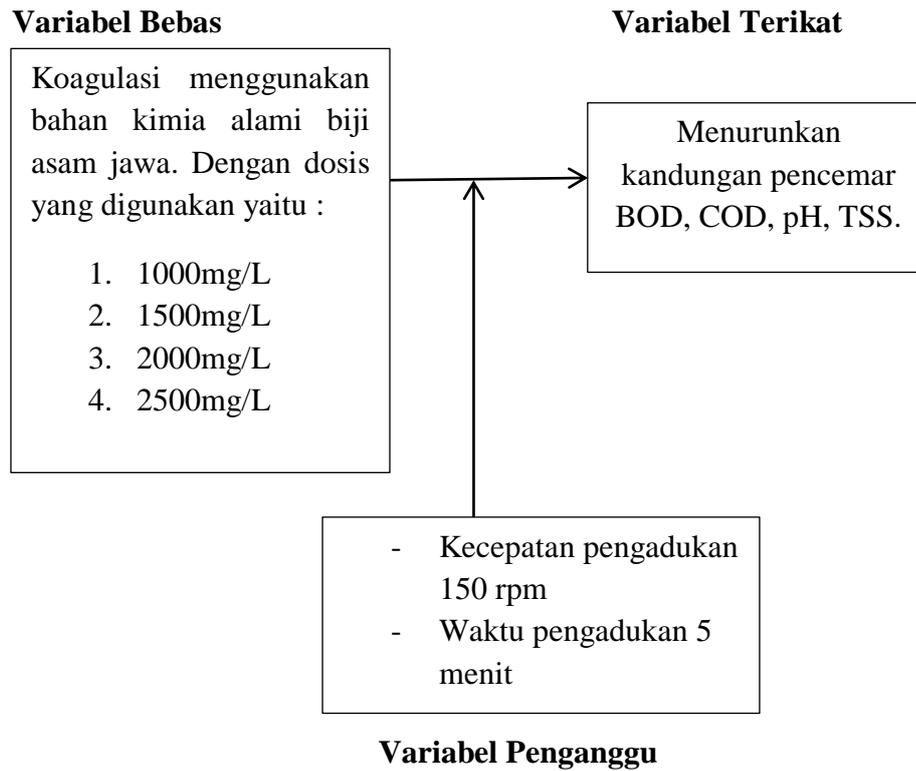
- 1) Usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai adalah usaha dan/atau kegiatan yang memanfaatkan kedelai sebagai bahan baku utama yang tidak bisa digantikan dengan bahan lain.
- 2) Kadar maksimum untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam miligram parameter per liter air limbah.
- 3) Beban pencemaran maksimum untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam kg parameter perton bahan baku

## F. Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka Konsep  
Sumber : Perdana Ginting, 2007

### G. Kerangka Konsep



Gambar 2.5 Kerangka Konsep

### H. Hipotesis

Adanya pengaruh pembubuhan serbuk biji asam jawa terhadap penurunan BOD, COD, pH, TSS pada pengolahan limbah cair tahu.