

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Kelor



Gambar 2.1 : Biji kelor (*moringa oleifera*)
(sumber : m.klikdokter.com)

Tanaman kelor (*moringa oleifera*), berasal dari familia *moringaceae* merupakan jenis tumbuhan dengan tinggi batang 7 – 11 meter, berbatang lunak dan rapuh dengan daun sebesar ujung jari berbentuk bulat telur dan tersusun majemuk (Ramadhani,2020)

Klasifikasi tanaman kelor (*Moringa Oleifera*) menurut (USDA, 2013) :

Kingdom	: Plantae
Sub kingdom	: Tracheobionta (<i>vascular plants</i>)
Superdivisi	: Spermatophyta (<i>seed plants</i>)
Divisi	: Magnoliophyta (<i>flowering plants</i>)
Kelas	: Magnoliopsida (<i>dicotyledons</i>)
Subkelas	: Dilleniidae
Famili	: Moringaceae
Genus	: Moringa
Spesies	: Moringa oliefera Lam

Tanaman kelor (*moringa oleifera*) merupakan tanaman tropis yang mudah tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia dan berbagai kawasan tropis lainnya di dunia. Tanaman kelor merupakan tanaman dengan ketinggian 7 – 11 meter. Tanaman ini berupa pohon dengan akar yang kuat, berumur panjang, batangnya berkayu getas (mudah patah), tegak, berwarna putih kotor, permukaan kasar, dan jarang bercabang (Tilong, 2012).

Banyak masyarakat yang mengkonsumsi buah kelor dijadikan untuk sayur konsumsi sehari-hari, selain buahnya yang dikonsumsi masyarakat ternyata biji kelor juga memiliki manfaat yang sangat berguna bagi kegiatan industri, salah satu manfaat biji kelor adalah sebagai bahan koagulan limbah cair yang sangat efektif karena adanya zat 4 – alfa – 4 – rhamnosyloxy benzil – isothiocyante. Yang terkandung dalam biji kelor zat aktif itulah yang mampu mengadsorpsi partikel-partikel air limbah.

Kelor dikenal di berbagai daerah di Indonesia dengan nama yang berbeda seperti Kelor (Jawa, Sunda, Bali, Lampung), Maronggi (Madura), Moltong (Flores), Keloro (Bugis), Ongge (Bima), dan Hau fo (Timur).

Tanaman kelor mampu hidup diberbagai jenis tanah, tidak memerlukan perawatan yang intensif, tahan terhadap musim kemarau, dan mudah dikembangbiakkan (Simbolon dkk 2007).

B. Pengertian Industri

Menurut Badan Pusat Statistik (2017) industri adalah suatu unit atau kesatuan produksi yang melakukan kegiatan mengubah suatu barang dasar mekanis, kimia, atau dengan tangan sehingga menjadi barang setengah jadi atau barang jadi, kemudian barang yang kurang nilainya menjadi barang yang lebih nilainya dan sifatnya lebih kepada pemakaian akhir.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2014 Tentang Perindustrian Pasal 1 menyebutkan bahwa industri adalah tatanan segala kegiatan bertalian dengan kegiatan industri dan daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat yang lebih tinggi, termasuk jasa industri.

C. Sumber-Sumber Air Limbah

Sumber air limbah yang beragam menyebabkan produksi air limbah yang memiliki sifat berbeda-beda. Data mengenai sumber air limbah dapat membantu dalam perencanaan dan pembuatan suatu bangunan pengolahan air limbah serta merencanakan pemasangan saluran pembawanya. Sumber air limbah dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu :

1. Air limbah domestik atau rumah tangga

Produsen air limbah terbesar berasal dari rumah tangga. Semakin banyak jenis aktivitas dilakukan, semakin besar pula volume limbah cair yang dihasilkan. Air limbah domestik mengandung berbagai bahan seperti : kotoran, urine, dan air bekas cucian yang mengandung detergen, bakteri, dan virus (Eddy,2008).

2. Air limbah industri

Selain air limbah yang berasal dari rumah tangga, air limbah juga berasal dari industri. Jumlah aliran air limbah dipengaruhi oleh besar kecilnya suatu industri. Jumlah air limbah akan lebih besar apabila industri tersebut tidak menggunakan kembali air limbahnya

3. Infiltrasi

Infiltrasi merupakan proses masuknya air permukaan ke dalam saluran air buangan melalui saluran air hujan ataupun drainase.

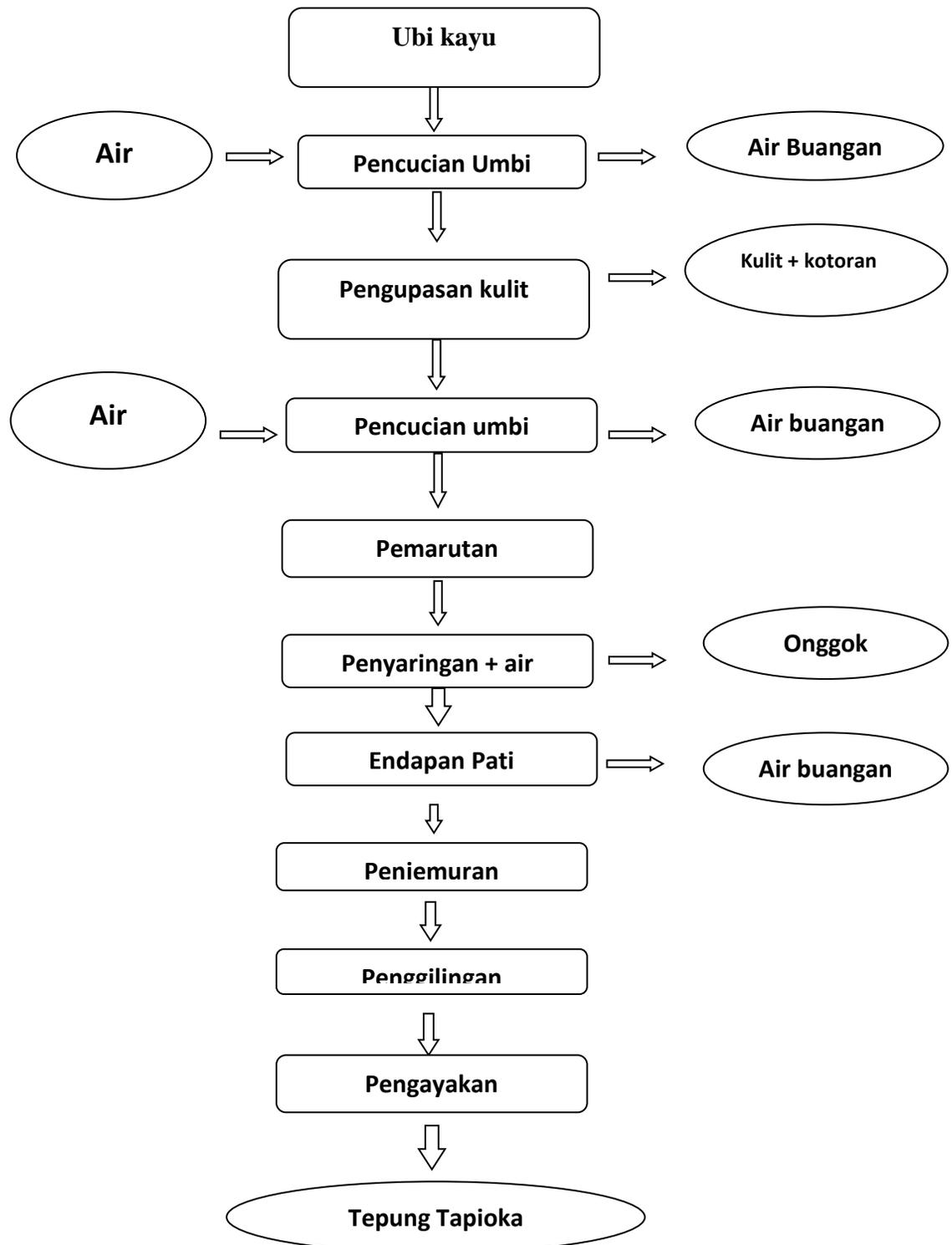
D. Industri Tepung Tapioka

Industri tepung tapioka merupakan industri yang memiliki peluang dan prospek pengembangan yang baik untuk memenuhi permintaan pasar. Industri tepung tapioka termasuk industri hilir dimana industri ini melakukan proses pengolahan dari bahan baku singkong yang berasal dari petani menjadi tepung tapioka (Lampiran Keputusan Kementerian Ketenagakerjaan,2016). Tujuan dari industri pengolahan singkong ini adalah untuk menciptakan nilai tambah dan menambah umur simpan dari suatu produk.

Tepung tapioka saat ini banyak digunakan sebagai bahan utama aneka ragam makanan. Dominasi industri tepung tapioka dipengaruhi oleh ketersediaan bahan baku berupa singkong, dimana Provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi sentra penghasil singkong di Indonesia. Lebih dari 16 industri yang tergolong berskala besar di Provinsi Lampung (Rifka N A,2016).

Menurut survey yang dilakukan Central Data Mediatama Indonesia (CDMI), dalam lima tahun terakhir konsumsi tapioka di Indonesia meningkat rata-rata 10,49% tiap tahun. Pada tahun 2000 konsumsi tepung tapioka mencapai 2,25 juta ton, di tahun 2001 telah mencapai 3,33 juta ton dan tahun 2002 mencapai 3,7 juta ton. Industri tepung tapioka berskala besar di Lampung Timur pada umumnya memproduksi sekitar 88.750 ton tapioka per tahun atau kurang lebih 110 ton tepung tapioka per hari dengan bahan baku singkong sebanyak 1.250 ton per hari menurut Surat Keputusan Menteri Perindustrian Nomor 19/M/I/1986 yang dikeluarkan oleh Departemen Perindustrian dan Perdagangan

Beberapa kendala yang sering kali terjadi di industri kecil dan menengah pada tahap pengolahan yaitu proses pengendapan yang membutuhkan waktu lebih lama, dan terjadinya proses pencoklatan yang mengakibatkan kualitas warna tepung tapioka menjadi kurang baik. Selain itu pemanfaatan kapasitas produksi belum dilakukan secara optimal sehingga sering kali permintaan pasar tidak terpenuhi. Ketersediaan bahan baku dan minat masyarakat untuk membudidayakan singkong dari setiap wilayah juga sangat mempengaruhi kuantitas tapioka yang dihasilkan dari masing-masing industri di setiap wilayah.



Gambar 2.2 Proses pembuatan tepung tapioka (Prayati,2005)

E. Limbah Cair Tapioka

Limbah cair industri tapioka merupakan limbah yang dihasilkan dari proses produksi baik dari proses pencucian bahan baku sampai pada proses pemisahan pati dari airnya atau yang disebut proses pengendapan. Industri tapioka merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair dan dalam jumlah melimpah.

Pada proses produksi, limbah cair tapioka dihasilkan dari kegiatan pencucian singkong sebelum dan sesudah dikupas, pembersihan alat produksi, dan pemisahan larutan pati. Kandungan dari limbah tersebut diantaranya padatan tersuspensi, kasar dan halus terbanyak serta senyawa organik maupun non organik. Pemerasan dan pencucian pati menghasilkan limbah dengan jumlah yang tidak sedikit dengan kandungan padatan tersuspensi halus yang cukup tinggi. Kehadiran zat-zat tersebut dalam limbah cair dapat menimbulkan gangguan-gangguan sebagai berikut (Widayatno,2008) :

- a. Menyebabkan perubahan rasa dan bau yang tidak sedap
- b. Menimbulkan penyakit kulit
- c. Mengurangi estetika sungai
- d. Menurunkan kualitas air sumur di sekitar industri tapioka

F. Karakteristik Limbah Cair Tapioka

Menurut Andareswari, Hariyadi, dan Yulianto (2019) karakteristik limbah cair tapioka antara lain :

1. Bewarna putih kekuning-kuningan.
2. BOD (Biochemical Oxygen Demand) tinggi.
3. COD (Chemical Oxygen Demand) tinggi.
4. pH yang rendah.
5. Mengandung TSS (Total Suspended Solid).
6. Mengandung sedikit zat sianida.

G. Pengolahan Limbah Cair Tapioka

Pengolahan air limbah industri tapioka merupakan upaya yang dilakukan untuk mengurangi resiko tercemarnya air bersih dari zat-zat berbahaya.

Pengolahan limbah berdasarkan metode dibagi menjadi 3 cara yaitu :

1. Pengolahan limbah secara biologi

Proses pengolahan air limbah secara biologi tersebut dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), kondisi anaerobik (tanpa udara), atau kombinasi anaerobik dan aerobik. Untuk industri yang memiliki beban BOD tidak terlalu besar dalam air limbahnya, biasanya menggunakan pengolahan biologis secara aerobik. Pengolahan air limbah secara biologi secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga yakni proses biologis dengan biakkan tersuspensi, proses biologis dengan biakkan melekat, dan proses pengolahan sistem lagoon atau kolam.

a. Proses pengolahan biologi dengan biakkan tersuspensi

Proses ini secara prinsip merupakan proses aerobik dimana senyawa organik dioksidasi menjadi CO_2 dan H_2O , NH_4 dan sel biomasa baru. Pengolahan air

limbah ini terdiri dari bak pengendap awal, bak aerasi dan bak pengendap akhir, serta bak klorinasi untuk membunuh bakteri patogen. Secara umum proses pengolahannya dimulai dari air limbah yang berasal dari proses produksi ditampung di bak penampung, kemudian dipompa menuju bak pengendap awal yang berfungsi untuk menurunkan padatan tersuspensi sekitar 30-40% dan BOD sekitar 25%. Kemudian dialirkan secara gravitasi menuju bak aerasi. Di dalam bak aerasi ini air limbah dihembus dengan udara sehingga zat organik yang terdapat pada limbah terurai oleh mikroorganisme. Dari bak aerasi, dialirkan ke bak pengendap akhir. Lumpur aktif yang mengandung massa mikroorganisme diendapkan dan dipompa kembali ke bagian inlet bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Air limpasan (over flow) dari bak pengendap akhir dialirkan ke bak klorinasi. Di dalam bak ini air limbah dikontakkan dengan senyawa klor untuk membunuh mikroorganisme patogen. Setelah itu, air yang sudah melalui proses klorinasi dapat langsung dibuang ke sungai.

b. Proses pengolahan biologi dengan biakkan melekat

Proses ini sering disebut dengan Tricking Filter dimana mikroorganisme berkembang biak dan menempel pada permukaan media penyangga. Pada proses ini air limbah dialirkan menuju bak pengendap awal untuk mengendapkan padatan tersuspensi, lalu air dialirkan ke bak tracking filter melalui pipa berlubang yang berputar. Dengan ini maka akan terdapat area basah dan kering secara bergantian sehingga terjadi transfer oksigen ke dalam air limbah. Pada saat kontak dengan media tracking filter, air limbah akan

kontak dengan mikroorganisme yang menempel pada permukaan media, dan mikroorganisme inilah yang akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah. Selanjutnya, air akan keluar melalui pipa under-drain yang ada di dasar bak dan keluar melalui saluran efluen. Dari saluran ini dialirkan menuju bak pengendap akhir kemudian diperoleh air olahan yang siap dialirkan menuju badan sungai.

c. Proses pengolahan biologi dengan sistem lagoon atau kolam

Berdasarkan derajat pencampuran lagoon dibedakan menjadi lagoon aerobik, dan lagoon fakultatif. Lagoon aerobik yaitu tercukupinya derajat pencampuran dan aerasi pada seluruh air limbah termasuk padatan tersuspensi dan reaktor dari energi yang diberikan. Sedangkan, lagoon fakultatif hanya tercukupi pada tahap pencampuran dan aerasi sebagian air limbah sedangkan padatan tersuspensi mengendap di dasar lagoon sehingga menghasilkan proses penguraian secara anaerobik.

2. Pengolahan limbah secara kimia

Pengolahan limbah secara kimia dilakukan dengan cara menambah bahan-bahan kimia ke dalam air limbah. Berikut beberapa metode dengan proses pengolahan secara kimia diantaranya :

- a. Koagulasi merupakan proses pengendapan partikel atau zat-zat yang tersuspensi menggunakan bahan-bahan kimia.
- b. Adsorpsi adalah menghilangkan molekul yang terlarut dengan menggunakan adsorbat yang ditempelkan pada permukaan adsorben.

3. Pengolahan air limbah secara fisika

Pengolahan limbah secara fisika merupakan pengolahan tahap awal (primary treatment) sebelum dilakukan pengolahan lanjutan. Proses pengolahan ini dilakukan dengan tujuan menghilangkan padatan tersuspensi di dalam air dengan cara diendapkan menggunakan 2 cara yaitu :

a. Sedimentasi

Sedimentasi merupakan tahap pemisahan padatan tersuspensi dari air. Dimana massa jenis padatan tersebut melebihi nilai dari massa jenis air.

b. Penyaringan

Proses penyaringan dalam pengelolaan air limbah merupakan proses yang dilakukan setelah proses lanjutan dengan tujuan memisahkan sebagian besar partikel yang tersuspensi.

H. Parameter dan Baku Mutu Limbah Cair Tapioka

Sesuai dengan Peraturan Menteri lingkungan Hidup nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair tapioka dan Peraturan Gubernur Lampung Nomor 7 Tahun 2010 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan di Provinsi Lampung bahwa parameter industri adalah : BOD, COD, TSS, pH, sianida, dan debit maksimum limbah.

1. BOD (*biochemical oxygen demand*)

BOD adalah kebutuhan oksigen bagi sejumlah bakteri untuk menguraikan (mengoksidasikan) semua zat-zat organik yang terlarut maupun tersuspensi di

dalam air menjadi bahan organik yang lebih sederhana. Air dengan BOD yang tinggi menunjukkan jumlah pencemar yang tinggi. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah kadar parameter paling tinggi BOD 150 mg/L.

2. Parameter COD (Chemical oxygen demand)

COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik maupun anorganik secara kimiawi. Zat tersebut dapat dioksidasi oleh bahan kimia $K_2Cr_2O_7$ dalam asam. Jika kandungan senyawa organik dan anorganik cukup besar, maka oksigen yang terlarut dalam air akan mencapai nol, sehingga mengakibatkan kematian pada biota air. Kisaran COD pada limbah cair tapioka adalah 7000-30000 mg/l. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah kadar parameter paling tinggi COD 300 mg/L.

3. Parameter TSS (Total Suspended Solid)

Merupakan padatan tersuspensi yang ada di dalam air terdiri dari zat organik maupun non organik. Kekeruhan air biasanya disebabkan dari nilai padatan tersuspensi yang tinggi. Limbah cair yang mempunyai kandungan zat tersuspensi tinggi perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai karena dapat menghalangi sinar matahari masuk ke dasar air yang bisa mengakibatkan terhambatnya proses fotosintesis. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014

Tentang Baku Mutu Air Limbah kadar parameter paling tinggi TSS 100 mg/L.

4. pH

pH menyatakan intensitas keasaman dari air limbah itu sendiri. Kegiatan mikroba dalam memecah bahan organik sangat mempengaruhi perubahan pH pada limbah cair. Air limbah yang masih segar mempunyai pH 6 – 6,5 dan akan turun menjadi angka 4 setelah beberapa hari.

5. Parameter Sianida

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah kadar parameter paling tinggi sianida 0,3 mg/L.

6. Parameter Debit

Debit atau kuantitas air limbah maksimum adalah volume air limbah terbanyak yang diperbolehkan dibuang ke sumber air setiap satuan produk. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah kadar parameter paling tinggi debit adalah $30m^3$ per ton tapioka. Debit air limbah dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{V}{dt}$$

Keterangan : Q = Debit air limbah (L/detik)

V = volume air limbah (liter)

Dt = waktu tinggal (jam)

Baku Mutu Air Limbah Tapioka Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup

Nomor 5 Tahun 2014

Tabel 2.1
Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Kadar paling tinggi mg/L	Beban pencemaran paling tinggi (kg/ton)
<i>BOD</i> ₅	150	4,5
COD	300	9
TSS	100	3
pH	6 – 9	
Sianida	0,3	0,009
Debit paling tinggi limbah	30 m ³ per ton produk tapioka	

I. Dampak Limbah Cair Tapioka

Limbah cair yang dihasilkan oleh suatu industri dapat menimbulkan dampak negatif terhadap keseimbangan lingkungan apabila dibuang ke suatu badan air tanpa diolah terlebih dahulu. Pencemaran terhadap lingkungan dapat berakibat luas dari hal ini tergantung pada sifat limbah, jenis limbah, volume, oksidaton, beracun, ataupun iritan. Akibat dari pembuangan limbah cair dapat ditandai dengan perubahan keadaan badan air tersebut, seperti :

- a. Naik/turunnya keasaman air
- b. Terjadi perubahan sifat fisik air, misalnya air menjadi keruh atau berbau
- c. Tertupnya permukaan air oleh lapisan yang terapung, misalnya berupa minyak dan lemak
- d. Meningkatnya kandungan bahan-bahan organik maupun bahan-bahan anorganik dalam air.
- e. Meningkatnya jumlah padatan tersuspensi dalam air.

J. Review Penelitian Sebelumnya

Table 2.2
Hasil Review Penelitian

No.	Penelitian	Bahan	Hasil
1.	Andi Haslinah, 2016	Limbah cai tahu, serbuk biji kelor	Biji tumbuhan kelor mengandung zat aktif (4-alfa-4-rhamnosiloksi- benzil-isotiosianat) yang dapat digunakan sebagai koagulan alami pada proses penjernihan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi optimum koagulan serbuk biji kelor untuk menurunkan turbiditas dalam limbah cair industri tahu. Sampel yang digunakan adalah limbah cair industri tahu. Pengukuran turbiditas dilakukan dengan turbidimeter. Dalam menganalisis data digunakan persentase penurunan turbiditas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan turbiditas optimum tercapai pada partikel koagulan dengan

			ukuran 120 mesh; konsentrasi 4000 mg/L; lama pengendapan 45 menit dengan persentase penurunan 70,2%. Koagulan serbuk biji kelor (<i>Moringa oleifera</i>) dapat memperbaiki kualitas limbah cair industri tahu, bahan baku yang mudah diperoleh.
2.	Harimbi Setyawati, ST. Salami, LA, Sanny Andjar Sari (2018)	Limbah cair tahu, seruk biji kelor	<p>Limbah cair industri tahu mengandung bahan-bahan organik yang sangat tinggi. Senyawa-senyawa organik di dalam limbah cair tersebut berupa protein, karbohidrat, lemak dan minyak. Berdasarkan analisa limbah cair industri kecil tahu di karangploso diketahui bahwa limbah cair industri tahu mengandung COD (1247 mg/l), BOD (997 mg/l), TSS (587,5 mg/l) dan pH 3,7. Oleh sebab itu, limbah cair tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan untuk mengurangi kandungan pencemar yang menyertai limbah tersebut. Salah satu koagulan alternatif yang dapat digunakan adalah serbuk biji kelor. Kegiatan pengabdian ini menggunakan serbuk biji kelor dengan kadar air 10 %. Variasi dosis koagulan yang digunakan 2000, 3000, 4000, 5000 mg/500 ml limbah cair tahu, ukuran koagulan 70 mesh dengan pH awal adalah 3,7. Waktu pengendapan optimum yang diperoleh adalah 2-3 menit dengan penurunan COD 280 mg/L, BOD 112 mg/L, TSS 100,4 pada dosis koagulan 2000 mg/500 ml, dan ukuran partikel koagulan 70 mesh dengan pH akhir adalah 3,9, sehingga dapat disimpulkan bahwa biji kelor dapat digunakan sebagai koagulan yang efektif karena persentase penurunan yang diperoleh di atas 50 %.</p>

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terletak pada, sample limbah yang digunakan yaitu limbah cair tapioka dan konsentrasi dosis untuk menurunkan kadar BOD,COD,TSS, dan pH.

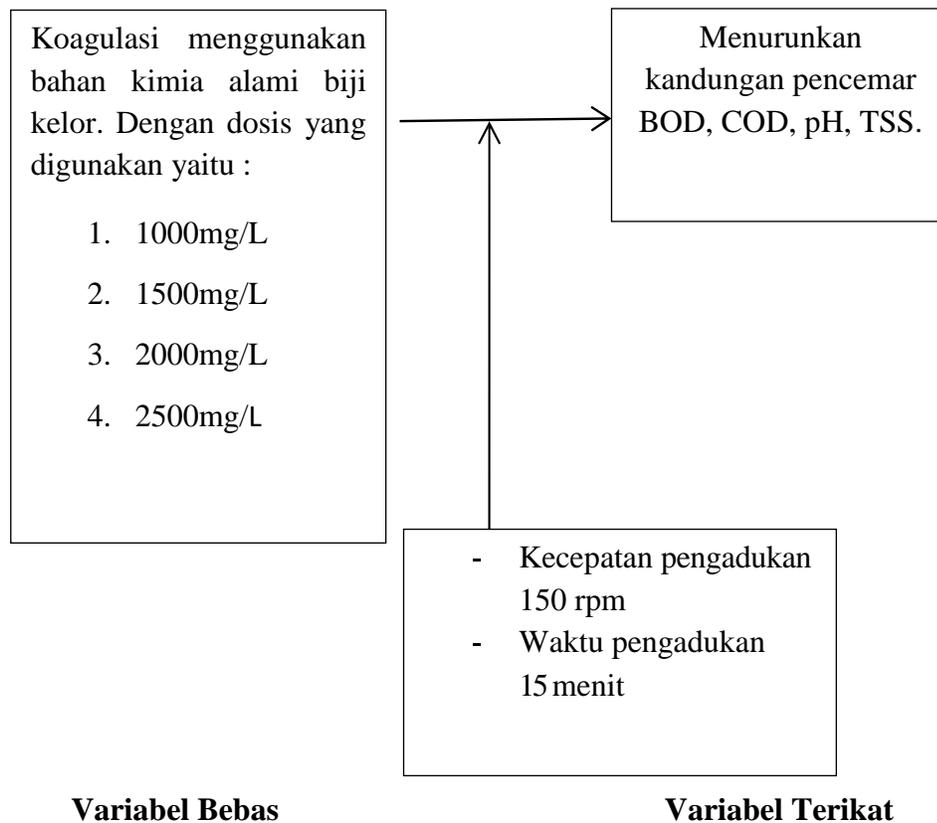
K. Kerangka Teori



Gambar 2.4 Kerangka Konsep

Sumber : Perdana Ginting, 2007

L. Kerangka Konsep



Gambar 2.5 Kerangka Konsep

M. Hipotesis

Hipotesis adalah jawaban sementara atau dugaan sementara pada penelitian yang keberadaannya masih harus diteliti lebih lanjut (arikunto, 2016)

Adapun hipotesis pada penelitian ini yaitu hipotesis alternatif (H_a). Adanya pengaruh penurunan kadar BOD,COD,TSS,pH menggunakan ekstrak serbuk biji kelor sebagai bahan koagulan