

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Hasil Penelitian Terdahulu

1. Dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Tedy Dian Pradana, Suharno dan Apriansyah, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Pontianak, Indonesia, Proyek Penelitian Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Pontianak, Kalimantan Barat Indonesia, 2018. Jurnal “Pengolahan Pembakaran Limbah Cair untuk TSS dan Penurunan Kadar BOD” Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan kadar parameter BOD dan TSS limbah industri tahu. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain Quasi Eksperiment One Group Pre-Test and Post-Test. karbon sebagai media selama 6 jam. Hasil analisis pengaruh reduksi melalui penelitian diperoleh kadar BOD sebesar 77,59% dan kadar TSS sebesar 83,8%. Peneliti menyarankan kepada para peneliti yang akan melanjutkan pekerjaannya untuk merancang perangkat yang lebih lengkap dari sebelumnya. Para peneliti juga mengusulkan untuk menerapkan sistem pembakaran dan produksi yang berkelanjutan.
2. Dari penelitian terdahulu oleh Tri Nurulia Kotimah, jurusan Sanitasi, Poltekkes Kemenkes Surabaya, Jawa Timur Indonesia, Tahun 2019. Pada jurnal “Pengaruh Biofiltrasi Menggunakan Media Karbon Aktif, Bioball Dan Aerasi Untuk Menurunkan Kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) Dan TSS (*Total Suspended Solid*) Pada Limbah Cair Industri Tahu Tahun 2019”. Pada penelitian yang dilakukan peneliti memiliki tujuan untuk menurunkan kadar BOD dan TSS pada limbah tahu dengan metode penelitian *uji paired t test*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya penurunan kadar BOD dan TSS sebelum dan setelah dilakukan penelitian dengan biofiltrasi dan aerasi menggunakan media Bioball dan Arang Aktif. Hasil efektifitas penurunan parameter BOD sebanyak 861 mg/l dan kadar TSS sebanyak 362 mg/l. Adapun saran peneliti untuk peneliti

selanjutnya yaitu, menambahkan aerator pada proses aerasi dan menambah ketebalan media filtrasi.

*Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu*

<b>No.</b>	<b>Nama Peneliti dan Judul Penelitian</b>	<b>Desain Penelitian dan Uji</b>	<b>Variabel Penelitian</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1.	Tedy Dian Pradana, Suharno, Apriansyah “Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS dan BOD”	Quasi Eksperiment One Group Pre-Test and Post-Test	Lama waktu aerasi terhadap penurunan kadar TSS dan BOD pada Limbah Tahu selama 6 jam	Hasil analisis pengaruh reduksi melalui penelitian diperoleh kadar BOD sebesar 77,59% dan kadar TSS sebesar 83,8%.
2.	Tri Nurulia Kotimah “Pengaruh biofiltrasi	<i>uji paired t test</i>	Banyaknya penurunan kadar BOD dan TSS	Terdapat perbedaan penurunan setelah

1	2	3	4	5
	menggunakan Media Karbon Aktif, Bioball		limbah pabrik tahu sebelum dan sesudah dilakukan	dilakukan perlakuan biofiltrasi dan aerasi yaitu kadar BOD
	Dan Aerasi Untuk Menurunkan Kadar BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) Dan TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) Pada Limbah Cair Industri Tahu Tahun 2019”		proses biofiltrasi dan aerasi	sebesar 861 mg/l dan kadar TSS sebesar 362 mg/l
3.	Nabella Ardhya Jawawi “Efektifitas Penurunan Kadar BOD dan TSS Pada Pengolahan Limbah Pabrik Tahu Pak Darso dengan Metode Filtrasi dan Variasi Waktu Aerasi”	Deskriptif studi kasus	Analisis efektifitas penurunan kadar BOD dan TSS menggunakan metode filtrasi dan variasi waktu aerasi selama 5 jam, 7 jam, dan 9 jam	

Tabel 2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Variabel Penelitian	
			Penelitian Terdahulu	Penelitian Sekarang
1	2	3	4	5
1	Tedy Dian Pradana, Suharno Apriansyah	Pengolahan Limbah Cair Tahu Untuk Menurunkan Kadar TSS dan BOD	Lama waktu aerasi-filtrasi selama 6 jam menggunakan media filtrasi arang aktif batok kelapa	Lama waktu aerasi-filtrasi dengan variasi waktu aerasi selama 5 jam, 7 jam, 9 jam
2	Tri Nurulia Kotimah	Pengaruh Biofiltrasi Menggunakan Media Karbon Aktif, Bioball Dan Aerasi Untuk Menurunkan Kadar BOD ( <i>Biological Oxygen Deman</i> ) Dan TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) Pada Limbah Cair Industri Tahu Tahun 2019	Banyaknya penurunan kadar BOD dan TSS limbah pabrik tahu sebelum dan sesudah dilakukan proses biofiltrasi dan aerasi	Analisis efektifitas penurunan kadar BOD dan TSS menggunakan metode filtrasi dan variasi waktu aerasi selama 5 jam, 7 jam, dan 9 jam

Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian ini dengan acuan dari peneliti terdahulu yang menggunakan metode aerasi-filtrasi tetapi dengan lama variasi waktu dari prose aerasi-filtrasi yaitu selama 5 jam, 7 jam, 9 jam.

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

### **1. Industri Tahu**

#### **a. Definisi**

Produsen tahu bisa kita temui dengan mudah dikarenakan banyaknya dari masyarakat yang mendirikan industri ini. Tahu merupakan bahan pangan yang banyak diminati karena meningkatnya industri produksi tahu dan bertambahnya limbah pada proses produksi. Oleh karena itu banyak sekali dampak yang ditimbulkan yang dapat mempengaruhi lingkungan. Hasil produksi dengan bahan baku utama kedelai adalah tahu.

Perkembangan industri tahu juga didukung oleh pemerintah dan menjadi wadah kewirausahaan masyarakat lokal. Industri tahu biasanya merupakan industri skala keluarga yang dapat mempekerjakan sekitar 2 hingga 6 orang. Teknik yang digunakan cenderung sederhana sehingga mudah dipahami. Inilah sebabnya mengapa siapa pun bisa menjalankan industri tahu. Hal ini dengan asumsi bahwa sampah yang timbul akibat proses produksi dapat diolah dengan sempurna sehingga tidak menurunkan fungsi lingkungan sekitar. Limbah yang dihasilkan pada proses pembuatan industri tahu ada yang limbah padat dan limbah cair. Sampah yang tidak dikelola dengan sempurna dan dibuang langsung ke badan air dapat mempengaruhi kehidupan masyarakat.

Bau busuk limbah tahu menandakan pengelolaan limbah pada saat proses pembuatan tahu belum sempurna. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian limbah industri tahu yang efektif supaya limbah yang dihasilkan aman dibuang ke lingkungan. Limbah yang dihasilkan industri tahu banyak mengandung protein dan zat organik lainnya, sehingga jika limbah tahu langsung dimasukkan ke dalam

air maka akan membusuk. Tingkat beban pencemaran juga tergantung pada pembuatan tahu. Sampah padat kini tidak lagi menjadi masalah dikarenakan limbahnya bisa dijual untuk pakan hewan atau membuat tempe.

Hasil limbah cair pada pembuatan tahu dari setiap kuintal kedelai dapat diolah menjadi  $\pm 2$  meter kubik tahu jadi. Kandungan BOD pada limbah tahu sangat tinggi, jika langsung dibuang ke lingkungan akan cepat membusuk dan mencemari lingkungan, oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan yang sempurna agar dapat menurunkan kandungan pencemar pada limbah tahu. Dikarenakan umumnya industri tahu berbentuk rumahan dengan skala modal kecil, maka perlu adanya pembuatan alat pengolahan limbah industri tahu yang sederhana, terjangkau, efisien cara penggunaan dan perawatannya.

#### **b. Proses Pembuatan Tahu**

Menurut (R. M. Astuti, 2017), proses pembuatan tahu dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya:

##### **1. Pemilihan dan Pencucian Kedelai**

Pemilihan bahan baku tahu lebih teliti dibandingkan bahan baku yang digunakan untuk tempe atau kecap. Ini disebabkan karena pembuatan tahu dengan cara mengekstraksi (menyaring) protein kedelai dengan penambahan air. Oleh karena itu, kuantitas dan kualitas protein kedelai sangatlah diperhatikan pada saat pemilihan bahan baku. Keanekaragaman kedelai sangat mempengaruhi rendemen dan rasa tahu, kedelai yang digunakan sebagai Bahan baku tahu harus memenuhi persyaratan sebagai berikut, kecuali jenisnya: Kedelai harus baru dipanen dan sangat matang. Jika anakan disimpan atau dipanen dalam waktu lama, hasilnya akan rendah. Kadar air total kedelai adalah 13%. Bila kelembapan mencapai 15%, sebaiknya lakukan tanaman selama penyimpanan. Pada saat yang sama, Anda perlu memastikan ketinggian air tidak terlalu rendah. Kedelai dengan kadar air kurang dari 9% akan mudah terurai dan menurunkan hasil tahu.

Ketika kedelai membusuk, lisil oksidase aktif sehingga menyebabkan minyak menjadi keruh dan tidak berbau seperti tahu, sehingga kedelai harus utuh.

## 2. Perendaman

Langkah selanjutnya, kedelai direndam dalam air bersih selama 8 jam (minimal 3 liter air untuk 1 kg kedelai). Kedelai akan mengembang jika direndam. Air yang digunakan untuk membuat tahu mempunyai pengaruh yang besar terhadap kualitas tahu. Air yang digunakan pun harus memenuhi syarat fisik, kimia, dan bakteriologis. Penggunaan air sumur atau air sungai untuk membuat tahu harus diolah dengan kaporit (obat antibakteri), setelah itu harus ditata dan disaring beberapa kali. Umumnya perendaman kedelai memerlukan waktu 8-12 jam atau semalaman. Perendamannya cukup 1-2 jam jika menggunakan air bersuhu 50°C. Setelah direndam, biji kedelai ditiriskan.

## 3. Penggilingan

Kedelai yang telah direndam kemudian digiling hingga mencapai konsistensi yang seragam. Penggilingan dilakukan dengan menggunakan grinder. Selama sandblasting, air ditambahkan secara bertahap melalui keran air. Kedelai yang telah diolah disimpan dalam wadah plastik (wadah). Penggilingan dilakukan dengan air panas, karena aroma khas kedelai tidak hilang dengan air dingin sehingga tidak disarankan.

## 4. Pemasakan

Bubur halus kedelai direbus dengan suhu sekitar 100°C. Kayu bakar masih digunakan untuk memasak dan ditambahkan air saat memasak berkali-kali. Kebutuhan air rata-rata sekitar 10 liter untuk 1 kg kedelai. Poses memasak dalam pembuatan tahu sangatlah penting. Tujuan pemasakan adalah untuk

menghilangkan bau pada kedelai dan memudahkan penyaringan.

#### 5. Penyaringan

Daging buah kedelai disaring dan airnya direduksi dengan batu tahu (kalsium sulfat =  $\text{CaSO}_4$ ) 1 gram per 1 liter sari kedelai. Masukkan tahu batu sedikit demi sedikit sambil diaduk perlahan agar sari kedelai lebih banyak, tahu dicuci bersih dan disaring kembali. Oleh karena itu, penyaringan dilakukan dua kali. Sari kedelai kemudian dikoagulasi dengan larutan  $\text{CaSO}_4$  jenuh (batu tahu) yang didiamkan semalaman. Dosis yang digunakan adalah 5-10 gram  $\text{CaSO}_4$  dalam 400-800 ml air. Koagulasi terjadi ketika suhu sari kedelai berkisar  $70\text{-}90^\circ\text{C}$ . Saat batu tahu ditambahkan, larutan diaduk terus menerus dan pengadukan dihentikan bila terbentuk gumpalan pada suspensi tahu.

#### 6. Penggumpalan dan Pencetakan

Setelah itu, tumbukan tahu didiamkan hingga potongannya jatuh ke dasar piring. Tujuan sedimentasi ini adalah untuk memudahkan pemisahan air tahu (budidaya) dari massa tahu. Massa tahu ditaruh dalam cetakan yang dilapisi kain, setelah itu permukaannya juga ditutup dengan kain dan meja yang sesuai. Tahu seberat kurang lebih 30 kg kemudian diletakkan di atas meja selama 15 menit atau hingga sisa air tahu habis.

## 2. Pengertian Limbah Tahu

Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya, air limbah adalah sisa cairan yang dibuang ke lingkungan hidup dari usaha dan/atau kegiatan yang berpotensi merusak kualitas lingkungan hidup. (Sugiharto, 2014) Pandangan bahwa 85-95% air yang digunakan merupakan air limbah dapat dijadikan sebagai nilai acuan.

Limbah tahu merupakan sisa cairan yang tidak dapat digunakan lagi yang berasal dari proses pengolahan tahu.



### 3. Karakteristik Limbah Tahu

#### a. Suhu

Suhu pada limbah tahu memang lebih tinggi dibandingkan dengan suhu air normal. Ini disebabkan karena adanya proses pengumpulan dan penyaringan menggunakan suhu 60 – 80°C.

#### b. Warna

Jika warna pada limbah tahu berwarna hitam dan berbau busuk itu disebabkan karena kurangnya oksigen yang berada pada air limbah.

#### c. Bau

Adanya proses terpecahnya protein oleh mikroorganisme dapat menghasilkan gas H<sub>2</sub>S yang mengakibatkan timbulnya bau busuk dari limbah tahu.

#### d. Kekeruhan

Kedelai merupakan limbah organik yang mana apabila zat organik pada kedelai terlarut dalam air dapat menyebabkan air menjadi keruh.

#### e. *Biologi Oxygen Demand* (BOD)

Dalam air limbah, terdapat zat organik dan anorganik dalam padatnya. Tingginya kandungan BOD menjadi indikator tingginya konsumsi oksigen yang diperlukan untuk aktivitas mikroba dalam penguraian zat organik yang dapat terbiodegradasi dalam air limbah.

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

Parameter COD air sisa menunjukkan adanya zat organik, terutama zat organik anorganik. Selanjutnya zat tersebut dapat dioksidasi oleh kadar SO<sub>3</sub> (sulfit), NO<sub>2</sub> (nitrit) yang tinggi dan zat asam K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.

#### g. pH

pH pada air limbah tahu biasanya bersifat asam hal ini dikarenakan adanya pemecahan zat organik oleh mikroba.

### 4. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

#### a. Penelitian Terdahulu Penurunan BOD Pada Limbah Pabrik Tahu

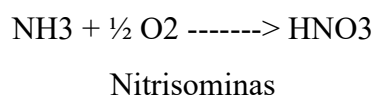
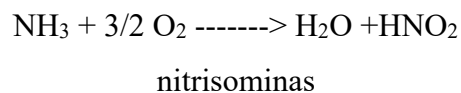
Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Tri Nurulia Kotimah, jurusan Sanitasi, Poltekkes Kemenkes Surabaya, Jawa Timur Indonesia, Tahun 2019. Pada jurnal "Pengaruh Biofiltrasi Menggunakan Media Karbon

Aktif, Bioball Dan Aerasi Untuk Menurunkan Kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) Dan TSS (*Total Suspended Solid*) Pada Limbah Cair Industri Tahu Tahun 2019”. Pada penelitian yang dilakukan peneliti memiliki tujuan untuk menurunkan kadar BOD dan TSS pada limbah tahu dengan metode penelitian *uji paired t test*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya penurunan kadar BOD dan TSS sebelum dan setelah dilakukan penelitian dengan biofiltrasi dan aerasi menggunakan media Bioball dan Arang Aktif. Hasil efektifitas penurunan parameter BOD sebanyak 861 mg/l dan kadar TSS sebanyak 362 mg/l. Adapun saran peneliti untuk peneliti selanjutnya yaitu, menambahkan aerator pada proses aerasi dan menambah ketebalan media filtrasi.

**b. Definisi BOD**

Tingkat pencemaran air limbah dapat ditentukan dengan mengukur Biochemical Oxygen Demand (BOD), yang mewakili jumlah kandungan oksigen terlarut dalam ppm atau miligram/liter yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan zat organik secara biologis dalam kondisi aerobik. Semakin tinggi kadar BOD maka semakin tinggi pula tingkat pencemaran air limbah.

Permintaan karbon optimal, yang disebut BOD L, dapat dicapai dan dikenali. Urea menyumbang N<sub>2</sub> dalam bentuk bahan organik, sedangkan protein diolah menjadi NH<sub>3</sub> selama dekomposisi. Setelah rentang waktu 12 hari, bakteri nitrifikasi memulai oksidasi amonia melalui proses selanjutnya.



**c. Faktor yang mempengaruhi BOD**

Menurut Arif Aji Nugroho Siti Rudiyanthi dkk (2014) dalam Diponegoro Journal Of Maquares dengan judul “Efektifitas pemanfaatan ikan Sapu-Sapu (*Hypostomus Plecostomus*) untuk meningkatkan kualitas air limbah pengolahan ikan berdasarkan (BOD, COD, TSS)”. Kadar BOD

dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain pH, jenis air, suhu air, dan juga gambaran kondisi air.

#### **d. Dampak BOD**

Beban pencemaran pada badan air yang disebabkan oleh air limbah seringkali diukur dengan parameter yang disebut BOD. BOD mewakili jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah. Peningkatan kadar BOD dapat menyebabkan keluarnya bau tidak sedap di lingkungan sekitar dan menimbulkan risiko kesehatan bagi individu, termasuk penyakit seperti kolera, disentri, dan tifus. Selain itu, hal ini juga dapat memberikan dampak buruk terhadap lingkungan.

Menurut (D. Astuti & Rosemalia, 2022) dalam jurnal unitek dengan judul “Penurunan BOD (Biological Oxygen Demand) Limbah Cair Domestik dengan Fitoremediasi” dampak BOD (*Biological Oxygen Demand*) terhadap kematian bakteri dapat berupa penurunan kualitas udara dan kematian biota perairan. BOD merupakan suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, untuk menguraikan atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. Air limbah dengan kebutuhan oksigen biokimia yang tinggi tidak mampu mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen dan dapat menyebabkan penipisan oksigen dalam air limbah dan kondisi anaerobik dalam air.

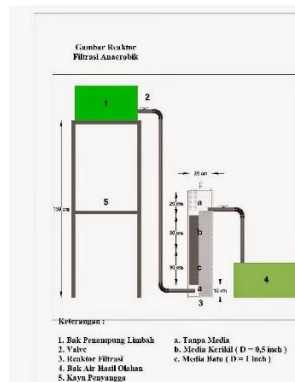
Menurut (Pagoray, et al 2021) pada jurnal pertanian terpadu dengan judul “Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan” mengatakan bahwa kelangsungan hidup biota di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kualitas air. Jika masuk zat – zat seperti bahan organik yang mencemari perairan akan menghasilkan produk penguraian berupa amonia ( $\text{NH}_3$ ),  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan asam asetat yang bersifat toksik bagi kehidupan akuatik, serta jumlah air yang berkurang akan berkurang. Kualitasnya dapat berubah sehingga mengganggu kualitas kehidupan perairan. Jika limbah tersebut terus

mengalir ke sungai maka akan berdampak buruk terhadap lingkungan perairan, termasuk ikan yang dibudidayakan dengan keramba di lingkungan perairan, dan ekosistem lingkungan perairan menjadi tidak stabil.

**e. Cara Penurunan BOD**

Science, Technology and Business (2014) dalam websitenya <https://www.caesarvery.com/2014/07/cara-menurunkan-kadar-bod-limbah-cair.html> menyatakan bahwa kadar BOD dapat diturunkan dengan beberapa cara antara lain:

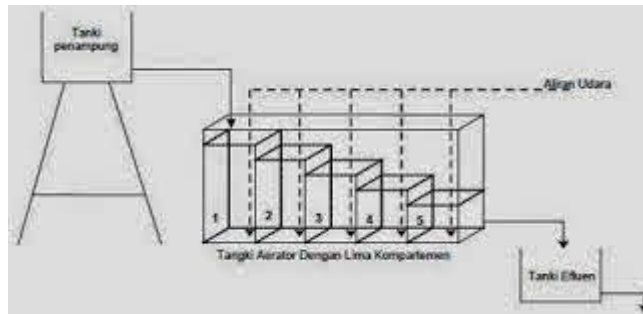
1) Filtrasi Anaerobic Aliran Upflow



Gambar 2.1 Filtrasi Anaerobic Aliran Upflow

Dalam cara ini proses yang dilakukan adalah dengan mengalirkan limbah cair dari media bawah menuju ke atas. Menurunnya kadar BOD pada cara ini dikarenakan adanya kontak langsung air limbah dan mikroorganisme di dalam media. Dimana kegiatannya adalah budidaya mikroorganisme dalam kondisi anaerobik. Dengan demikian, mikroorganisme memecah air limbah.

## 2) Tangki Aerasi Bertingkat



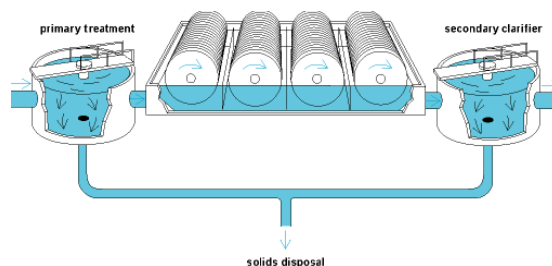
Gambar 2.2 Tangki Aerasi Bertingkat

Proses dari tangki aerasi bertingkat ini adalah dengan mengalirkan limbah cair dari tangki teratas menuju tangki dibawahnya begitu selanjutnya sehingga tangki yang berada paling bawah mempunyai kadar udara tertinggi. Sehingga kebutuhan mikroorganisme aerobik terpenuhi dan dapat menguraikan air limbah tersebut.

## 3) Biofilter Aerob – Anaerob

Sistem ini terdiri dari tangki sedimentasi pertama, biofilter anaerobik, biofilter aerobik, dan tangki sedimentasi akhir. Fungsi dari bak pengendap yang pertama adalah untuk mengendapkan air limbah dengan menggunakan daya tarik tanah dan bahan tersuspensi lainnya seperti minyak dan busa, sehingga sampah yang akan diolah pada tahap selanjutnya berwarna bening. Biofilter anaerobik adalah tempat berkembang biaknya bakteri yang menguraikan polutan bersama alirannya. Biofilter menciptakan dua jenis pertumbuhan bakteri mikroorganisme, yaitu pertumbuhan melekat dan pertumbuhan tersuspensi. Terbentuknya biofilm disebabkan oleh berkembang biaknya mikroorganisme yang menempel pada lingkungan (pasir, kerikil, karet, plastik, dll), dimana lingkungan dapat terangkut sebagian, seluruhnya atau hanya melalui air. Biofilm ini memerangkap nutrisi untuk pertumbuhan bakteri dan mencegah sel memasuki sistem air yang mengalir.

#### 4) *Rotating Biological Contactor (RBC)*



Gambar 2.3 *Rotating Biological Contactor (RBC)*

Dalam sistem ini, mikroorganisme membentuk lapisan biofilm yang melekat pada drum RBC. Dimana RBC berputar dengan bagian yang terkena air limbah dan bagian yang terkena udara terbuka untuk terisi O<sub>2</sub>. Semakin rendah jumlah putaran (rpm), semakin efektif kontak antara bakteri dan limbah.

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

##### a. Penelitian Terdahulu Penurunan TSS Limbah Pabrik Tahu

Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Tri Nurulia Kotimah, jurusan Sanitasi, Poltekkes Kemenkes Surabaya, Jawa Timur Indonesia, Tahun 2019. Pada jurnal “Pengaruh Biofiltrasi Menggunakan Media Karbon Aktif, Bioball Dan Aerasi Untuk Menurunkan Kadar BOD (*Biological Oxygen Deman*) Dan TSS (*Total Suspended Solid*) Pada Limbah Cair Industri Tahu Tahun 2019”. Pada penelitian yang dilakukan peneliti memiliki tujuan untuk menurunkan kadar BOD dan TSS pada limbah tahu dengan metode penelitian *uji paired t test*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya penurunan kadar BOD dan TSS sebelum dan setelah dilakukan penelitian dengan biofiltrasi dan aerasi menggunakan media Bioball dan Arang Aktif. Hasil efektifitas penurunan parameter BOD sebanyak 861 mg/l dan kadar TSS sebanyak 362 mg/l. Adapun saran peneliti untuk peneliti selanjutnya yaitu, menambahkan aerator pada proses aerasi dan menambah ketebalan media filtrasi.

##### b. Definisi TSS

Menurut (Neyva Rizki, et al, 2017) TSS (Total Suspended Solid) adalah semua jenis padatan dari total padatan tersuspensi dalam filter dengan ukuran partikel 2,0 µm atau kurang yang dapat mengendap. Kekeruhan

air erat kaitannya dengan TSS karena kekeruhan air disebabkan oleh adanya padatan tersuspensi. Bahan tersuspensi terdiri dari berbagai macam zat, seperti pasir halus, tanah liat, dan lanau alam, yang merupakan zat anorganik atau dapat juga berupa zat organik tersuspensi.

#### **c. Faktor Yang Mempengaruhi TSS**

Menurut (Yulianti, 2019) pada jurnal Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Semarang yang berjudul “Kadar Total Suspended Solid pada Air Sungai Nguneng Sebelum dan Sesudah Tercemar Limbah Cair Tahu” Faktor penyebab tingginya kadar TSS adalah Daging buah tahu mengandung senyawa organik yang kaya akan padatan tersuspensi (TSS).

#### **d. Dampak TSS**

Banyaknya zat padat tersuspensi (TSS) pada batuan sungai menyebabkan air sungai menjadi keruh. Kekeruhan ini membuat sinar matahari tidak dapat menembus aliran sungai. Jika sinar matahari terhalang mencapai dasar sungai, maka proses fotosintesis akan terganggu. Apabila proses fotosintesis terganggu, maka akan mengurangi jumlah oksigen terlarut yang dikeluarkan tanaman di air sungai. Penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air sungai mengganggu ekosistem sungai. Penurunan jumlah oksigen terlarut dalam air sungai pada akhirnya menyebabkan kematian tumbuhan dan organisme sungai.

#### **e. Cara Penurunan TSS**

TSS adalah singkatan dari Total Suspended Solid yang merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur jumlah padatan tersuspensi dalam limbah. Konsentrasi TSS yang tinggi dalam air limbah dapat menyebabkan pencemaran air dan membahayakan organisme akuatik. Kadar TSS dalam air limbah dapat dikurangi dengan beberapa cara, antara lain:

- 1) Fitoremediasi: Ini adalah proses yang menggunakan tanaman air untuk menyaring polutan dalam air limbah. Sebuah penelitian

menunjukkan bahwa penggunaan pabrik hydrilla dapat menurunkan kadar TSS dalam air limbah dari pabrik tahu.

- 2) Pengolahan biologis: Metode ini menggunakan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah. Salah satu contohnya adalah penggunaan kolam stabilisasi, dimana proses anaerobik terjadi di dasar kolam dan proses aerobik terjadi di bagian atas.
- 3) Pengolahan kimia: Metode ini melibatkan penambahan bahan kimia ke dalam air limbah untuk mengentalkan dan melakukan flokulasi padatan tersuspensi, sehingga lebih mudah dihilangkan. Sebuah penelitian menggunakan poli aluminium klorida (PAC) sebagai koagulan untuk mengurangi kadar TSS dalam air limbah industri.
- 4) Pengolahan fisik: Metode ini melibatkan penggunaan proses fisik untuk menghilangkan padatan tersuspensi dari air limbah. Salah satu contohnya adalah penggunaan kontaktor biologis putar untuk menurunkan kadar COD dan TSS dalam air limbah kedelai.
- 5) Metode sedimentasi tangki: biasanya mengurangi total padatan (TSS) dengan menggunakan filter dengan bahan pengemas berbeda. Tanah, kerikil, pasir sungai dan kompos lumpur (lumpur limbah rebus) digunakan sebagai filter.

## 6. Pengolahan Air Limbah

Terdapat beberapa proses dalam proses pengolahan limbah cair, yang terdiri dari tiga pengolahan, yang meliputi: pengolahan primer, pengolahan sekunder, dan pengolahan lanjutan.

### a. Pengolahan Pertama (*Primary Treatment*)

Pada proses pengolahan pertama ini banyak sekali menggunakan prinsip prinsip fisika sehingga seringkali proses ini juga dikatakan dengan pengolahan fisik. Contohnya seperti penyaringan, pengendapan, dan pengapungan. Pengolahan pertama ditujukan untuk proses awal untuk selanjutnya dilakukan proses lanjutan. Tujuan dari pengolahan yang pertama adalah menghilangkan padatan yang tercampur dengan cara sedimentasi atau sedimentasi.



Dalam pengolahan limbah cair, proses-proses yang terjadi pada pengolahan tahap pertama adalah: penyaringan, penghancuran (pengikatan), perolehan pasir (sand removal), ruang pasir, pembuatan sumur dasar, bangunan pengumpul minyak (grease catcher), primer, menetap, meratakan Reservoir, netralisasi, koagulasi, flokulasi.

b. Pengolahan Kedua (*Secondary Treatment*)

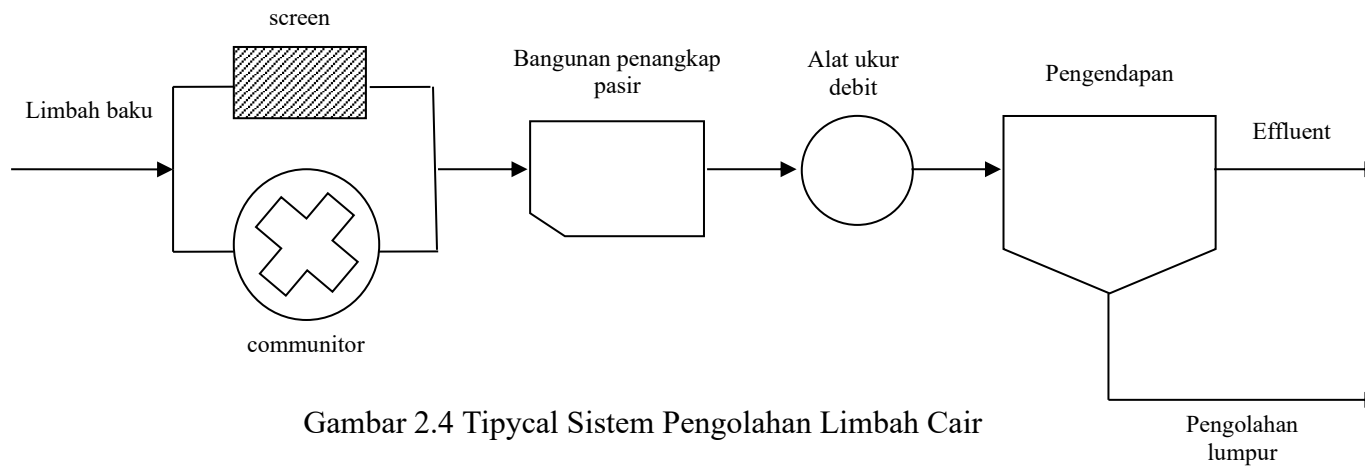
proses kedua yang digunakan dalam penurunan TSS hanya didasarkan pada aktivitas mikroorganisme aerobik atau anaerobik. Banyaknya limbah, jenis kotoran, kadar kotoran, dan lain sebagainya merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pengolahan sekunder. Tujuan dari reaktor lumpur aktif adalah dengan cepat meningkatkan jumlah bakteri sehingga proses biodegradasi bahan organik dapat bekerja secara efektif. Ada dua permasalahan penting dalam proses biologis ini diantaranya :

- 1) proses oksidasi
- 2) fasa limbah cair ini berdasarkan golongan aerobik dan anaerobik.

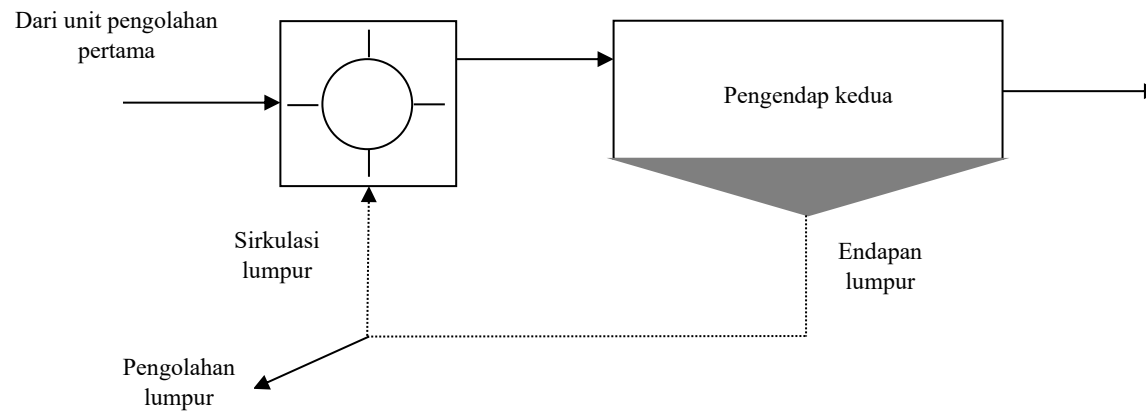
c. Pengolahan Ketiga (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan ketiga merupakan proses lanjutan dari pengolahan sebelumnya. Oleh sebab itu pengolahan ketiga ini hanya akan dilakukan apabila dari dua proses sebelumnya masih meninggalkan zat-zat yang dapat membahayakan bagi manusia. Beberapa jenis perawatan yang sering digunakan antara lain:

- 1) Sand filter
- 2) Filter multimedia
- 3) Filter precarbon
- 4) Micropainting
- 5) Filter vakum
- 6) Absorpsi/adsorpsi
- 7) Pengurangan zat besi dan mangan.
- 8) Perubahan CN
- 9) Osmosis balik.

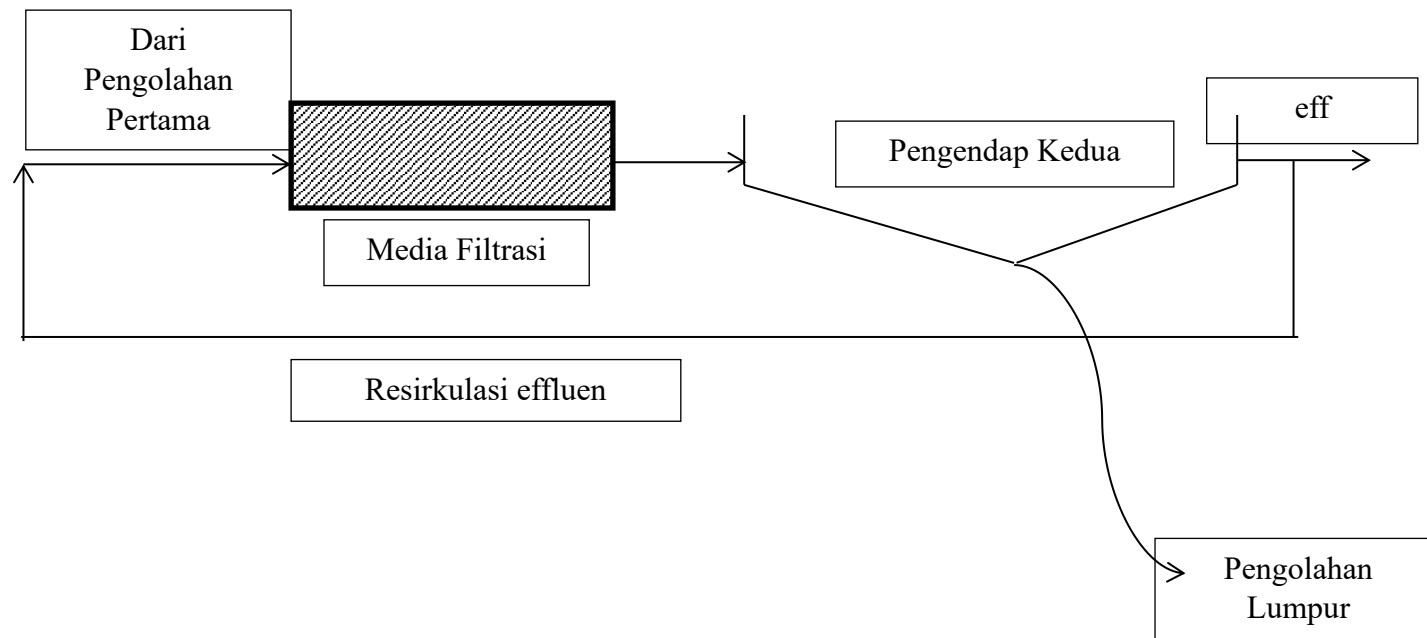


Gambar 2.4 Typical Sistem Pengolahan Limbah Cair



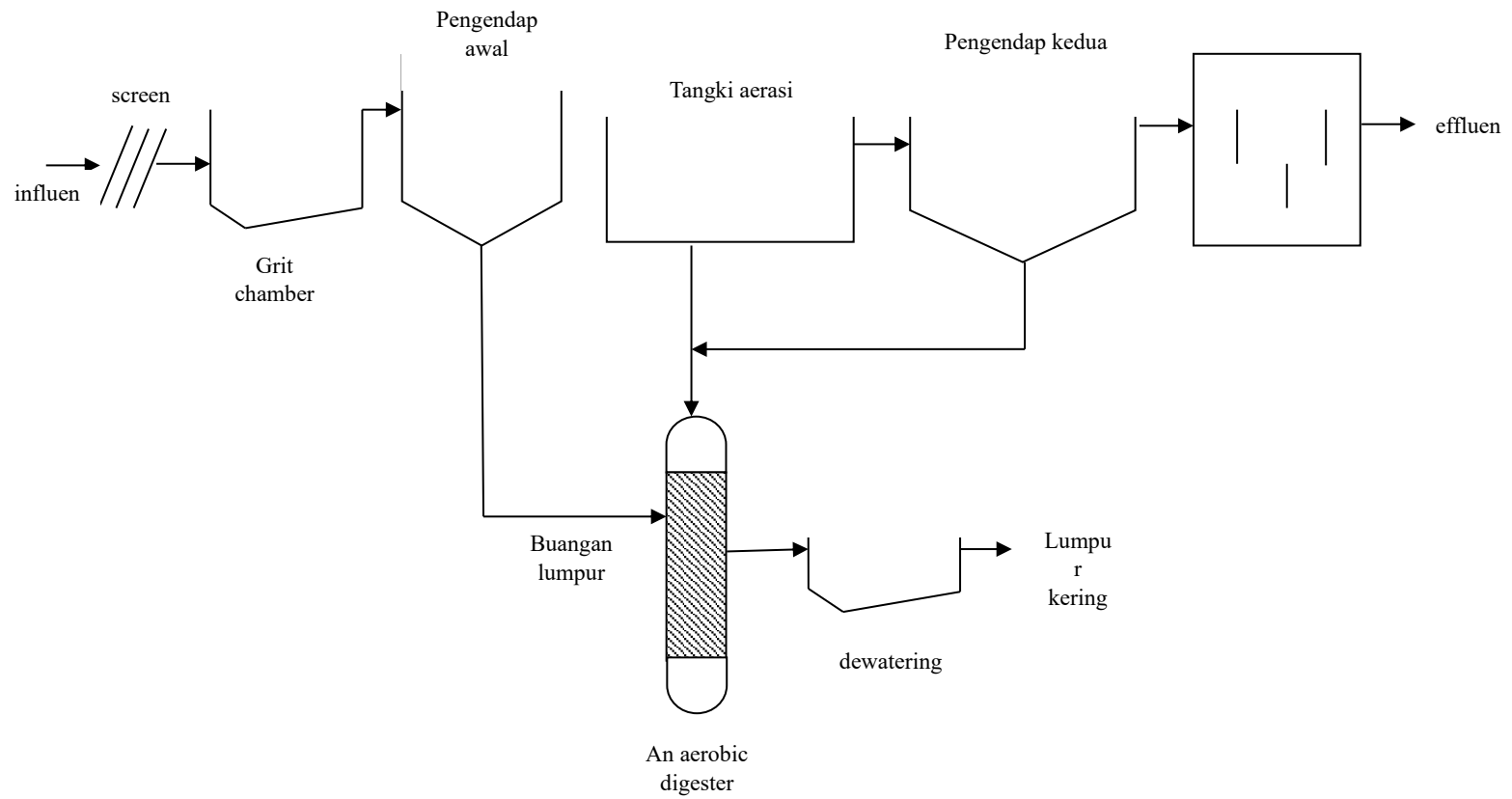
Gambar 2.5 Rangkaian Sistem Pengolahan Limbah Cair Metode Lumpur Aktif

Sumber : Febriana Ikasari,2021



Gambar 2.6 Sistem Pengolahan Limbah Cair Metode Trickling Filter

Sumber :Febriana Ikasari,2021



Gambar 2.7 Rangkaian Sistem Pengolahan Limbah Cair Secara Lengkap

Sumber :Febriana Ikasari,2021

## 7. Penambahan Oksigen (Aerasi) dan Filtrasi

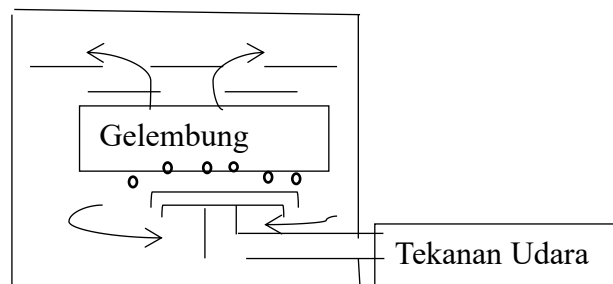
### a. Penambahan Oksigen (Aerasi)

#### 1) Definisi Aerasi

Aerasi adalah penambahan oksigen untuk menghilangkan kotoran. Pengotor yang dihilangkan melalui aerasi dapat berupa gas, cairan, ion, koloid atau bahan campuran. Dua metode yang digunakan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut, antara lain:

- 1) Menambahkan udara ke air limbah.
- 2) kontak air dengan oksigen.

Sumber lain berpendapat bahwa tujuan dari aerasi adalah untuk menaikkan kandungan oksigen pada air limbah sehingga proses oksidasi mikrobiologi dapat berjalan dengan baik. Dalam proses ini digunakan aerator yang prinsip kerjanya adalah menambahkan oksigen terlarut ke dalam air limbah. Meningkatkan permukaan kontak antara air dan udara.



Gambar 2.8 Sistem Penambahan

Dikatakan bahwa 1 kg BOD dapat menguraikan 43-123 m<sup>3</sup> udara, yaitu. bila menggunakan aerator mekanis, dibutuhkan 0,7-0,9 kg oksigen/jam untuk lumpur aktif. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tedy Dian Pradana, Suharno dan Apriansyah (2018), Hasil analisis pengaruh reduksi melalui penelitian diperoleh kadar BOD sebesar 77,59% dan kadar TSS sebesar 83,8%.

## **2) Mekanisme Proses**

terdapat 2 proses aerasi berlangsung, yaitu sebagai berikut:

- a) Dalam menyuplai udara ke air limbah, pada cara ini dapat menggunakan alat bernama Pora atau nozzle yang menyuntikkan udara atau oksigen murni ke dalam air limbah.
- b) Dengan mengangkat air ke atas sehingga bersentuhan langsung dengan oksigen. Dalam proses ini, limbah dikontakkan langsung dengan oksigen melalui putaran baling-baling, yang kemudian ditempatkan di permukaan limbah.

## **3) Faktor Yang Mempengaruhi Aerasi**

Menurut (Vitricia et al., 2022) faktor faktor yang mempengaruhi aerasi adalah sebagai berikut:

- a) Koefisien perpindahan gas (KLa) meningkat seiring dengan meningkatnya suhu karena suhu air mempengaruhi laju difusi, tegangan permukaan dan viskositas air. Difusi oksigen meningkat dengan meningkatnya suhu, sedangkan tegangan permukaan dan viskositas menurun dengan meningkatnya suhu.
- b) Kejenuhan Oksigen
- c) Konsentrasi jenuh oksigen ( $C_s$ ) dalam air tergantung pada suhu dan tekanan parsial oksigen yang berkontak dengan air.
- d) Karakteristik Air
- e) Turbulensi air Dalam aerasi difusi, sejumlah udara dimasukkan ke dalam filtrat melalui diffuser. Udara yang masuk ke dalam air garam kemudian membentuk gelembung-gelembung. Gelembung yang dihasilkan bisa berupa gelembung halus maupun gelembung kasar. Tergantung jenis dan ukuran diffuser yang digunakan.

## **b. Filtrasi**

### **1) Definisi**

Filtrasi adalah salah satu metode reduksi partikel dengan melewatkan aliran air di atas lapisan berpori dan berlubang. Proses ini lebih efisien dikarenakan menggunakan tempat yang lebih kecil namun penggunaan filtrasi hanya dapat dilakukan pada limbah yang sudah dilakukan pengolahan terlebih dahulu.

Menurut (Sugeng Sutikno et al., 2022) Filtrasi adalah pemisahan padatan dari fluida (cairan atau gas) yang mengangkutnya, menggunakan media berpori atau bahan berpori untuk menghilangkan sebanyak mungkin padatan halus dan koloid.

Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Tedy Dian Pradana, Suharno dan Apriansyah (2018). Hasil penelitian yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan menunjukkan adanya perbedaan kadar parameter TSS dan BOD sebelum dan sesudah aerasi dan filtrasi menggunakan limbah rambut dan arang tempurung kelapa selama 6 jam. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi penurunan kadar TSS sebesar 83,8% dan kadar BOD sebesar 77,59%..

### **2) Prinsip Kerja Filtrasi**

Terdapat 2 prinsip kerja dari Filtrasi, antara lain :

- a) Filtrasi aliran vertikal: penyaringan aliran vertikal dilakukan dengan membagi limbah secara bergantian menjadi beberapa lapisan filter (2 atau 3 unit).
- b) Filtrasi aliran horizontal: pada langkah ini, air limbah dialirkan melalui media filter dengan arah horizontal. Filtrasi horizontal secara konstan menenggelamkan air limbah dan prosesnya sebagian bersifat aerobik dan sebagian lagi bersifat anaerobik. Namun, proses filtrasi vertikal biasanya bersifat anaerobik. (Ii & Pustaka, 2016)

### **3) Faktor Yang Mempengaruhi Filtrasi**

#### **a) Debit Filtrasi**

Tekanan yang tinggi dapat menyebabkan filtrasi tidak bekerja maksimal. Hal ini disebabkan karena waktu kontak antara permukaan butiran bahan saringan dengan air yang disaring sangat singkat. Akibatnya, partikel yang terlalu halus tidak terfilter sempurna.

#### **b) Konsentrasi Kekeruhan**

Tingkat kekeruhan yang cukup tinggi pada air limbah dapat menyumbat pori-pori media atau menyebabkan penyumbatan.

#### **c) Kedalaman media, ukuran, dan material**

Lebar dan sempitnya lubang filter mempengaruhi porositas, kecepatan filtrasi dan juga kapasitas filtrasi menurut komposisi, proporsi dan bentuk susunan diameter butiran media. Pori-pori yang terlalu besar akan membesar sehingga menyebabkan aliran partikel halus tersaring. Sebaliknya jika pori-pori terlalu kecil maka kemampuan menyaring partikel akan meningkat, namun dapat menyebabkan penyumbatan (penyumbatan pori-pori dengan partikel halus yang tersuspensi) terlalu cepat.

#### **d) Kombinasi Proses-Proses Dalam Filtrasi**

##### **(1) Sedimentasi**

Ini adalah langkah menghitung partikel tersuspensi yang lebih kecil dari pori-pori permukaan butiran.

##### **(2) Adsorpsi**

Prinsip proses ini adalah adanya perbedaan muatan antara permukaan butiran dan partikel yang melayang di sekitarnya sehingga menimbulkan gaya tarik menarik.



#### 4) Media Filtrasi Yang Digunakan

##### a) Kerikil

Kerikil adalah kumpulan pecahan batuan lepas. Kerikil terbentuk secara alami di bumi sebagai hasil dari proses geologi pengendapan dan erosi, kerikil juga diproduksi secara komersial dalam jumlah besar dalam bentuk batu pecah. Fungsi dari kerikil adalah Batu kerikil, sebagai bahan penyaring dan membantu aerasi oksigen.

##### b) Pasir Silika

Pasir silika merupakan batu alam yang tersusun dari partikel kecil silika dioksida ( $\text{SiO}_2$ ). Silika adalah salah satu mineral paling umum di Bumi, dan terutama ditemukan di tanah, pasir, dan kerikil. Selain itu, pasir silika digunakan dalam pengolahan air limbah. Dalam hal ini, pasir silika dapat digunakan sebagai bahan penyaring dalam berbagai proses pengolahan air limbah, termasuk pengolahan fisik-kimia dan pengolahan lumpur aktif. Media filter ini memudahkan penghilangan komponen padat dan zat pencemar lainnya dari air limbah sebelum air tersebut dibuang kembali ke lingkungan atau sebelum diolah lebih lanjut.

##### c) Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan suatu bahan yang mengandung unsur karbon berpori dengan lebar permukaan yang luas, sehingga banyak dipergunakan dalam berbagai aplikasi, salah satunya sebagai adsorben. Dari segi penerapannya, karbon aktif digunakan dalam berbagai proses industri seperti penyaringan air, penghilang bau dan lain-lain. Karbon aktif mengadsorpsi logam Pb, Hg, Cu, Ni, Cd pada limbah cair, tembaga dan nikel. Karbon aktif dapat menghilangkan kandungan logam yang dipengaruhi oleh

pH dan kandungan karbon. Selain itu, karbon aktif berperan penting dalam memurnikan air dan udara (Harris 1999) dan menghilangkan bau, warna dan rasa dari larutan.

### 8. Baku Mutu Limbah Tahu

Sebagai tolak ukur penurunan BOD dan TSS acuan yang digunakan adalah PERGUB JATIM No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Lainnya

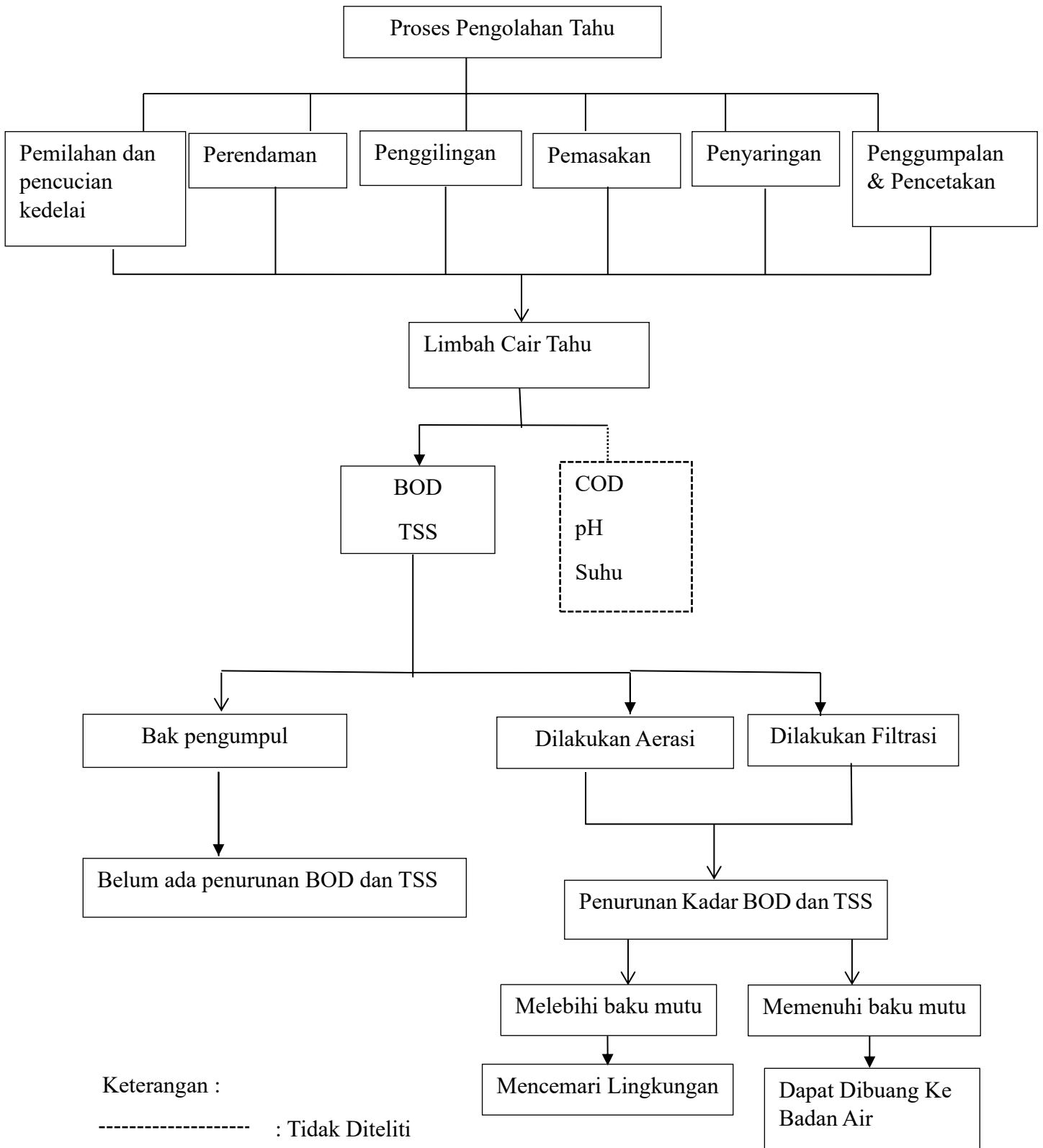
*Tabel 2.3 Baku Mutu Air Limbah Tahu*

<b>BAKU MUTU INDUSTRI PENGOLAHAN KEDELAI (INDUSTRI TAHU)</b>		
No	Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
1	BOD5	150
2	COD	300
3	TSS	100
4	pH	6,0-9,0
5	Volume Air Limbah Maksimum (M <sup>3</sup> /ton kedelai)	20

*Sumber : PERGUB JATIM No.72 Tahun 2013*

Dikatakan Efektif apabila Parameter BOD dan TSS sudah memenuhi Baku Mutu sesuai dengan PERGUB JATIM No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya. Dan dikatakan tidak efektif apabila Parameter BOD dan TSS belum memenuhi Baku Mutu sesuai dengan PERGUB JATIM No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau kegiatan usaha lainnya.

### C. Kerangka Teori



#### D. Kerangka Konsep

