

## BAB II

### TINJUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berfungsi sebagai referensi dalam penelitian untuk mencari perbandingan dan sebagai inovasi baru dalam penelitian. Berikut ini adalah daftar penelitian yang sebagian besar terkait dengan topik ini dan dapat ditemukan pada tabel 2.1.

Nama dan Judul penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
Ulfah L.S., and Ratnawati R. (2020) Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan <i>Biosand Filter</i> .	Dari penelitian ini efisiensi penurunan konsentrasi BOD dan TSS pada reaktor 1 dengan susunan media kerikil:pasir kasar:pasir halus:karbon aktif adalah (10:10:30:10) cm berturut-turut adalah 62,92% dan 78,40%. Pada reaktor 2 dengan susunan media kerikil:pasir kasar:pasir halus:karbon aktif yaitu (10:10:15:25) cm mempunyai nilai efisiensi penurunan konsentrasi BOD dan TSS masing-masing adalah 67,01% dan 81,99%. Variasi susunan media yang lebih efektif dalam menurunkan konsentrasi BOD dan TSS pada air limbah domestik.	Menggunakan <i>Biosand Filter</i> .	Sampel limbah cair di analisis hanya nilai Konsentrasi KMnO <sub>4</sub> , BOD, dan TSS.
Sitasari, A. N., & Khoironi, A. (2021) Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu.	Penggunaan media bioball efektif dalam menurunkan konsentrasi kekeruhan. Penggunaan media bioring efektif dalam meningkatkan pH. Metode batch efektif	Metode <i>batch</i> dan <i>continue</i> menggunakan <i>biosand filter</i> .	Sampel limbah cair di analisis yaitu COD, DO, pH, Konsentrasi Kekeruhan.

	meningkatkan kualitas air air limbah tahu untuk parameter COD, pH, dan kekeruhan pada hari ke-1. yang tertinggi adalah pada kolom filter 2 dengan persentase efektivitas peningkatan 41,27%. Metode batch efektif meningkatkan kualitas air air limbah tahu untuk parameter COD, pH.		
Muharam R., Dkk. (2023) Penggunaan <i>Biosand Filter</i> Media Ampas Tahu Dalam Menurunkan Konsentrasi Cod Dan Tss Pada Limbah Cair Tahu “Pabrik Tahu Pak Mul” Di Kecamatan Sukun Kota Malang.	Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa biosand filter media ampas tahu mampu menurunkan konsentrasi COD dan TSS dengan efisiensi penyisihan pada reaktor I susunan media arang aktif ampas tahu, pasir halus, pasir kasar dan kerikil (10:40:20:10) cm adalah 87,44% dan 79,26%. Reaktor II susunan media arang aktif ampas tahu, pasir halus, pasir kasar dan kerikil (20:10:30:20) cm memiliki efisiensi penyisihan konsentrasi COD dan TSS adalah 87,44% dan 79,26% dan 90,04%.	Menggunakan <i>biosand filter</i> dengan media ampas tahu.	Sampel limbah cair di uji yaitu COD dan TSS.
Rahmi Alfi. (2016) Pengolahan Air Limbah Menjadi Air Domestik Non Konsumsi Dengan Variasi Karbon Aktif <i>Biosand Filter</i> .	Penyaringan dengan menggunakan karbon aktif arang batok kelapa, arang cangkang sawit, arang sekam padi dan arang serbuk gergaji dapat menurunkan kadar BOD terlarut dalam limbah cair rumah tangga. Penyaringan dengan menggunakan karbon aktif arang batok kelapa, arang cangkang sawit, arang sekam padi dan arang serbuk gergaji dapat menurunkan kadar TSS terlarut dalam limbah cair rumah tangga. Untuk	Menggunakan <i>biosand filter</i> dengan variasi karbon aktif.	Sampel yang di analisis yaitu pH, BOD, TSS, Minyak dan Lemak.

	<p>menurunkan kadar minyak dan lemak, penyaringan menggunakan saringan arang batok kelapa dan arang sekam padi lebih bagus dari pada penyaringan menggunakan arang cangkang sawit dan arang serbuk gergaji.</p>		
<p>Amri A.A., and Widayanto Tri (2023) Penurunan Kadar BOD, COD, TSS, dan pH Pada Limbah Cair Tahu Dengan Menggunakan <i>Biofilter</i>.</p>	<p>Pada kadar setiap komponen COD, BOD, dan TSS limbah cair tahu memiliki penurunan melalui penggunaan metode pengolahan biofilter, yang medianya batu koral dan kerikil mampu menurunkan kadar pencemaran limbah cair tahu untuk dibuang ke sungai sekitar dengan hitungan tingkat efektivitas berapa persen, yaitu: Parameter BOD memiliki tingkat efektivitas sebesar 14%, parameter COD memiliki tingkat efektivitas sebesar 15%, dan parameter TSS memiliki tingkat efektivitas sebesar 12% sedangkan penurunan kadar parameter COD, BOD, dan TSS pada limbah cair tahu selang waktu 14 hari agar bakteri didalam reaktor biofilter bertumbuh setelah pengolahan yaitu sebesar: Parameter BOD sebesar 737,9 mg/L, parameter COD sebesar 6.333 mg/L, parameter TSS sebesar 84 mg/L, dan untuk parameter pH 6-7, dari keempat komponen COD, BOD, TSS dan pH tersebut mampu mengalami penurunan yang baik</p>	<p>Menggunakan <i>biofilter</i>.</p>	<p>Sampel yang di uji yaitu BOD, COD, TSS, pH.</p>

	yaitu parameter TSS dikarenakan yang memenuhi Baku Mutu sesuai aturan dari Permen LH Nomor 5 Tahun 2014.		
--	--	--	--

**Tabel 2.1** Judul-judul Penelitian Terdahulu

Para peneliti sebelumnya telah melakukan penelitian terhadap limbah cair tahu atau menggunakan *Biosand Filter*. Penghilangan polutan di limbah tahu dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, Penelitian riset yang telah dilakukan dengan metode fisika, kimia, dan biologi. Penelitian pengolahan limbah cair tahu biasanya dilakukan dengan menggunakan metode yang sederhana dan mudah dipahami sehingga dapat diaplikasikan pada industri pembuatan tahu.

## 2.2 Air Limbah

Air limbah dapat dibagi menjadi tiga yaitu pertama adalah air limbah industri, kedua adalah air limbah domestik yakni yang berasal dari buangan rumah tangga, dan yang ke tiga yakni air limbah dari perkantoran dan pertokoan (daerah kemersial). Saat ini selain pencemaran akibat limbah industri, pencemaran akibat limbah domestikpun telah menunjukkan tingkat yang cukup serius. Air limbah yang dihasilkan berpotensi memberikan dampak pencemaran lingkungan jika dalam proses produksi menggunakan bahan kimia yang berlebihan. Bahan yang dapat menimbulkan masalah pencemaran yaitu bahan organik, non-organik, dan logam berat yang konsentrasinya melebihi baku mutu yang diperbolehkan untuk masuk ke lingkungan. Limbah dengan karakteristik tersebut dapat menimbulkan kerusakan lingkungan dan kesehatan manusia dalam jangka waktu yang panjang (Indrayani & Rahmah,2018).

### 2.3 Sumber Air Limbah

Menurut Wahyudi (2022) air limbah yang dapat merusak ekosistem lingkungan berasal dari sumber antara lain yakni :

1. Air limbah yang dapat merusak ekosistem lingkungan berasal dari sumber antara lain yakni dari tinja yang mengandung mikroba patogen dan merupakan salah satu komponen utama dari limbah cair rumah tangga, *gray water* yang merupakan air bekas cucian dari dapur, mesin cuci, dan kamar mandi. *Grey water* sering juga disebut dengan istilah *sullage* dan mengandung bahan organik serta deterjen.
2. Air limbah industri dihasilkan dari berbagai proses produksi di pabrik dan memiliki karakteristik yang sangat bervariasi tergantung pada jenis industri meliputi industri makanan dan minuman yang menghasilkan limbah yang kaya akan bahan organik, lemak, dan zat kimia yang digunakan dalam proses pengolahan makanan, industri tekstil yang menghasilkan limbah yang mengandung pewarna, bahan kimia beracun, dan partikel padat, dan industri kimia berupa menghasilkan air limbah yang mengandung bahan berbahaya seperti asam, basa, logam berat, dan senyawa organik yang dapat mencemari lingkungan.
3. Limbah cair dari rumah sakit termasuk dalam kategori air limbah berisiko tinggi karena dapat mengandung patogen dan bahan kimia berbahaya. Sumbernya meliputi sanitasi medis air buangan dari proses pembersihan alat medis yang mungkin terkontaminasi, perawatan pasien air buangan dari fasilitas perawatan pasien yang mengandung obat-obatan dan bahan kimia

farmasi.

#### **2.4 Karakteristik Limbah Cair**

Sisa hasil berbagai proses industri, rumah tangga, atau pertanian berbentuk cair. Karakteristik limbah cair dapat bervariasi berdasarkan sumbernya, Namun limbah cair tahu mempunyai dua sifat yaitu sifat kimia dan sifat fisik. Sifat biologis limbah tahu tidak akan langsung tampak kecuali jika disimpan dalam jangka waktu lama hingga terjadi proses biologis bakteri.

#### **2.5 Proses Pembuatan Tahu**

Proses pembuatan tahu umumnya terdiri dari penyortiran kedelai, penimbangan kedelai, perendaman, pencucian, penggilingan, ekstraksi, penyaringan, pemasakan, penggumpalam, pemisahan, pengemasan, pengepresan, pemasakan, dan pengemasan. Teknologi pengolahan tahu masih sangat sederhana dan sebagian besar mengandalkan tenaga manusia. (Herdhiansyah, 2022)

Proses pembuatan tahu diawali dengan proses persiapan, proses pencucian dan perendaman, proses penggilingan, proses pemasakan, proses penyaringan, proses pencetakan, dan proses pemotongan tahu.

##### **1. Proses persiapan**

Selama proses persiapan, jenis kedelai berkualitas tinggi dan berkualitas rendah dipilih. Dalam proses ini kita memperhatikan mutu kedelai yaitu protein, lemak, rasa, warna kulit biji, ukuran biji, sifat fisik air dari kedelai, dan lain-lain, sehingga pemilihan jenis kedelai sangat penting.

##### **2. Proses Pencucian dan perendaman**

Pada proses pembersihan dan perendaman, noda kedelai yang menempel

pada bahan baku dihilangkan dan proses perendaman dilanjutkan. Proses ini dilakukan dengan perendaman selama 2-3 jam untuk meningkatkan kadar air pada kedelai dan tidak mempengaruhi kandungan protein pada kedelai .

### 3. Proses penggilingan

Langkah selanjutnya adalah penggilingan. Pada proses ini biji kedelai yang telah direndam dihaluskan dan ditambahkan air sesuai dengan jumlah kedelai yang dihaluskan. Hingga lembut menjadi empuk dan siap dimasak.

### 4. Proses pemasakan

Selama proses memasak, uap bertekanan dimasukkan langsung ke dalam media pemasak. Rebus selama 15-30 menit untuk mempercepat penggilingan dan penggumpalan protein.

### 5. Proses penyaringan

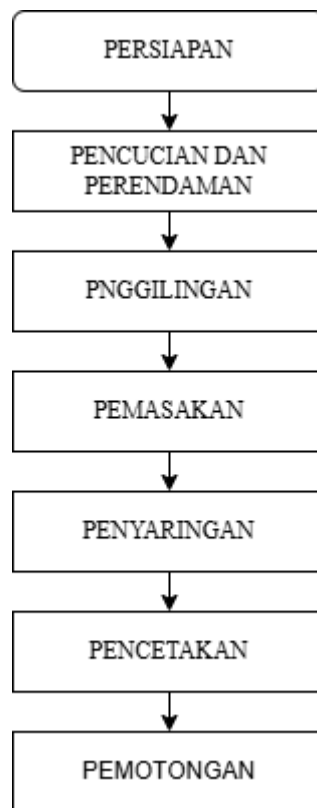
Saat menyaring sari kedelai, digunakan kain mori atau sifon yang digantung dan digerakkan secara manual untuk memisahkan ampas dan sari kedelai.

### 6. Proses pencetakan

Proses pencetakan yaitu pada proses ini gumpalan tahu kemudian diambil dan dituang dalam cetakan yang sudah disediakan dan dialasi dengan kain putih yang diisi sampai penuh

### 7. Proses pemotongan

Langkah terakhir adalah proses pemotongan yang mana melepas kain saringannya. Selanjutnya adalah proses pengeringan. Tujuannya adalah untuk mengurangi kelembapan pada tahu agar tidak hancur saat dipotong.



Gambar 2.1 Proses Produksi Pengolahan Tahu

Di lokasi penelitian, mendapatkan data jumlah tahu yang dihasilkan selama masa produksi satu kali ialah bahan baku kedelai, 5 hingga 7 kg, 50 kg berat masing-masing dan kurang lebih 15.000 hingga 17.500 potong tahu. Jumlah limbah air yang terbuang dalam produksi adalah antara 300 hingga 500 L per hari.

## 2.6 Limbah Cair Tahu

Limbah industri tahu merupakan limbah yang dihasilkan selama produksi tahu. Limbah ini memiliki karakteristik yang dapat menimbulkan dampak lingkungan yang serius jika tidak dibuang dengan benar.

### 2.6.1 Karakteristik Limbah Tahu

Limbah industri tahu mempunyai beberapa karakteristik yaitu sifat fisika dan kimia. Sifat biologi limbah tahu tidak akan langsung tampak kecuali jika disimpan dalam jangka waktu lama hingga terjadi proses biologis bakteri. Air limbah tahu dicirikan oleh kandungan bahan organik yang tinggi, dengan *Biological Oxygen Demand* (BOD) sekitar 6.000 hingga 8.000 mg/L, *Chemical Oxygen Demand* (COD) sekitar 7.500 hingga 14.000 mg/L, *Total Suspended Solid* (TSS) sekitar 2.910 mg/L dan nilai pH sekitar 3-5. Jika langsung dibuang langsung ke badan air, dapat menurunkan daya dukung lingkungan. Oleh karena itu, industri memerlukan pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi risiko kontaminasi yang ada.

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

Menurut Ristyana (2022) *Biological Oxygen Demand* (BOD) didefinisikan sebagai oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan-bahan organik yang ada di dalam air. Uji BOD dibutuhkan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk maupun perindustrian. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik dibutuhkan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya dari proses oksidasi.

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

*Chemical oxygen demand* (COD) atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan agar bahan buangan yang ada didalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi atau banyaknya oksigen-oksigen yang

dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. COD merupakan salah satu parameter kunci sebagai pendeteksi tingkat pencemaran air. Semakin tinggi COD, maka semakin buruk kualitas air yang ada.

c. *Total Suspended Solid (TSS)*

Total padatan tersuspensi merupakan pengukuran kualitas air dan biasa disingkat TSS. Konsentrasi padatan tersuspensi mengancam kehidupan spesies ikan dan menyebabkan infeksi yang mengganggu dengan pelepasan insang yang parah. Kemampuan mencari makan ikan ini juga dibatasi oleh gangguan dari padatan tersuspensi, membuat spesies ini semakin mudah dijangkau oleh predator. Oksigen terlarut yang ada dalam air sangat dipengaruhi oleh keberadaan partikel tersuspensi. Sinar matahari diserap oleh partikel tersuspensi, sehingga meningkatkan suhu air. Hal ini mengurangi kapasitas penyimpanan oksigen di air hangat dan mengganggu spesies air dingin.

d. *pH (Potential of hydrogen)*

pH (*potential of Hydrogen*) merupakan parameter kualitas air yang menunjukkan asam basa suatu larutan berdasarkan jumlah ion hidrogen (H<sup>+</sup>) atau hidroksil (OH<sup>-</sup>). Air limbah industri tahu sifatnya cenderung asam, pada keadaan asam ini akan terlepas zat-zat yang mudah untuk menguap. Hal ini mengakibatkan limbah cair industri tahu mengeluarkan bau busuk. pH sangat berpengaruh dalam proses pengolahan air limbah. Baku mutu yang ditetapkan untuk pembuangan limbah pabrik sebesar 6-9. Pengaruh yang terjadi apabila pH terlalu rendah adalah penurunan oksigen terlarut. Oleh karena itu, sebelum

limbah diolah diperlukan pemeriksaan pH serta menambahkan larutan penyangga agar dicapai pH yang optimal.

e. *Nitrit* (NO<sub>2</sub>)

Nitrit merupakan salah satu bentuk senyawa nitrogen, dalam hal ini nitrit merupakan senyawa turunan nitrogen. Nitrit bersumber dari bahan-bahan yang bersifat korosif dan banyak dipergunakan di pabrik-pabrik. Keberadaan nitrit menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik yang memiliki kadar oksigen terlarut sangat rendah.

Menurut peraturan menteri kesehatan republik indonesia no 32 tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, *solus per aqua*, dan pemandian umum, menyebutkan bahwa kadar maksimal untuk nitrit pada air yaitu 1 mg/l

### 2.6.2 Baku Mutu Limbah Cair Industri Tahu

Baku mutu limbah cair tahu Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, terdapat peraturan mengenai pengolahan proses produksi kedelai. Parameter pencemaran bahan organik dinyatakan dengan nilai BOD, COD, TSS dan pH.

**Tabel 2.2** Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha atau Kegiatan Pengolahan kedelai

Parameter	Limbah Cair Industri Tahu	
	Satuan	Kadar
BOD	mg/L	150
COD	mg/L	300
TSS	mg/L	150
pH	-	6-9

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

### **2.6.3 Dampak Limbah Cair Tahu**

Menurut Shaskia (2021) membuang limbah cair ke sungai tanpa pengolahan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Sungai merupakan salah satu tempat pembuangan limbah tahu yang biasa digunakan oleh para pelaku industri pengolahan tahu. Limbah tahu tidak memenuhi baku mutu air limbah yang memungkinkan pembuangan langsung ke sungai dan dapat mempengaruhi kualitas air sungai. Pembuangan limbah tahu juga mempengaruhi keindahan penampilan sungai, yaitu warna air sungai berubah menjadi putih. Limbah tahu juga menimbulkan bau tidak sedap dan eutrofikasi, munculnya kelebihan unsur hara di sungai. Pembuangan limbah tahu tidak hanya memiliki efek negatif terhadap sungai tetapi juga berpotensi mencemari lahan pertanian hingga air tanah, seperti yang terjadi di Kabupaten Jombang Jawa Timur.

## **2.7 Filtrasi**

### **2.7.1 Umum**

Filtrasi (penyaringan) adalah pengurangan campuran lumpur dan partikel koloid dari air limbah dengan melewatkan air limbah melalui media berpori. Pengoperasian sistem filter biasanya dibagi menjadi dua yaitu : penyaringan polutan dan pembersihan alat filtrasi. Alat filtrasi yang banyak digunakan meliputi filter pasir lambat, filter pasir cepat.

### **2.7.2 Jenis Filtrasi**

Filtrasi diperlukan untuk sepenuhnya mengurangi tingkat kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau, dan zat besi. Dengan cara ini, dapat memperoleh air bersih yang memenuhi baku mutu kualitas air bersih dan air minum.

Berdasarkan kecepatan alirannya, filter dibedakan menjadi dua macam yaitu :

1. Saringan Pasir Lambat (*Slow Sand Filter*)

Filter ini dikembangkan oleh James Simpson pada perusahaan air minum di Inggris. pada tahun 1829. Filter ini dirancang dengan konsep kecepatan penyaringan yang lambat. Namun filter ini dapat menyaring kontaminan hingga diameter yang lebih kecil dibandingkan filter pasir cepat. Sistem pencuciannya dengan cara *scrapping* lapisan atas, namun memakan waktu satu hingga dua bulan. Luas permukaannya lebih besar dibandingkan saringan pasir cepat.

2. Saringan pasir cepat (*Rapis Sand Filter*)

Filter ini dikembangkan di Amerika Serikat antara tahun 1900 dan 1910. Filter ini lebih umum digunakan dalam sistem pengolahan air minum. Filter ini dilengkapi dengan konsep penyaringan cepat dan relatif besar. Proses pembersihan menggunakan proses back wash atau air dialirkan dari bawah media ke arah atas, dan memakan waktu 1 hingga 2 hari. Filter ini sering digunakan dalam pengolahan air pada tipe pengaliran secara gravitasi. Dan biasanya diletakkan di kolam beton terbuka.

### **2.7.3 Mekanisme filtrasi**

Mekanisme filtrasi adalah proses pemisahan campuran antara zat padat dan cairan dengan cara melewatkan campuran tersebut melalui media penyaring berpori. Media penyaring ini akan menahan partikel-partikel padat, sementara cairan dapat melewatinya. Adapun contoh mekanisme filtrasi sebagai berikut.

### 1. Penyaringan Mekanis

Proses ini dapat terjadi dengan filter lambat dan cepat. Media yang digunakan untuk filtrasi adalah pasir yang mempunyai pori-pori (ruang antar pasir) yang sangat kecil. Artinya partikel-partikel yang mempunyai ukuran butir lebih besar dari ruang antar butir pasir media dapat tertahan. Selama proses filtrasi, ruang antar partikel menjadi semakin berkurang karena partikel-partikel yang tertahan dalam media filter. Dalam filter ini, serpihan yang tidak terendapkan selama pengendapan tertahan di lapisan atas pasir, membentuk lapisan atas yang menahan partikel-partikel kecil.

### 2. Pengendapan

Proses ini hanya dapat dilakukan dengan filter lambat. Ruang di antara butiran pasir berfungsi sebagai bak pengendap kecil. Partikel kecil, koloid, dan berbagai bakteri juga mengendap di celah antar butiran pasir akibat efek fisika (adsorpsi) dan tetap menempel pada butiran pasir.

### 3. Aktivitas Biologi

Suspensi dalam air mengandung organisme seperti alga dan plankton yang merupakan makanan bagi mikroorganisme jenis tertentu. Organisme ini membentuk lapisan pada media filter yang disebut “lapisan lendir” atau lebih sering disebut biofilm. Lapisan ini berarti mikroorganisme yang ada di dalam air akan tetap berada di sana, dan air yang disaring tidak lagi mengandung mikroorganisme dan bakteri.

## **2.8 Biosand Filter**

Biosand filter adalah teknologi alternatif yang relatif murah yang digunakan untuk pengolahan air limbah (Nogarh dkk, 2015). Pengolahan biosand filter cocok untuk mengolah air limbah dengan proporsi zat organik yang tinggi (Rahmi, 2016). Sumber air *biosand filter* dapat digunakan pada sumber air apa saja, seperti air dari industri, air hujan, air tanah dalam, air tanah dangkal, sungai, danau, dan air permukaan lainnya. Dan lapisan biofilm tumbuh pada permukaan media bagian atas pada biosand filter (Ulum dkk., 2015; Rahmi, 2016).

Biosand filter merupakan salah satu pengembangan dari *slow sand filter* yang dirancang dan dibuat secara khusus untuk penggunaan yang bersifat sementara atau penggunaan rumah tangga. Biosand filter ini merupakan alat pengolah air bersih yang sejak awal pengembangannya pada tahun 1990.

Biosand filter mengadaptasi teknik lama pasir lambat, yang sudah ada sejak seabad lalu. Seperti namanya, teknik ini mengandalkan lapisan pasir. Lapisan ini, jika dipadukan dengan aliran air yang lambat, bisa menciptakan sebuah lapisan baru yang disebut lapisan biologis. Lapisan biologis ini berfungsi untuk menurunkan hingga menghilangkan zat-zat pencemar yang masuk ke dalam slow sand filter. Pada lapisan ini pula, mereka membentuk zona kehidupan dalam sebuah populasi yang padat. Populasi mikroorganisme ini pada gilirannya menjadi bagian dari rantai makanan yang sangat aktif. Mereka hidup dengan mengonsumsi organisme patogen dalam air kotor seiring dengan pergerakan mereka yang terperangkap di dalam dan pada permukaan butiran pasir. Mikroorganisme yang ada, mengubah zat-zat pencemar (pengotor organik) menjadi zat anorganik yang kemudian keluar

melalui butiran pasir hingga outlet filter. Sehingga, pada lapisan tersebut, patogen yang terkandung dalam air limbah akan tersaring dan menempel pada lapisan butiran pasir.

### **2.8.1 Proses Yang Terjadi Dalam *Biosand Filter***

Proses yang terjadi dalam *biosand filter* adalah kombinasi dari beberapa mekanisme fisik, biologi, dan kimia yang bekerja secara bersamaan untuk mengolah limbah air, dengan urutan sebagai berikut :

#### 1. Infiltrasi Air Limbah

Air limbah tahu, yang dihasilkan dari proses produksi tahu, dialirkan ke dalam biosand filter. Proses ini memanfaatkan gaya gravitasi, sehingga air mengalir secara perlahan ke dalam media penyaring.

#### 2. Penyaringan Fisik

Begitu air masuk ke *biosand filter*, proses penyaringan fisik dimulai. Air melewati lapisan media penyaring yang terdiri dari kerikil, pasir kasar, pasir halus dan karbon aktif granular. Pada tahap ini, partikel-partikel besar dan kotoran terperangkap di permukaan media penyaring, sehingga mengurangi beban polusi awal.

#### 3. Pertumbuhan lapisan Biofilm

Salah satu aspek penting dari *biosand filter* adalah pembentukan lapisan biofilm. Lapisan ini terdiri dari mikroorganisme yang berkembang di permukaan media setelah beberapa waktu. Mikroorganisme ini berfungsi untuk mendegradasi bahan organik dan patogen dalam air limbah.

#### 4. Proses Biodegradasi

Setelah melewati lapisan biofilm, bahan organik dalam air limbah mulai diuraikan oleh mikroorganisme tersebut. Proses biodegradasi ini sangat penting karena dapat mengubah senyawa berbahaya menjadi bentuk yang lebih aman.

#### 5. Penyaringan Kimia

Biosand filter juga melakukan penyaringan kimiawi. Beberapa mineral dalam pasir dapat berinteraksi dengan kontaminasi, membantu mengendapkan atau mengubah sifat kimia dari zat-zat berbahaya.

#### 6. Pengumpulan Air Bersih

Setelah melalui semua tahap di atas, air bersih terkumpul di bagian bawah biosand filter dan siap untuk digunakan atau dibuang ke badan air dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan air limbah yang langsung di buang ke badan air

### **2.8.2 Proses Pertumbuhan Mikroorganisme**

Proses pertumbuhan mikroorganisme dalam biosand filter yang digunakan untuk mengolah limbah cair tahu melibatkan beberapa tahapan penting.

Berikut adalah penjelasan mengenai proses tersebut:

#### 1. *Seeding* dan Aklimatisasi

Seeding atau pembenihan dan aklimatisasi atau pengadaptasian dilakukan secara alami dengan memasukan air limbah tahu ke dalam media filter. Proses seeding dan aklimatisasi dilakukan selama 10 hari untuk, melihat pertumbuhan mikroorganisme berupa lapisan

biofilm yang muncul (Ratnawati dan Kholif, 2018). Ketinggian air di atas permukaan media setinggi 5 cm dijaga agar lapisan biofilm muncul pada reaktor *biosand filter*.

## 2. Pembentukan Biofilm

Mikroorganisme mulai membentuk lapisan biofilm yang dikenal sebagai *schmutzdecke*. Lapisan ini terdiri dari bakteri, alga, dan protozoa yang berkembang biak dalam kondisi aerobik. Proses ini biasanya terlihat secara visual setelah beberapa hari, dengan lapisan biofilm yang berwarna gelap mulai muncul pada hari ke-6 hingga ke-7. Mikroorganisme dalam biofilm memerlukan sumber nutrisi dari bahan organik dalam limbah cair tahu. Proses ini membantu mereka tumbuh dan berkembang biak dengan baik

## 3. Proses Biodegradasi

Mikroorganisme dalam lapisan biofilm berfungsi untuk menguraikan bahan organik yang ada dalam limbah cair. Proses ini mengurangi konsentrasi COD (Chemical Oxygen Demand) dan BOD (Biochemical Oxygen Demand) dalam air limbah, sehingga meningkatkan kualitas air yang keluar dari biosand filter. Aktivitas mikroba di dalam biofilm sangat penting untuk menguraikan zat-zat organik menjadi bentuk yang lebih sederhana dan aman. Penurunan konsentrasi BOD dapat diukur secara berkala untuk menilai efektivitas pertumbuhan mikroorganisme.