

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Limbah Cair**

##### **1. Definisi Limbah Cair**

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah mendefinisikan air limbah sebagai sisa cair dari aktivitas dan operasi. Air limbah juga dikenal sebagai air buangan, dan didefinisikan sebagai sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri, atau tempat-tempat umum lainnya, dan biasanya mengandung zat atau bahan yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup.

Limbah medis cair puskesmas terdiri dari semua cairan yang dihasilkan dari berbagai operasi puskesmas, termasuk limbah cair domestik dan limbah kamar yang dapat mengandung mikroorganisme, radioaktif, dan bahan kimia beracun. (Anindya Dwita & Mohammad Zamroni, 2021)

##### **2. Karakteristik Limbah Cair**

Limbah cair yang mengandung zat pencemar merupakan sumber utama pencemaran air. Pencemaran air dapat berasal dari limbah domestik, industri, dan pertanian. Limbah domestik, juga disebut limbah, adalah larutan yang kompleks yang terdiri dari air (biasanya lebih dari 99 %) dan zat organik dan anorganik, termasuk padatan terlarut dan mengendap. Pencemaran air limbah bergantung pada sifat kontaminan yang membutuhkan oksigen, yang menyebabkan algae, penyakit, dan zat berbahaya. Sumber daya air dapat tercemar secara langsung oleh saluran pembuangan atau buangan industri, atau secara tidak langsung oleh limpasan dan pencemaran dari pertanian dan daerah perkotaan. (Ii et al., 2019)

Untuk mengetahui lebih luas tentang air limbah, perlu diketahui juga secara detail mengenai kandungan yang ada pada air limbah serta

karakteristiknya. Karakteristik air limbah dibedakan menjadi 3 bagian besar, yaitu :

a. Karakteristik Fisik

Karakteristik limbah cair terkait dengan estetika karena sifat fisiknya yang mudah terlihat dan dapat diidentifikasi secara langsung. Karakteristik limbah cair meliputi Amonia, warna, padatan, temperatur, pH dan kekeruhan. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 7)

b. Karakteristik Kimia

Bahan kimia dalam air limbah dapat membahayakan alam. Bahan organik terlarut dapat menimbulkan bau dan rasa tidak sedap pada pengalihan air bersih menghabiskan oksigen dalam sungai. Bahan beracun dapat mempengaruhi rantai makanan dan kesehatan masyarakat. Nutrien dapat menyebabkan danau menjadi eutrofik. Untuk mencapai tujuan ini, penting untuk mengetahui jenis zat kimia apa yang terkandung dalam limbah cair yang dihasilkan oleh industri. (Asmadi dan Suharno, 2019 : 9).

c. Karakteristik Biologi

Meskipun mikroorganisme dalam air limbah biasanya memainkan peran penting dalam pengolahan air limbah secara biologi, terdapat juga mikroorganisme yang berbahaya bagi kehidupan, seperti virus, bakteri, jamur, protozoa, dan alga. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 13)

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Limbah

Kualitas limbah adalah spesifikasi limbah yang diukur dari jumlah kandungan bahan pencemar di dalam limbah. Beberapa parameter membentuk kandungan pencemar limbah, dan jumlah parameter dan konsentrasi yang lebih rendah menunjukkan kemungkinan pencemaran lingkungan yang lebih kecil. (Kristanto, 2002)

Beberapa kemungkinan yang akan terjadi akibat masuknya limbah ke dalam lingkungan :

- a. Lingkungan menjadi tidak mempunyai dampak signifikan. Ini karena volume sampah rendah, dan parameter polutan yang terkandung potongan kecil dengan sedikit konsentrasi.

- b. Meskipun ada dampak, perubahan tidak menyebabkan pencemaran.
- c. Dapat memberi perubahan dan dapat pula menimbulkan pencemaran.

(Bawen & Semarang, 2006)

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas limbah menurut (Kristanto, 2002) :

- a. Volume Limbah

Jumlah dan kualitas limbah dapat dipengaruhi oleh jumlah limbah. Jika limbah terdapat dalam jumlah besar di lingkungan, maka limbah tersebut berbahaya, begitu pula sebaliknya.

- b. Kandungan Bahan Pencemar

Bahan pencemar mempengaruhi adanya limbah. Bahan pencemar berbahaya, seperti logam berat, termasuk dalam limbah yang dikategorikan berbahaya.

- c. Frekuensi Pembuangan Limbah

Limbah dapat tidak membahayakan jika dibuang dengan frekuensi yang rendah.

#### 4. Jenis-Jenis Limbah Beracun

- a. Limbah Mudah Terbakar

Limbah yang jika ada api, percikan api, gesekan, atau sumber api lainnya, dapat mudah terbakar atau jika tersulut, akan terus terbakar dengan hebat dalam jangka waktu yang lama.

- b. Limbah Mudah Meledak

Limbah yang mengalami reaksi kimia dapat menghasilkan gas dengan suhu dan tekanan tinggi yang dapat dengan cepat merusak lingkungan.

- c. Limbah Beracun

Limbah yang mengandung racun berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Dapat menyebabkan kematian atau penyakit jika tertelan tubuh melalui pernafasan, kulit atau mulut.

d. Limbah Penyebab Infeksi

Limbah laboratorium yang tertular penyakit mengandung kuman penyakit pada tubuh manusia yang diamputasi dan cairan tubuh manusia terinfeksi.

e. Limbah Reaktif

Limbah yang menimbulkan kebakaran karena dikeluarkan atau diterimanya residu organik oksigen atau peroksida yang tidak stabil pada suhu ketinggian.

f. Limbah Yang Bersifat Korosif

Limbah yang dapat mengiritasi kulit atau bersifat korosif terhadap baja, yaitu pH sama dengan atau kurang dari 2,0 untuk limbah yang bersifat asam dan lebih besar dari 12,5 untuk basa.

5. Dampak Buruk Limbah Cair

Meskipun pengolahan limbah yang baik dapat membantu masyarakat dan lingkungan sekitar, jika tidak dikelola dengan baik, limbah dapat menjadi tempat berkembangnya kuman dan vektor penyakit, yang menyebabkan masalah kesehatan dan tingkat kematian yang lebih tinggi.

a. Dampak Terhadap Kesehatan

Air limbah sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena banyak penyakit yang ditularkan melalui perarutan air limbah. Banyak bakteri penyebab penyakit air limbah tidak hanya membawa penyakit itu sendiri, tetapi juga berfungsi sebagai pembawa penyakit. Bakteri-bakteri ini termasuk *Virus*, *Polio*, *Myelitis*, *Hepatitis*, *Vibrio Kolera*, *Salmonella T*, *Entamuba Histolika*, *Leptospira*, *Askaris spp.*, dan *Mikrobakterium Tuberkulosa*. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 65)

b. Dampak Terhadap Kualitas Lingkungan

Menurut (Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan, 2018 : 8). Air limbah yang dibuang langsung ke air permukaan, seperti sungai dan danau, dapat menyebabkan pencemaran air permukaan. Sebagai contoh, bahan organik dalam air limbah dapat menyebabkan kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) turun di sungai, menghalangi pertumbuhan kehidupan di dalam

air yang membutuhkan oksigen. Dalam beberapa kasus, air limbah juga dapat menembus ke dalam air tanah, menyebabkan pencemaran dan menurunkan kualitas air tanah.

c. Dampak Terhadap Kerusakan Benda

Air limbah dengan kadar pH rendah dan gas karbondioksida yang agresif akan mempercepat karat besi dan struktur air kotor lainnya. Biaya pemeliharaan dan perawatan akan meningkat seiring dengan kecepatan benda tersebut rusak, yang berarti bisnis akan mengalami kerugian material. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 65). Apabila pH air limbah asam atau basa, benda-benda yang dilaluinya akan rusak karena lemaknya. Penyumbatan dan pembocoran saluran air limbah juga dapat menyebabkan kerusakan material dan biaya perawatan yang lebih tinggi.

## B. Kadar Bau

Bau adalah sifat fisik air yang disebabkan oleh zat organik atau anorganik yang tercampur di dalamnya. Bakteri yang membusuk zat organik atau pencemaran lingkungan, terutama di sistem sanitasi, juga dapat menyebabkan bau. Bau limbah adalah salah satu ciri khasnya. Bau ini berasal dari sisa-sisa atau sampah yang dibuang, yang menghasilkan bau yang tidak sedap. (Ii et al., 2019)

Faktor Yang Mempengaruhi Bau Pada IPAL :

1. Kandungan BOD (*Biochemical Oxygen Demand*). Adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerobik untuk menguraikan sebagian besar zat organik terlarut dan tersuspensi dalam air. (Putra dan Yulia, 2019)
2. pH badan air yang baik adalah 7 (netral), yang merupakan ukuran kualitas limbah cair, dan konsentrasi ion hidrogen merupakan ukuran yang masih memungkinkan kehidupan biologis berkembang biak. (Prabowo, 2019)
3. COD (*Chemical Oxygen Demand*) COD adalah akumulasi oksigen yang diperlukan untuk menguraikan semua bahan organik di dalam air. Parameter COD menunjukkan tingkat pencemaran air yang disebabkan

oleh unsur-unsur organik yang teroksidasi oleh proses mikrobiologis, yang mengakibatkan penurunan jumlah oksigen terlarut di dalam air.

4. Amonia ( $\text{NH}_3$ ) merupakan senyawa nitrogen yang dianggap sebagai ammonium dan menjadi  $\text{NH}_4^+$  di pH rendah. Amonia dalam air limbah berasal dari air seni, penguraian zat organik oleh mikroba, dan air buangan alam, industri, atau domestik. Beberapa faktor memengaruhi jumlah Amonia : sumbernya, tumbuhan air yang menyerapnya sebagai nutrisi, konsentrasi oksigen, dan suhu. Senyawa Amonia dapat ditemukan pada kadar mulai dari beberapa mg/l di air tanah hingga 30 mg/l di air buangan.
5. Suhu merupakan salah satu karakteristik air yang sangat penting. Jumlah spesies biologi dan tingkat aktivitasnya dapat diukur oleh suhu air. Aktivitas biologi, seperti pertumbuhan dan reproduksi, akan menjadi lebih lambat pada suhu yang rendah, sementara suhu yang meningkat akan menghasilkan peningkatan aktivitas biologi. Air limbah biasanya lebih tinggi dari pada air bersih. Ini disebabkan oleh udara di sekitarnya dan air panas yang dibuang dari mesin industri dan rumah tangga.

### **C. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)**

#### **1. Definisi IPAL**

Instalasi pengolahan air limbah di fasilitas pelayanan kesehatan menurut (Pedoman Teknis IPAL, 2011 : 1) adalah bangunan air yang digunakan untuk mengolah air buangan yang dihasilkan oleh aktivitas yang dilakukan di fasilitas tersebut.

IPAL berfungsi dan bermanfaat bagi manusia serta makhluk hidup lainnya, antara lain :

- a. Mengolah air limbah domestik atau industri agar dapat digunakan kembali sesuai kebutuhan
- b. Menghapus zat atau mikroorganisme pencemar agar air limbah yang akan dibuang ke sungai tidak tercemar dan
- c. Mencegah kematian biota di sungai karena air buangan. (Ii et al., 2019)

## 2. Tahap Pengolahan Limbah Cair

Tujuan pengolahan air limbah adalah untuk meningkatkan kualitas air limbah, mengurangi BOD, COD, dan partikel tercampur, mengeluarkan zat tersuspensi, zat organik, dan mikroorganisme patogen, dan menghilangkan bahan beracun. (Asmadi dan Suharno, 2012 : 20)

Ditinjau dari tahapan pengolahan limbah cair, ada beberapa tahap pengolahannya :

### a. Pengolahan Pendahuluan (*Pre Treatment*)

Sebelum pengolahan, pembersihan harus dilakukan untuk mempercepat dan memperlancar proses dan melindungi unit untuk pengolahan berikutnya. Pengambilan benda terapung dan sampah lainnya adalah beberapa proses pengolahan yang dilakukan pada tahap ini. Selain itu, proses pendahuluan ini digunakan untuk memisahkan padatan kasar, mengurangi ukuran padatan, memisahkan minyak atau lemak, dan menyetarakan perubahan aliran limbah di bak penampung. Unit yang terdapat dalam pengolahan pendahuluan menurut (Sugiharto, 2014 : 96) adalah :

- a) Saringan (*Bar Screen/Bar Racks*)
- b) Pencacah (*Comminutor*)
- c) Bak Perangkap Pasir (*Grit Chamber*)
- d) Penangkap Lemak Minyak (*Skimmer and Grease Trap*)
- e) Bak Penyetaraan (*Equalization Basin*).

### b. Pengolahan Tahap Pertama (*Primary Treatment*)

Menurut (Asmadi dan Suharno, 2012 : 71). Pengolahan pertama (*primary treatment*) bertujuan untuk secara fisik memisahkan padatan dari air. Ini dapat dicapai dengan melalui air limbah melalui saringan (*filter*) atau bak sedimentasi. Bak sedimentasi mengumpulkan dan menyaring padatan yang terapung atau melayang dalam air limbah, seperti lumpur, sisa kain, potongan kayu, pasir, minyak, dan lemak. Saringan yang digunakan berukuran antara 15 - 30 cm dan bahan yang tidak mudah berkarat digunakan. Sehingga aliran air limbah tidak

terganggu, saringan ini harus diperiksa setiap hari untuk mengeluarkan bahan yang terjaring.

Tujuan pengolahan pertama ini adalah untuk mengeluarkan zat padat tercampur melalui proses pengapungan atau pengendapan. Pengolahan fisika dan pengolahan kimia adalah dua metode utama untuk pengobatan utama. Pengolahan kimia adalah proses mengendapkan bahan padatan dengan menambahkan bahan kimia. Jika bahan kasar yang telah diolah dengan pengendapan telah diolah, pengolahan secara fisika dapat dilakukan.

Di antara bahan kimia (koagulan) yang digunakan adalah tawas almunium sulfat. Soda abu, soda api, feri sulfat, feri chlorida, natrium hidroksida, dan bahan kimia lainnya.

Pengolahan pertama bertujuan untuk menghilangkan zat yang bisa mengendap, seperti suspended solid, dan zat yang mengapung, seperti lemak. Ini juga akan mengurangi 60% suspended solid dan 30% BOD, dan merupakan pengolahan yang dapat diterima sebagai langkah pertama sebelum air limbah masuk ke pengolahan kedua.

Kegiatan utama pada tahap ini adalah pengendapan : ini mengurangi kebutuhan oxygen untuk pengolahan biologis berikutnya. Pengendapan yang terjadi adalah pengendapan gravitasi. (Ii et al., 2019)

c. Pengolahan Tahap Kedua (*Secondary Treatment*)

Pengolahan biologis digunakan dalam pengolahan sekunder ini untuk mengubah bahan organik dalam limbah cair menjadi flokulant terendapkan (*floculant settleable*), yang dapat dihilangkan pada bak sedimentasi.

Tujuan utamanya adalah mengurangi bahan organik, serta menghilangkan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor dalam banyak kasus. Mikroorganisme mengurai bahan organik secara aerobik atau anaerobik. Pengobatan kedua biasanya menggunakan proses biologi untuk mengurangi atau menghilangkan bahan organik

mikroorganisme di air limbah. Untuk proses biologis ini, banyak digunakan reaktor lumpur aktif, juga dikenal sebagai "*filter trickling*". Dalam proses ini, air limbah yang telah lama ditambahkan ke tangki aerasi untuk meningkatkan jumlah bakteri dan mempercepat proses biologis untuk menguraikan bahan organik.

a) Proses Aerobik

Dalam proses aerobik, mikroorganisme dapat mengurai bahan organik dengan bantuan oksigen, yang berfungsi sebagai penerima elektron dalam air limbah. Jika proses ini berhasil, hasil akhir yang paling umum dari proses ini adalah karbon dioksida, uap air, dan lumpur aktif (lumpur yang banyak mengandung bakteri pengurai). Lumpur aktif ini biasanya disebut MLSS (*Mixed Lumber Solids*). (Asmadi dan Suharno, 2012 : 74)

b) Proses Anaerobik

Tanpa oksigen, zat organik diuraikan dalam proses anaerobik. Biogas (sebuah campuran karbon dioksida dan methane), uap air, dan sejumlah kecil sludge berlebihan adalah hasil akhir utama dari proses anaerobik. Sampai saat ini, aplikasi paling umum untuk stabilisasi lumpur adalah pengolahan air limbah dan pengolahan air limbah industri. (Ii et al., 2019).

d. Pengolahan Tahap Ketiga (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan ketiga (*Tertiary Treatment*) menurut (Asmadi dan Suharno, 2012 : 76) . Adalah kelanjutan dari proses pemrosesan kedua. Proses ini biasanya dilakukan untuk menghilangkan nutrisi dan unsur hara, terutama fosfat dan nitrat. Selain itu, penambahan chlor pada air limbah dapat digunakan untuk memusnahkan mikroorganisme patogen pada titik ini juga. Pengolahan tingkat lanjutan ini terutama bertujuan untuk menghilangkan senyawa anorganik seperti fosfor, kalsium, kalium, sulfat, nitrat, dan sebagainya, serta senyawa kimia organik. Proses seperti filtrasi, destilasi, pengapungan, dan lain-lain adalah contoh proses kimia,

fisika, dan biologis yang digunakan dalam pengolahan tingkat lanjut ini. Absorpsi karbon aktif, pengendapan kimia, oksidasi, dan reduksi adalah semua proses kimia. sementara nitrifikasi juga adalah proses biologis yang terjadi pada bakteri. (Ii et al., 2019)

e. Pembunuhan Kuman (*Desinfection*)

Desinfeksi bertujuan untuk mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang ada dalam limbah cair. Mekanisme pembunuhan sangat dipengaruhi oleh kondisi zat pembunuhnya dan mikroorganisme itu sendiri. Beberapa hal yang perlu diperhatikan Dalam memilih bahan kimia sebagai bahan desinfeksi antara lain :

- a) Daya racun kimia tersebut
- b) Waktu kontak yang diperlukan
- c) Rendahnya dosis
- d) Tidak toksik terhadap manusia dan hewan
- e) Biaya murah untuk penggunaan massal.

Dengan demikian khlorin oksida dan komponennya, serta bromine dan permanganate, digunakan secara signifikan untuk menjernihkan air limbah.

f. Pengolahan Lanjutan (*Ultimate Disposal*)

Setiap pengolahan limbah cair menghasilkan lumpur, yang membutuhkan perawatan khusus untuk mencegah pencemaran lingkungan. Metode yang digunakan untuk mengolah lumpur untuk meningkatkan kandungan organiknya menurut (Sugiharto, 2014 : 132) adalah sebagai berikut :

1. Proses Pemekatan (*Thickener*)

mengurangi kadar air dalam lumpur, yang berarti lebih sedikit lumpur yang akan diolah. Dalam hal ini, proses pengentalan terjadi.

2. Proses Penstabilan (*Stabilitation*)

Tahapan ini bertujuan untuk memecah zat organik yang mudah menguap, menurunkan volume lumpur.

3. Proses Pengkondisian (*Conditioning*)

Pengkondisian dilakukan dengan tujuan meningkatkan karakteristik lumpur yang terbentuk.

4. Proses Pengurangan Air (*Dewatering*)

Proses dewatering berfungsi untuk mengurangi kadar air lumpur dan mungkin juga menghilangkan bau lumpur.

5. Proses Pengeringan (*Drying*)

Proses ini mengeringkan lumpur dari digester.

6. Proses Pembuangan (*Disposal*)

Proses pembuangan lumpur.

#### D. Standar Baku Mutu Air Limbah

Menurut Permen LH No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Fasilitas Pelayanan Kesehatan, batas maksimum limbah cair yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan dari kegiatan puskesmas dikenal sebagai standar baku mutu limbah cair.

**Tabel 2.1**

Standar Baku Mutu Air Limbah Fasilitas Pelayanan Kesehatan

No.	Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Satuan
1.	BOD	50	mg/L
2.	COD	80	mg/L
3.	TSS	30	mg/L
4.	pH	6-9	-
5.	Suhu	38	°C
6.	Minyak	10	mg/L
7.	Lemak	10	mg/L
8.	Amonia (NH <sub>3</sub> )	10	mg/L
9.	Total Coliform	5.000	(MPN/100 ml)

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014

## **E. Limbah Serbuk Kayu**

Serbuk gergaji yang dihasilkan dari proses penggergajian dan penghalusan kayu, yang biasanya dilakukan dengan alat penghalus kayu, dan limbah yang dihasilkan dari proses ini ternyata sangat bermanfaat. (Alfiany dan Bahri, 2013)

Pembakaran dan penggergajian sama-sama menghasilkan limbah. Limbah penggergajian adalah potongan kayu dalam bentuk dan ukuran tertentu yang seharusnya masih dapat digunakan tetapi ditinggalkan karena keterbatasan teknologi pengolahan kayu saat itu. Dengan kata lain, limbah penggergajian adalah produk sampingan dari proses penggergajian yang dapat digunakan saat teknologi tersebut tersedia. (Herlandien, 2013)

Menurut (Setiyono, 2004). Saat kayu dipotong dengan gergaji, serbuk gergaji adalah butiran halus yang terbang. Sedangkan menurut (Kurniati, 2008) Sangat banyak serbuk gergaji yang dihasilkan dari eksploitasi, pemanasan, dan pengolahan kayu bulat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Balai Penelitian Hasil Hutan (BPHH) pada kilang penggergajian di Sumatera dan Kalimantan serta Perum Perhutani di Jawa, rendemen penggergajian rata-rata adalah 45°C, dengan 10°C yang tersisa sebagai serbuk gergaji. Limbah yang dihasilkan dari industri penggergajian dapat digunakan untuk berbagai tujuan, termasuk sebagai bahan baku untuk pembuatan arang aktif. (Intanghina, 2019)

## **F. Arang Aktif**

### **1. Definisi Arang Aktif**

Arang aktif adalah arang yang porinya bebas dari senyawa lain dan konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan elemen lain. Saat digunakan, permukaan dan pusat aktifnya berkembang, meningkatkan daya adsorbsinya terhadap cairan atau gas. Produk kimia, bukan bahan bakar seperti arang atau briket arang, disebut arang aktif. Berdasarkan keuntungan dan nilai ekonominya teknologi pengolahan arang menjadi arang aktif akan meningkatkan nilai secara signifikan. (Intanghina, 2019)

Menurut (Ekawati, 2023) Arang aktif yang permukaannya tidak memiliki deposit yang menutupnya pasti memiliki daya serap yang tinggi. Ini dibagi menjadi dua bagian : pori-pori arang yang masih tertutup oleh deposit di atasnya dan pori-pori arang yang sudah terlepas dari deposit. Deposit yang biasanya menutupi pori ini adalah senyawa terhidrokarbon dan senyawa organik lainnya.

Arang aktif dapat diaktifkan melalui banyaknya pori-pori berukuran mikro dalam bahan kimia atau dengan memasukkan uap panas ke dalam bahan. Ini membuat pori bahan lebih terbuka dengan luas permukaan antara 300 dan 2000 m<sup>2</sup>/g. (Yustinah & Hartini, 2011)

#### 1. Manfaat Arang Aktif

Tingkat keberhasilan proses pengaktifan arang ditentukan oleh kemampuan arang yang telah diaktivasi untuk menyerap atau mengadsorpsi pengotor. Selain mengukur kadar abu dan ketebalan massa arang aktif, penelitian ini juga mengukur kemampuan penyerapan arang aktif untuk mengetahui tingkat keberhasilan proses pengaktifan. (Meisrilestari et al., 2013)



**Gambar 2.1**  
Arang Serbuk Kayu

Arang aktif sangat penting untuk menyerap logam berat karena memiliki gugus aktif dan pori-pori yang tersebar di permukaannya.

Menurut (Ekawati, 2023) arang aktif memiliki fungsi :

- a. Dapat berfungsi sebagai filter
- b. Dapat mengurangi zat beracun
- c. Dapat menyerap emisi gas formaldehida dari formalin
- d. Dapat menetralkan dari keracunan
- e. Dapat mengurangi pengaruh pembekuan cahaya
- f. Dapat meningkatkan presentase pertumbuhan tanaman
- g. Dapat digunakan sebagai pengawet bahan pangan
- h. Dapat dibuat menjadi sabun, cat tembok, pakan ternak, dan nutrisi
- i. Dapat menjernihkan air
- j. Dapat digunakan sebagai adsorben pemurnian gas
- k. Dapat digunakan sebagai adsorben pemurnian pulp
- l. Dapat digunakan sebagai adsorben pemurnian minyak.

## 2. Proses Pembuatan Arang Aktif

Proses pengaktifan secara kimia dilakukan dengan menambahkan senyawa kimia tertentu pada arang. Beberapa contoh senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai bahan pengaktif adalah KCl, NaCl, ZnCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, dan garam mineral lainnya. (Meisrilestari et al., 2013)

Pembuatan arang aktif terjadi dalam dua tahap karbonisasi, atau pembakaran, adalah tahap pertama, dan pengaktifan, atau aktivasi, adalah tahap kedua. Pada tahap ini, bahan kimia asam sulfat digunakan untuk mengaktifkan arang tempurung kelapa. Proses aktivasi dilakukan dalam suhu ruang selama 24 jam dengan konsentrasi bahan kimia 35%. (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). (Masthura dan Putra, 2018)

Pada kedua proses tersebut terjadi tahap-tahap sebagai berikut (Intanghina, 2019) :

### a. Karbonisasi

Penguraian selulosa organik menjadi unsur karbon dan pengeluaran senyawa non-karbon dikenal sebagai proses karbonisasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses karbonasi :

a) Waktu Karbonisasi

Reaksi pirolisis menjadi lebih sempurna saat waktu karbonisasi diperpanjang. Sehingga, sementara jumlah arang menurun, jumlah cairan dan gas meningkat. Waktu yang diperlukan untuk karbonisasi berbeda-beda tergantung pada jenis bahan yang diolah dan jumlah bahan yang diproses. Misalnya, sekam padi memerlukan 2 jam, tempurung kemiri 1 jam, dan tempurung kelapa 3 jam.

b) Suhu Karbonisasi

Suhu karbonisasi mempengaruhi hasil arang karena semakin tinggi suhu, jumlah arang yang diperoleh berkurang sementara jumlah cairan dan gas meningkat. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah zat terurai dan teruapkan. Suhu karbonisasi tempurung kemiri adalah 400°C, dan suhu karbonisasi tempurung kelapa adalah 600°C.

b. Aktivasi

Pembentukan dan penyusunan karbon membuat pori-pori lebih besar adalah proses aktivasi. Sementara aktivasi arang secara fisik menggunakan oksidator lemah, seperti uap air, gas, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan gas pengoksidasi lainnya, aktivasi kimia pada prinsipnya adalah perendaman arang dengan senyawa kimia sebelum dipanaskan. (Intanghina, 2019)

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses aktivasi :

a) Waktu Perendaman

Karena lignin dapat membentuk senyawa tar, perendaman dengan bahan aktivasi ini bertujuan untuk menghilangkan atau membatasi pembentukan lignin. Tidak ada dua zat yang memiliki waktu perendaman yang sama. Misalnya, sekam padi dengan aktivator natrium klorida direndam selama dua puluh empat jam, dan tempurung kelapa dengan aktivator zinc klorida direndam selama dua puluh dua jam. Perendaman H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sekitar 12-24 jam.

#### b) Konsentrasi Aktivator

Semakin tinggi konsentrasi larutan kimia aktivasi, semakin kuat larutan dalam mengikat senyawa tar sisa karbonisasi keluar melalui mikropori karbon. Permukaan karbon menjadi lebih porous, yang menghasilkan daya adsorpsi karbon aktif yang lebih besar.

### G. Filtrasi

Pemisahan koloid atau partikel solid dari fluida dengan menggunakan media penyaringan dikenal sebagai filtrasi. Dengan menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain, air yang mengandung koloid atau padatan dilewatkan pada media saring yang memiliki pori-pori yang lebih kecil dari padatan tersebut. Teknik filtrasi memungkinkan untuk menghilangkan sebanyak mungkin koloid dan zat padat halus yang tersuspensi dari fluida yang membawanya. Selain itu, filtrasi membantu mengurangi bakteri dan menghilangkan warna, rasa, bau, besi, dan mangan dalam air.

Jenis filtrasi yang berbeda adalah filtrasi aliran vertikal dan horizontal. Jenis pertama melibatkan pembagian limbah secara bergantian ke beberapa filter bed, yang dapat berjumlah dua atau tiga unit. Pembagian limbah secara bergantian ini dilakukan dengan pengaturan dosing yang ditetapkan oleh operator. Karena pembagian secara bergantian, sistem ini rumit dan tidak praktis untuk digunakan.

Selama prosesnya, beberapa faktor dapat memengaruhi efisiensi proses filtrasi. Faktor-faktor ini termasuk :

#### 1. Debit Filtrasi

Debit yang terlalu besar akan menyebabkan filter tidak berfungsi secara efisien dan proses filtrasi tidak terjadi dengan sempurna. Ini disebabkan oleh aliran air yang terlalu cepat saat melewati rongga di antara butiran media pasir, yang menyebabkan partikel menjadi lebih cepat bertemu dengan air yang akan disaring.

## 2. Konsentrasi Kekeruhan

*Clogging* atau lubang pori tersumbat di media dapat terjadi karena kekeruhan air baku yang tinggi. Ini sangat mempengaruhi efisiensi filtrasi. Akibatnya, saat melakukan filtrasi, konsentrasi kekeruhan dari air baku (atau konsentrasi air influen) yang boleh masuk sering dibatasi. Proses pengolahan seperti flokulasi dan sedimentasi harus dilakukan terlebih dahulu jika ada konsentrasi kekeruhan yang terlalu tinggi.

## 3. Kedalaman Media, Ukuran dan Material

Faktor ketebalan dan daya saring media bergantung pada seberapa tebal atau tipisnya. Media yang terlalu tebal biasanya memiliki daya saring yang sangat tinggi tetapi membutuhkan waktu pengaliran yang lama, sedangkan media yang terlalu tipis kemungkinan memiliki daya saring yang rendah dan membutuhkan waktu pengaliran yang lebih pendek. Dengan cara yang sama, komposisi, proporsi, dan bentuk susunan diameter butiran media filtrasi memengaruhi porositas, laju filtrasi, dan kemampuan daya saring. Karena kondisi media yang terlalu kasar atau terlalu halus, ukuran rongga antar butir berbeda. Tingkat porositas dan kemampuan untuk menyaring partikel halus dalam air baku ditentukan oleh ukuran pori sendiri. Terlalu besar atau terlalu halus lubang pori dapat menyebabkan *clogging* (penyumbatan lubang pori oleh partikel halus yang tertahan) terlalu cepat, sementara terlalu halus lubang pori memungkinkan partikel halus untuk lolos dan meningkatkan kecepatan filtrasi.

## H. Jenis-Jenis Filtrasi

### 1. Saringan Pasir Cepat (*Rapid Sand Filter*)

Pada tahun 1920-an, George W. Fuller dari Little Falls, New Jersey, AS, adalah orang pertama yang mendesain filter pasir cepat. Sejak diluncurkan pada tahun itu, desain ini banyak digunakan di sistem pengolahan air pemerintah AS karena tidak membutuhkan tempat yang

luas dibandingkan dengan filter pasir lambat. Proses pengfilteran pasir cepat (RSF) digunakan untuk menurunkan tingkat kekeruhan dan padatan tersuspensi. Saringan pasir cepat adalah jenis saringan yang terdiri dari pipa dan kran yang digunakan untuk mengatur aliran air masuk dan air keluar. Filter pasir cepat dapat menghasilkan debit air yang lebih besar daripada filter pasir lambat. Penambahan karbon aktif ke media filter dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi kekeruhan, rasa, bau, dan senyawa organik.

## 2. Saringan Pasir Lambat (*Slow Sand Filter*)

Jenis tertua dari pengolahan air adalah Filter Sand Slow (SSF), yang pertama kali digunakan di Amerika pada tahun 1872. SSF menyaring partikel yang tidak diproses sebelumnya melalui koagulasi. Proses ini lebih menyerupai penyaringan air yang terjadi secara alami.

## 3. Filter Karbon Aktif

Metode pengolahan karbon aktif bergantung pada penggunaan media karbon untuk mengadsorpsi bahan pencemar. Proses adsorpsi biasanya digunakan dalam pengolahan air untuk menyerap atau menghilangkan polutan dengan konsentrasi yang sangat kecil, yang dikenal sebagai polutan mikro, dan untuk menghilangkan elemen seperti warna, bau, dan lainnya. Ini dapat terjadi karena perbedaan berat molekul atau polaritas, yang memungkinkan sebagian atau seluruh molekul polutan melekat di permukaan partikel adsorben. Bahan adsorben yang umum digunakan termasuk zeolit, karbon aktif (diaktifkan karbon), silika aktif (diaktifkan alumina), dan bahan lainnya. Dalam proses pengolahan air, karbon aktif biasanya digunakan untuk menghilangkan kandungan zat-zat yang tidak dapat dihilangkan dengan teknik pengolahan konvensional seperti koagulasi, flokulasi, dan pengendapan. Detergen, senyawa fenol, zat warna organik, Amonia, dan zat organik lainnya adalah contoh polutan yang tidak dapat dihilangkan dengan pengolahan biasa. Perencanaan fasilitas pengolahan air dengan karbon aktif sangat dipengaruhi oleh jenis karbon aktif yang akan digunakan, bahan baku karbon, seperti batu bara, arang,

limbah kayu, batok kelapa, dan bahan lain yang mengandung karbon. Distilasi kering, proses pemanasan tanpa oksigen pada suhu tinggi, juga digunakan untuk membuatnya. Kemudian, dalam proses tertentu, mereka diaktifkan untuk meningkatkan sifat adsorpsi mereka. Daya adsorpsi karbon aktif dipengaruhi oleh dua komponen: pengaktifan partikel dan ukuran atau luas permukaan partikel.

Dalam pengolahan air, dua jenis karbon aktif yang paling umum digunakan adalah karbon aktif bubuk, atau PAC, dan karbon aktif butiran, atau GAC. Kedua jenis memiliki kelebihan dan kekurangan sehubungan dengan proses dan nilai ekonomi.

#### 4. Filter Membran

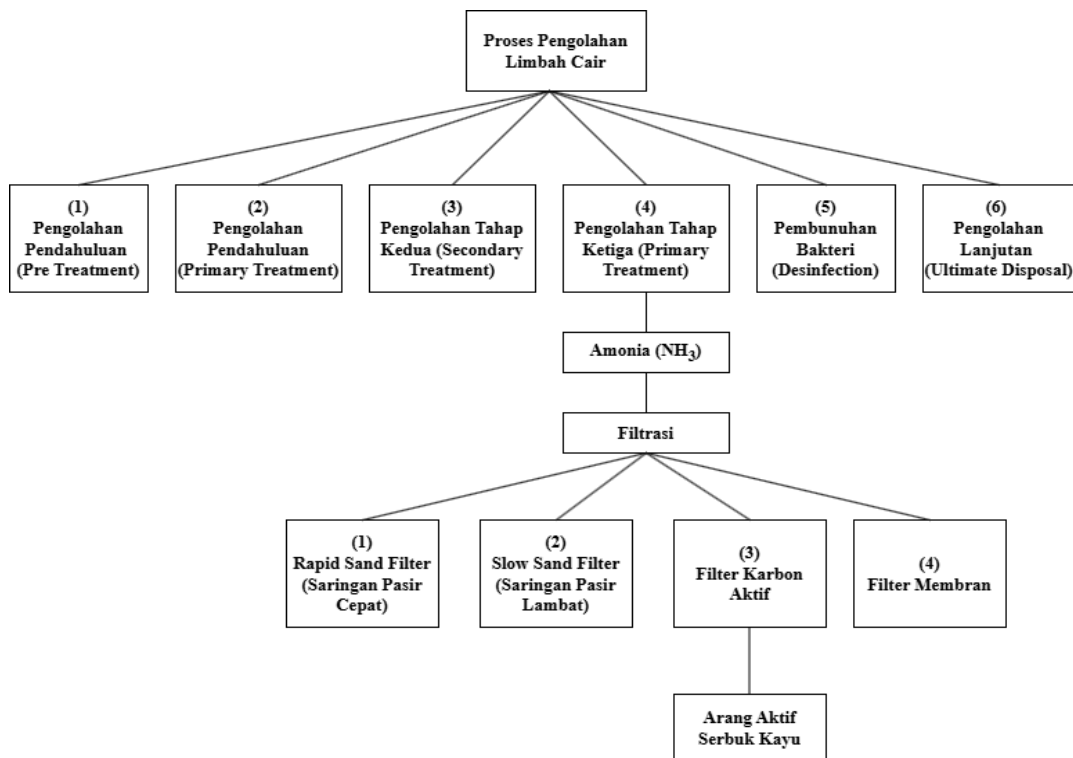
Teknologi yang telah berkembang dengan cepat diharapkan dapat menyelesaikan beberapa masalah dalam pengolahan air bersih. Salah satu teknologi yang telah dikembangkan adalah teknologi penyaringan atau filtrasi dengan menggunakan membran, yang sebenarnya bukanlah teknologi baru karena membran telah digunakan selama lebih dari lima puluh tahun. (Tamjidillah dan Ramadhan, 2023).

### **I. Hubungan Arang Aktif Dengan Kadar Bau**

Karena gugus aktif dan pori-pori yang tersebar di permukaannya, arang aktif dapat mengadsorpsi logam berat, mengurangi kadar bau air limbah. Instalasi air limbah rumah sakit dapat mengeluarkan bau yang sangat mengganggu jika tidak dirawat dengan baik. Baunya ditentukan oleh kadar  $\text{NH}_3$  dan pH IPAL.

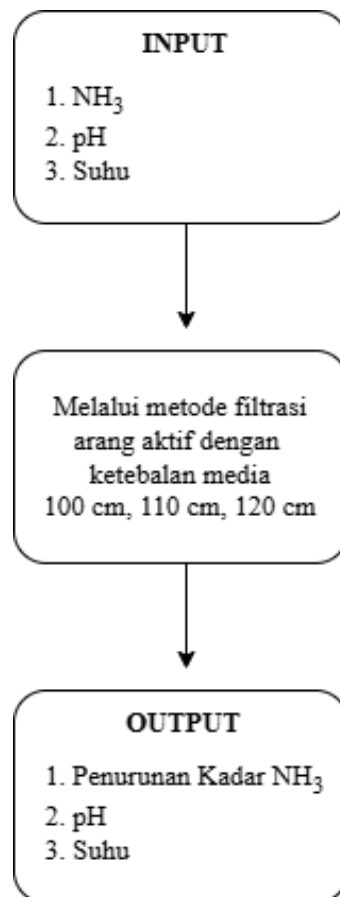
### **J. Kerangka Teori**

Kerangka teori adalah kerangka yang menjelaskan tentang gambaran hubungan hipotesis antara satu atau lebih faktor dengan satu situasi masalah. (Sutriyawan, 2021)



**Gambar 2.2**  
Kerangka Teori

## K. Kerangka Konsep



**Gambar 2.3**  
Kerangka Konsep