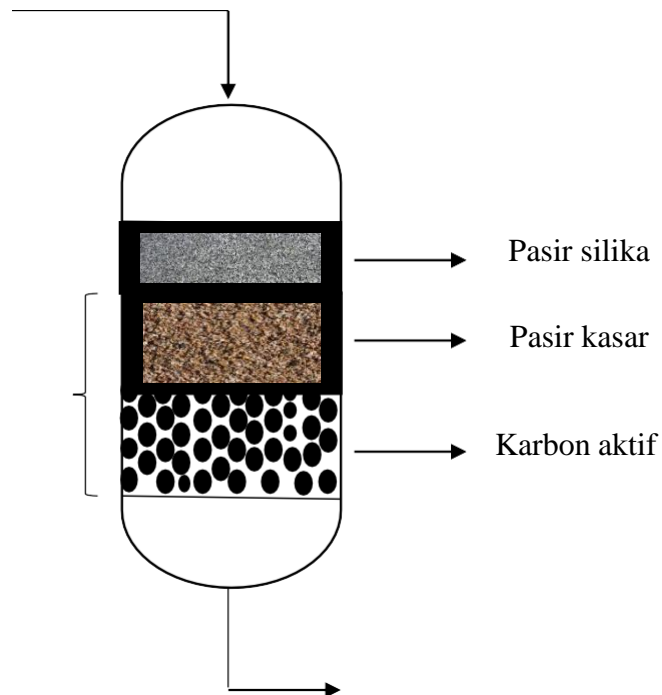


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Filtrasi

Filtrasi adalah proses pemisahan padatan dengan larutan, dimana larutan tersebut dilewatkan melalui suatu media berpori atau materi berpori lainnya untuk menyisihkan partikel tersuspensi yang sangat halus sebanyak mungkin. Proses ini dilakukan pada instalasi pengolahan air minum untuk menyaring air yang telah dikoagulasi dan diendapkan untuk menghasilkan air minum dengan kualitas yang baik (Saputri, 2011).



Gambar 2.1 Alat Filtrasi

Spesifikasi alat sand filter PT PLN PLTG BORANG

Nama alat	: sand filter
Kapasitas	: 2500 L
Kapasitas maksimal	: 3000 L
Tinggi	: 3 m
Diameter	: 1.8 m
Tinggi kolom	: 2 m
Diameter	: 1.5 m

Filtrasi adalah proses pemisahan berdasarkan perbedaan fisik yang digunakan untuk memisahkan antara larutan (cairan) dan padatan. Cairan yang sudah melalui proses penyaringan/ filtrasi disebut dengan filtrat, sedangkan padatan yang tertumpuk di penyaringan disebut dengan residu. Meskipun terkadang residu merupakan produk yang diinginkan. Pengertian lain dari filtrasi adalah operasi campuran yang sama antara cairan dan partikel - partikel padatan yang dipisahkan oleh media filter yang mempunyai kemampuan untuk melewatkan cairan, tetapi menahan partikel - partikel padatan.

Karbon aktif dapat menghilangkan citarasa dan bau dari air yang disebabkan oleh beberapa bahan kimia, dimana bahan tersebut diserap oleh karbon aktif. Karbon aktif sangat tepat untuk menghilangkan zat-zat organik dari air termasuk unsur-unsur pestisida. Karbon aktif juga mampu menghilangkan klorin dan kaporit. Karbon aktif bekerja sangat baik karena partikel-partikel aktifnya memiliki permukaan yang sangat besar. Satu butir karbon aktif yang kecil memiliki permukaan lebih dari 20 lapangan sepakbola. Karbon aktif ada bagian penting dari filter air.

Proses pemisahan zat terjadi berdasarkan ketidak herogenannya ukuran antar partikel. Contohnya adalah pemisahan kapur dalam air (kapur disebut residu dan air disebut filtrat). Alat penyaringan yang digunakan dapat berupa kertas saring dengan pori - pori yang sangat kecil. Kertas saring ini akan menahan partikel campuran yang ukurannya besar, sedangkan partikel campuran yang ukurannya kecil akan melewati kertas saring. Semakin kecil pori - pori kertas saring maka juga semakin baik pula kertas saring yang dipakai. 27 Prinsip filtrasi adalah menyaring molekul-molekul padatan yang tercampur dalam larutan, sehingga tingkat kemurnian filtrat yang didapat dari filtrasi tergantung dari kualitas dan ukuran pori dari penyaring (filter) yang dipakai. Untuk metode filtrasi, yang diinginkan adalah ampasnya (residu), biasanya dibutuhkan langkah pengeringan supaya seluruh cairan yang masih tersisa dalam padatan menguap.

Metode filtrasi adalah metode yang sering digunakan di laboratorium. Penggunaan metode filtrasi disesuaikan dengan sampel yang ditangani dan hasil yang diharapkan. Metode filtrasi yang sering digunakan secara umum terbagi menjadi 3 yaitu:

1. Metode filtrasi panas

Metode filtrasi panas merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan cairan dan padatan, yang mana dalam proses tersebut diharapkan tidak menghasilkan kristal pada bagian funnel penyaring dan peralatan yang lain. Dalam metode ini, peralatan gelas yang secara langsung terkena larutan dipanaskan terlebih dahulu

2. Metode filtrasi dingin

Metode filtrasi dingin merupakan kebalikan dari metode filtrasi panas. Metode filtrasi dingin digunakan untuk memisahkan antara cairan dengan padatan, yang mana setelah penyaringan diharapkan terjadi pembentukan kristal. Pada metode ini menggunakan es untuk mendinginkan aparatus yang digunakan, sehingga membuat temperatur dalam sistem akan mengalami penurunan secara drastis dan dapat memicu timbulnya kristal. Umumnya metode ini digunakan pada proses kristalisasi.

3. Metode filtrasi vakum

Metode filtrasi vakum adalah metode yang digunakan untuk memperoleh hasil padatan yang kering secara cepat. Alat yang dibutuhkan untuk melakukan metode filtrasi vakum yaitu Funnel Buchner. Contoh penggunaan metode filtrasi pada kegiatan sehari-hari dapat dilihat pada penyaringan kopi dari ampasnya, metode awal dalam penanganan limbah di banyak industri, juga menggunakan metode filtrasi, penyaringan terhadap debu pada AC dan lain – lain.

2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon dengan struktur amorphous atau mikrokristalin yang dengan perlakuan khusus akan memiliki luas permukaan dalam yang besar yaitu 300 – 2000 m²/gram. Peningkatan luas permukaan dalam ini yang mengakibatkan kemampuan penyerapan lebih besar dibanding

arang biasa (KIRK and OTHMER,1964). Sejarah karbon sebagai adsorben telah diketahui pada abad sebelum Masehi. Penyaringan air dengan karbon telah dilakukan pada masa Hindo Kuno. Pada abad ke 13, karbon digunakan dalam proses pemurnian larutan gula. Kemudian, setelah abad 18, SCHEEL dan LOWITZ di dalam CHEREMISINOFF dan MORRESI, (1978) masing – masing menemukan kemampuan karbon menyerap gas dan kemampuan menarik warna dari cairan. Karbon sebagai penerap telah banyak diteliti dan dikembangkan dalam teknik pembuatan serta pengembangannya. Karbon juga digunakan untuk menghilangkan bau dan rasa pada air minum. Mulai saat itu penggunaan karbon menyebar bukan hanya untuk air dan air buangan, namun didalam proses industri, termasuk industri anggur dan pembuatan bir, kertas, dan bubur kertas, obat – obatan, makanan, petroleum dan petrokimia serta macam – macam pemakaian air. (CHEREMISINOFF and MORRESI, 1978).

Pada umumnya bahan baku karbon yang terdapat pada binatang, tanaman atau mineral dapat dijadikan arang. Sebagai contoh dari binatang (daging dan tulang), tanaman (kayu ringan, kayu berat, sekam padi, kulit kacang), serta mineral (petroleum residu, carbon black). Akan tetapi secara ekonomi, tulang, kayu, umumnya digunakan untuk penyerap warna, sedang tempurung kelapa, batu bara dan residu petroleum untuk penyerap gas. (KIRK and OTHMER, 1964). Karbon aktif secara komersial disebut “Eponite” pada tahun 1909 karbon aktif merupakan pendahulu dalam pengembangan pembuatan karbon aktif secara modern dengan menggunakan chlor pada pemanasan tinggi untuk aktivitasnya (MONTENEGORO, 1976).

Menurut HARTOYO dkk (1990) perdagangan karbon aktif digolongkan sebagai komoditi karbon yang mempunyai daya serap tinggi dan memenuhi persyaratan kualitas yang ditetapkan. Sejarah karbon aktif ditandai oleh adsorpsi pada karbon berpori pada tahun 1550 SM dalam tulisan mesir kuno oleh Hippo Crates dan Pliny The Elder, dengan tujuan pengobatan. Pada abad ke 18, karbon yang terbuat dari darah, kayu, dan hewan yang digunakan untuk pemurnian cairan. Semua bahan – bahan di atas menjadi cikal bakal pemanfaatan karbon aktif di masa setelahnya. Berlanjut pada abad ke 19, industri gula di eropa, khususnya di inggris memakai campuran kalsium fosfat

dan karbon yang ditaruh di sebuah tabung/kolam, dimana cairan gulakotor dilewatkan melalui tabung/kolam tersebut. Berlanjut pada abad ke 20, ditemukan proses industrialisasi karbon aktif secara aktivasi uap (V. Ostrajko 1900) dan aktivasi secara kimia (Bayer, 1915).

Proses pembuatan karbon aktif pada masa ini baru menghasilkan karbon aktif bubuk. Karbon aktif adalah material yang berbentuk butiran atau bubuk yang berasal dari material yang mengandung karbon misalnya batu bara, batok kelapa, dan sebagainya. Dengan pengolahan tertentu seperti proses aktivasi dengan perlakuan tekanan dan suhu tinggi, maka akan dapat diperoleh karbon aktif yang mempunyai permukaan dalam yang luas.

Karbon aktif merupakan suatu padatan yang berpori dan mengandung 85- 95% karbon, dihasilkan dari bahan – bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan suhu tinggi. Karbon aktif memiliki luas permukaan yang cukup tinggi berkisar antara 100 sampai dengan 2000 m²/g. Hal ini disebabkan karena karbon aktif ini memiliki pori – pori yang sangat kompleks yang berkisar dari ukuran mikro dibawah 20 Å (Angstrom), ukuran meso antara 20 sampai dengan 50 Angstrom dan ukuran makro yang mampu melebihi 500 Å (pembagian ukuran pori berdasarkan IUPAC). Dengan luasnya permukaan yang dimiliki, maka karbon aktif sangat cocok digunakan pada suatu proses adsorpsi atau penyerapan, bidang reaksi dan katalisis, dimana proses ini membutuhkan bidang kontak adsorpsi dengan permukaan adsorben yang luas. Contoh lain dari penggunaan atau pengaplikasian karbon aktif yang sangat sering dijumpai dan digunakan oleh masyarakat adalah penggunaan karbon aktif yang bernama norit. Norit umumnya banyak digunakan untuk mengatasi gangguan pencernaan. Sedangkan untuk prinsip kerja dari norit sendiri adalah ketika norit dikonsumsi atau masuk kedalam perut maka norit akan menyerap bahan – bahan racun dan berbahaya yang menyebabkan gangguan di sekitar daerah pencernaan.

Kemudian norit tersebut akan menyimpan racun dan bahan berbahaya lainnya yang mampu diserap oleh norit itu sendiri ke dalam permukaan porinya sehingga nantinya norit yang telah menyerap racun dan bahan berbahaya tadi akan dikeluarkan bersamaan dengan tinja. Umumnya karbon

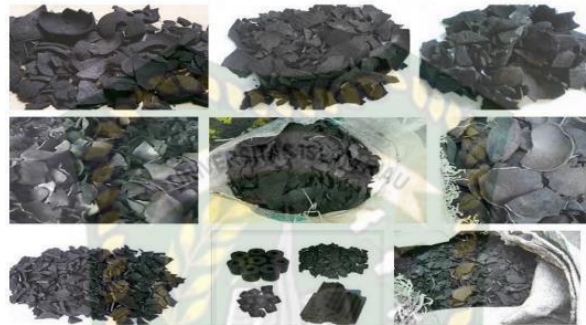
aktif seperti ini biasanya dibuat dari bahan dasar batu bara dan biomasa. Intinya bahan dasar pembuat karbon aktif haruslah mengandung unsur karbon yang besar.

Sifat adsorpsi atau kemampuan penyerapan yang dimiliki oleh karbon aktif sendiri dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain (Agusta, 2012):

- Sifat fisika karbon aktif Sifat fisika karbon aktif dipengaruhi oleh sedikit atau banyaknya jumlah pori – pori yang ada di dalam karbon aktif itu sendiri yang bisa dimasuki oleh bahan adsorbat yang ada di dalam karbon aktif. 11
- Sifat kimia karbon aktif Karbon aktif mempunyai sifat kimia ketika proses aktivasi berlangsung. Gugus aktif yang dimiliki karbon aktif akan berinteraksi dengan molekul organik secara kimiawi. Proses adsorpsi terjadi karena adanya gaya Van Der Waals pada permukaan karbon aktif dan adsorbat.
- Jenis adsorbat Adsorbat yang bersifat tidak tarik menarik atau biasa disebut nonpolar akan lebih mudah berinteraksi dengan gugus aktif pada karbon aktif. Sehingga molekul organik yang memiliki nilai kelarutan kecil pada air akan berikatan cukup kuat dengan karbon aktif.
- Suhu Karbon aktif akan memiliki daya serap yang jauh lebih besar apabila suhu nya rendah dibandingkan dengan suhu yang tinggi, karena kelarutan molekul adsorbat lebih kecil sehingga lebih banyak yang bisa teradsorpsi.
- Waktu kontak Semakin lama waktu kontak antara adsorbat dengan karbon aktif maka semakin banyak pula adsorbat yang bisa terserap ke dalam permukaan karbon aktif.
- Luas permukaan karbon aktif Karbon aktif akan memiliki daya serap yang jauh lebih besar apabila karbon aktif memiliki permukaan yang luas dibandingkan dengan karbon aktif yang memiliki permukaan yang sempit.
- Konsentrasi adsorbat dan ukuran partikel adsorbat Karbon aktif akan menjadi cepat jenuh apabila konsentrasi dan partikel adsorbat semakin besar.

Dizaman ini karbon aktif yang berasal dari bahan biologis yang hidup ataupun baru mati yang biasa disebut biomasa semakin banyak dikembangkan para

peneliti karena bersumber dari bahan yang mudah didapatkan dan lebih murah. Bahkan limbah biomasa seperti kulit kacang - kacangan, limbah padat 12 hasil dari pengepresan biji – bijiaan, kulit buah dan lain sebagainya bisa menjadi pilihan untuk bahan dasar dari pembuatan karbon aktif. Adapun macam – macam karbon aktif dapat dilihat pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.2 Macam – Macam Karbon Aktif
(Sumber: <https://www.mediahidroponik.com>)

Proses Pembuatan Karbon Aktif Proses pembuatan karbon aktif dapat dibagi menjadi 3 tahapan yaitu tahapan pelepasan air, pemecah bahan – bahan organik menjadi karbon atau karbonisasi, dekomposisi tar dan pembentukan pori aktivasi. Tahapan pelepasan air adalah tahapan untuk menghilangkan atau meminimalkan kandungan air yang terkandung dalam bahan baku karbon sedangkan karbonisasi adalah istilah dari pengkonversian dari suatu zat organik maupun biomassa menjadi suatu karbon dengan cara pemanasan pada suhu tertentu. Pemanasan pada suhu tertentu ini bertujuan untuk menghilangkan zat – zat yang mudah menguap yang ikut terkandung pada karbon sehingga kemurnian dari karbonpun ikut meningkat. Proses karbonisasi dilakukan dengan cara memberikan pemanasan sampai suhu sekitar 1000oC.

Sedangkan proses aktivasi merupakan proses yang bertujuan untuk menambah maupun mengembangkan volume dari pori - pori karbon aktif dan juga untuk memperbesar diameter pori - pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi sebelumnya. Melalui proses aktivasi ini maka daya adsorpsi dari karbon aktif akan ikut meningkat, karena hasil dari karbonisasi umumnya masih memiliki

zat - zat yang masih menutupi pori – pori dari permukaan karbon aktif tersebut, dan juga dalam proses ini akan membuat karbon mengalami perubahan sifat baik dari sifat fisika maupun kimia yang berpengaruh terhadap daya adsorpsi karbon itu sendiri. Sedangkan proses aktivasi tergantung dari produk akhir yang secara umum dapat dibagi menjadi proses yaitu: A.

Aktivasi Kimia Proses ini tergantung dari pengaruh senyawa kimia anorganik baik secara alam telah ada ataupun yang ditambahkan untuk merubah senyawa organik selama proses berlangsung. Bahan kimia yang digunakan antara lain $ZnCl_2$, $CaCl_2$, dan lain – lain. B. Aktivasi Fisis Proses ini tergantung dari pemilihan cara oksidasi seperti oksidasi oleh udara pada temperatur rendah, uap, CO_2 , atau aliran gas pada temperatur tinggi.

2.2.1 Sifat – Sifat Karbon Aktif

Berdasarkan berat jenis karbon aktif dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu karbon aktif fasa cair yaitu berasal dari bahan dengan berat jenis rendah, berupa bubuk halus dan karbon aktif fasa gas yaitu berasal dari bahan dengan berat jenis berupa butiran. Kualitas karbon aktif dipengaruhi oleh jenis bahan baku, bahan baku yang keras menghasilkan daya serap yang tinggi dibandingkan dengan karbon aktif yang berbahan baku rendah, hal ini ditunjang dengan hasil pernyataan KIRK dan OTHMER (1964) yang mengatakan daya serap karbon aktif terhadap iod 90% dari bahan kayu, sedang bahan tempurung kelapa daya serapnya 95%.

Pada umumnya susunan pori dari karbon aktif saling berhubungan. Pori mikro dapat menyerap molekul adsorbat dan pelarut yang berhubungan dengan permukaan luar dari partikel sedang pada mikro merupakan cabang dari pori transisi dan dapat menyerap pelarut dan adsorbat dengan ukuran lebih kecil. Pori mikro merupakan cabang pori transisi yang dapat menyerap molekul pelarut lebih kecil.

2.2.2 Jenis Karbon Aktif

Karbon aktif dapat dibuat dari beberapa jenis bahan baku, setiap bahan baku atau bahan dasar dari karbon ini memiliki karakteristik tersendiri, berikut beberapa contoh umum dari jenis bahan dasar dari media filter karbon aktif:

a. Karbon Aktif Batu Bara

Karbon aktif batu bara memiliki tingkat kekerasan yang tinggi, dibandingkan karbon aktif lainnya sehingga karbon aktif jenis ini sangat cocok untuk digunakan sebagai filter di dalam tangki yang mempunyai volume yang cukup besar. Adapun bentuk karbon aktif batu bara dapat dilihat pada Gambar 2.4 dibawah ini.



Gambar 2. 3 Karbon Aktif Batu Bara
(Sumber: <https://kolom.tempo.com>)

b. Karbon Aktif dari Kayu Keras

Karbon aktif dari bahan kayu keras biasanya dibuat dalam bentuk serbuk. Karbon aktif dari kayu keras biasanya memiliki metilen biru yang sangat tinggi diatas 200. Sehingga karbon aktif jenis ini banyak digunakan dalam industri farmasi, penyedap makanan, industri gula, dan industri minyak goreng. Adapun karbon aktif berbahan dasar kayu keras dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2. 4 Karbon Aktif Kayu Keras
(Sumber: <https://www.tokopedia.com/metrogreen>)

c. Karbon Aktif Tempurung Kelapa (Coconut Shell)

Karbon aktif tempurung kelapa dalam proses pembuatannya biasanya dipanaskan tanpa adanya udara dan juga tanpa penambahan suatu zat kimia. Tujuan dari proses karbonisasi ini adalah untuk menghilangkan zat terbang. Proses karbonisasi dilakukan pada suhu temperature berkisar antara 400 - 600 0C. Hasil dari proses karbonisasi ini adalah karbon yang mempunyai kapasitas penyerapan rendah. Adapun karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa dapat dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2. 5 Karbon Aktif Tempurung Kelapa
(Sumber: <https://tokomesinkelapa.com>)

2.2.3 Tipe Karbon Aktif

Ada 3 jenis bentuk media karbon aktif yang banyak dipasarkan saat ini yaitu:

a. Karbon Aktif Berbentuk Serbuk

Karbon aktif berbentuk serbuk dengan ukuran lebih kecil dari 0,18 mm dan banyak digunakan pada industri pengolahan air minum, industri farmasi, micin, penghilang warna asam furan, pengolahan pemurnian jus buah, penghalus gula, pemurnian asam sitrat, asam tartarat, pemurnian glukosa dan pengolahan zat pewarna kadar tinggi.

b. Karbon Aktif Bentuk Granular

Karbon aktif bentuk granular atau bentuk tidak beraturan biasanya berukuran 0,2 - 5 mm. Karbon aktif bentuk ini biasanya digunakan dalam aplikasi adsorbat cair dan gas. Beberapa pengaplikasian dari karbon aktif bentuk ini biasanya digunakan untuk: pemurnian emas, pengolahan air, air tanah dan air limbah, dan penghilang bau tidak sedap.

c. Karbon Aktif Berbentuk Pellet

Karbon aktif berbentuk pellet biasanya berdiameter 0,8-5 mm. Karbon aktif bentuk pellet ini biasanya diaplikasikan pada fasa gas karena mempunyai tekanan yang rendah, kadar abu yang rendah dan kekuatan mekanik yang tinggi. Contoh penggunaannya seperti untuk pemurnian udara, tromol otomotif, penghilang bau dan pengontrol emisi.

2.3 Pasir Silika

Pasir silika atau pasir kuarsa telah lama dikenal sebagai salah satu media filter air yang sangat baik. Kualitas pasir juga sangat dipengaruhi oleh keadaan musim di sekitar daerah pasir tersebut. Kualitas pasir silika atau pasir kuarsa akan sangat buruk ketika memasuki musim kemarau dan memiliki kualitas yang baik ketika memasuki musim penghujan (Suparno, et al., 2012).

Pasir kuarsa atau silika adalah material galian yang terdiri atas kristal - kristal silika (SiO_2) yang mempunyai senyawa pengotor yang terikut selama proses sedimentasi atau pengendapan. Penggunaan pasir silika pada kegiatan industri sudah berkembang sangat pesat, baik digunakan atau diaplikasikan langsung sebagai bahan baku utama maupun sebagai bahan campuran. Contoh dari pengaplikasian dari bahan baku tanpa campuran misalnya digunakan dalam industri gelas dan kaca, semen, tegel, mosaik keramik, bahan baku fero silikon, silikon carbide bahan abrasit (ampelas dan sand blasting). Sedangkan sebagai bahan campuran, misalnya dalam industri pengecoran, industri minyak, industri tambang, bata tahan api (refraktori), dan lain sebagainya.

Di Indonesia khususnya pasir silika banyak ditemui di daerah Sumatera Barat, ataupun potensi lain terdapat di Kalimantan Barat, Jawa Barat, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Pulau Bangka dan Belitung. Pasir silika juga digunakan pada pembuatan semen, pada industri ini pasir silika berfungsi sebagai bahan campuran. Kandungan silika untuk pabrik semen berkisar 21,3% SiO_2 . Apabila komposisi SiO_2 belum terpenuhi maka akan ditambahkan pasir silika. Pemakaian silika di industri semen ini bervariasi tergantung pada kandungan silika dan bahan campuran lainnya, biasanya berkisar antara 6 - 7 %.

Pada industri keramik, pasir silika merupakan pembentuk badan

keramik bersama dengan bahan campuran lainnya, seperti kaolin, lempung, feldspar, dan bahan pewarna. Pasir silika ini umumnya pembentuk sifat glasir pada badan keramik, sehingga keramik menjadi licin dan mudah untuk dibersihkan. Disamping itu, pasir silika juga memiliki sifat sebagai bahan pengurus yang dapat mempermudah proses pengeringan, pengontrolan, penyusutan, dan memberi kerangka pada badan keramik. 19 Proses akhir dari pengolahan pasir silika menjadi gelas dan kaca, yaitu dengan cara meleburkan pasir silika bersama dengan bahan - bahan lain seperti soda dan kapur dalam tungku peleburan.

Dalam pembuatan kaca, pasir silika mempunyai peranan penting dan krusial. Unsur lainnya seperti soda (Na_2O) berperan besar selama proses pencairan, sedangkan pada proses stabilisator ketika proses pencairan dan pembentukan kembali gelas dan kaca tersebut kapur (CaO dan MgO) berperan penting. Biasanya, belerang juga akan ikut ditambahkan ketika memasuki proses melunakkan gelas. Aluminium oksida (Al_2O_3) dan B_2O_3 biasanya juga ikut dimasukkan ketika membuat gelas dengan kualitas tinggi untuk menambah durability gelas. Penggunaan pasir silika juga diaplikasikan dalam industri pengecoran, karena pasir silika memiliki titik lebur yang tinggi dibanding titik lebur logam. Fungsi pasir silika di industri ini adalah sebagai pasir cetak dan foundry. Untuk penggunaan pasir silika sebagai pasir cetak dibutuhkan kriteria – kriteria khusus, seperti halusnya butiran, bentuk, tahanan tekanan, tahanan geser, kemampuan meloloskan fluida atau cairan, kepadatan, kadar lempung, tempering water.

Pasir silika pada industri bata tahan api digunakan sebagai pembentuk konstruksi bata. Pemakaian pasir silika pada industri lainnya, yaitu sebagai bahan pengeras pada pengolahan karet, bahan pengisi pada industri cat, bahan ampelas pada industri gerinda bahan anti korosi pada industri logam, dan media filter pada industri penjernihan air, bahan baku dalam pembuatan ferro silicon carbide, dan dalam industri elektronik. Saat ini dengan kemajuan teknologi mulai banyak industri yang mengaplikasikan penggunaan pasir silika terutama dalam pengaplikasian pasir silika yang berukuran partikel yang kecil sampai skala mikron dan skala nanosilika. Pasir silika yang

ukurannya diperkecil akan mempunyai sifat yang berbeda serta memiliki tingkatan kualitas yang berbeda juga dari ukuran normalnya. 20 Penggunaan pasir silika yang memiliki ukuran diperkecil biasanya digunakan sebagai bahan campuran pada industri konstruksi beton.

Adapun pasir silika yang berukuran lebih kecil dari nanosilika paling sering diaplikasikan pada industri elektronik, industri cat, industri tiring, industri keramik, dan industri karet. Tujuan dari penambahan pasir silika yang berukuran nanosilika pada industri ban adalah untuk memproduksi ban yang memiliki daya gigit yang kuat terutama pada jalanan ketika musim salju di eropa, mengurangi polusi suara yang dihasilkan serta memperpanjang durability dari ban itu sendiri, dan tentu saja ban yang sudah ditambahkan nanosilika akan lebih baik dibanding ban normal pada umumnya. Untuk memproduksi ukuran silika yang berukuran nanosilika sampai dengan ukuran mikrosilika dibutuhkan proses atau tahapan khusus pada pembuatannya. Untuk pasir silika yang berukuran mikro biasanya pasir silika dibuat dengan metode milling biasa dan tentu sudah dimodifikasi khusus sehingga kemampuan untuk menghancurkan pasirnya jauh lebih efisien. Sedangkan pasir silika atau yang biasa disebut pasir kuarsa (SiO_2) yang digunakan pada industri pengolahan dan penjernihan air bertujuan untuk menghilangkan kandungan lumpur, tanah, dan partikel mengendapa lainnya yang terkandung pada air minum, air tanah, air PDAM, maupun air pegunungan.

2.4 Proses Yang Terjadi Selama Penjernihan

2.4.1 Adsorpsi

Ada dua macam sorpsi yaitu adsorpsi dan absorpsi. Yang membedakan antara keduanya adalah tempat berkumpulnya zat yang diserap, seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2. 6 Perbedaan Absorpsi Dan Adsorpsi
(Sumber: <https://www.ilmukimia.org/2016/01>)

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada sebuah permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam inti dari zat adsorpsi itu sendiri. Sedangkan absorpsi adalah suatu proses masuknya partikel atau molekul adsorbat ke dalam zat adsorben atau pada zat padat yang memiliki daya serap atau adsorpsi. Adsorpsi merupakan fenomena yang terjadi pada permukaan. Adsorpsi secara umum diartikan sebagai akumulasi beberapa molekul, ion atau atom yang terjadi pada batas antara dua fasa. Adsorpsi menyangkut akumulasi atau pemutusan inti adsorbat pada adsorben dan hal bisa terjadi pada antar muka dua fasa. Fasa yang menyerap dikatakan adsorben dan fasa yang terserap dikatakan adsorbat. Kebanyakan adsorben adalah bahan-bahan yang memiliki pori – pori karena utamanya terjadi pada dinding pori - pori atau pada letak - letak tertentu yang berada pada adsorben (Adamson dan Gast, 1997). Menurut Oscik (1982), adsorpsi adalah proses akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben yang diakibatkan oleh gaya tarik antar molekul atau suatu akibat dari medan gaya pada permukaan padatan (adsorben) yang menarik molekul – molekul gas, uap ataupun cairan.

Proses adsorpsi akan terjadi karena adanya gaya tarik antar atom atau molekul pada permukaan padatan yang tidak seimbang. Dengan eksistensi gaya ini, padatan akan cenderung menarik molekul - molekul lain yang berkontak langsung dengan surface padatan, baik fasa gas atau fasa larutan ke dalam permukaannya. Akibatnya konsentrasi molekul pada permukaan menjadi lebih besar dari pada dalam fasa gas zat terlarut dalam larutan. Pada proses adsorpsi hubungan antara adsorben dengan adsorbat hanya akan terjadi pada permukaan

adsorben (Tandy, 2012). Adapun gaya tarik - menarik diantara suatu padatan dikategorikan menjadi dua jenis, yaitu gaya kimia dan gaya fisika yang masing-masing menghasilkan adsorpsi fisika (physisorption) dan adsorpsi kimia (chemisorption). Adsorpsi fisika (physisorption) adalah proses interaksi antara adsorben dengan adsorbat yang melibatkan gaya - gaya antar molekul seperti gaya Van der Waals, sedangkan adsorpsi kimia (chemisorption) terjadi jika interaksi adsorben dan adsorbat melibatkan pembentukan ikatan kimia.

2.4.2 Proses Pengolahan Air Bersih pada Unit Water Treatment Plant

Jenis-Jenis Pengolahan Air Bersih Instalasi pengolahan air memegang peranan penting dalam upaya memenuhi kualitas air bersih melalui pengolahan fisika, kimia, dan bakteriologi (Gustinawati, 2018). Teknik yang dilakukan oleh praktisi secara umum proses-proses yang terjadi terbagi ke dalam 3 bagian diantaranya (Patrick, 2016) :

a. Pengolahan Fisik

Bertujuan meminimalisasi maupun menghilangkan berbagai kotoran yang bersifat kasar, melalui penyisihan pasir dan lumpur, yakni mengurangi berbagai zat organik di dalam air untuk diolah. Dimana proses pengolahan tersebut dilakukan tanpa adanya tambahan senyawa kimia.

b. Pengolahan Kimia

Bertujuan untuk membantu pengolahan yang selanjutnya, seperti pemberian cairan kimia yang digunakan untuk membantu proses penjernihan air secara kimiawi, salah satu contoh cairan kimia yang digunakan untuk mendukung proses pengolahan secara kimiawi adalah Tawas, Polimer, Soda Ash, dan lain-lain. Pengolahan ini digunakan untuk memaksimalkan pengolahan setelah pengolahan tingkat pertama.

c. Pengolahan Bakteriologis

Bertujuan membunuh maupun memusnahkan berbagai macam bakteri, khususnya bakteri yang menyebabkan berbagai kotoran atau penyakit yang ada dalam kandungan air seperti bakteri E. Coli. Adapun salah satu metode pengolahannya yaitu dengan menambahkan zat desinfektan seperti kaporit.

2.5 Tahapan-Tahapan Pengolahan Air Bersih

2.5.1 Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi adalah proses yang bersifat kimia yang bertujuan untuk menghilangkan kekeruhan dan material atau zat yang dapat menghasilkan warna pada air yang kebanyakan merupakan partikel-partikel koloidal seperti alga, bakteri, zat organik anorganik dan partikel lempung (Pulungan, 2012). Flokulasi adalah proses pengumpulan partikel-partikel dengan muatan tidak stabil yang kemudian saling bertubrukan sehingga membentuk kumpulan partikel-partikel dengan ukuran yang lebih besar, juga dikenal dengan istilah partikel flokulan atau flok (Anna, 2016).

Tujuan dari koagulasi adalah mengubah partikel padatan dalam air baku yang tidak bisa mengendap menjadi mudah mengendap. Hal ini karena adanya proses pencampuran koagulan kedalam air baku sehingga menyebabkan partikel padatan yang mempunyai padatan ringan dan ukurannya kecil menjadi lebih berat dan ukurannya besar (flok) yang mudah mengendap. Koagulasi dan flokulasi terjadi secara berurutan, memungkinkan tumbukan partikel dan pertumbuhan flok. Ini kemudian diikuti oleh sedimentasi (Prakash, 2014).

Teknik koagulasi dan flokulasi terkenal dengan kemampuan operasi dan pemeliharaannya. Pilihan alat bantu koagulan berdasarkan kesesuaian sampah tertentu, ketersediaan dan biaya koagulan. Biasanya koagulan yang digunakan adalah tawas, polielektrolit dan kapur. Flokulasi utama tidak hanya digunakan untuk menghilangkan pewarna tetapi juga menghilangkan logam berat. Dalam studi saat ini koagulasi dan flokulasi dilakukan sebagai teknik pengobatan untuk menghilangkan kekeruhan, bauanya dan warna (Rao, 2015).

Koagulan adalah bahan kimia yang dibutuhkan air untuk membantu proses pengendapan partikel-partikel kecil yang tidak dapat mengendap dengan sendirinya pada proses koagulasi. Koagulan yang umum digunakan pada pengolahan air antara lain: Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) atau tawas, Sodium Aluminat (NaAlO_2 atau $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$), Polialuminium Klorida (PAC), ferri sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), ferri klorida ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), dan ferro sulfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (Mayasari dan Hastarina, 2018).

Tawas atau alumunium sulfat merupakan bahan koagulan yang paling

banyak digunakan sebagai koagulan dalam proses pengolahan air bersih, pengolahan air limbah dan juga digunakan pembuatan kertas untuk meningkatkan ketahanan dan penyerapan tinta. Jumlah pemakaian tawas tergantung pada turbiditas (kekeruhan) air baku. Semakin tinggi kekeruhan air baku maka semakin besar jumlah tawas yang dibutuhkan. Penggunaan tawas juga tidak terlepas dari sifat-sifat kimia yang dikandung oleh air baku tersebut (Pulungan, 2012). Keunggulan dari jenis koagulan tawas ini adalah (Mayasari, 2019):

- Banyak dipakai untuk pengolahan air karena harganya murah.
- Flok yang dihasilkan stabil dan efektif untuk air baku dengan kekeruhan yang tinggi serta sangat baik untuk dipakai bersama-sama zat koagulan pembantu.
- Aluminium sulfat tidak menimbulkan pengotoran yang serius pada dinding bak.

2.5.1 Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan partikel secara gravitasi. Pengendapan kandungan zat padat di dalam air dapat digolongkan menjadi pengendapan diskrit (kelas 1), pengendapan flokulen (kelas 2), pengendapan *zone*, pengendapan kompresi/tertekan. Jenis bak pengendap adalah bak pengendap aliran *batch* dan bak pengendap dengan aliran kontinu (Arifiani, 2007).

2.5.3 Filtrasi

Filtrasi adalah proses pemisahan padatan dengan larutan, dimana larutan tersebut dilewatkan melalui suatu media berpori atau materi berpori lainnya untuk menyisihkan partikel tersuspensi yang sangat halus sebanyak mungkin (Nugroho, 2016). Penyaringan juga dapat mengurangi kandungan bakteri, bau, rasa, mangan, dan besi (Quddus, 2014).

Filtrasi dapat digunakan dengan menggunakan beberapa jenis filter, antara lain: saringan pasir lambat, saringan pasir cepat, bahkan dengan menggunakan teknologi membran. Pada pengolahan air bersih umumnya dipergunakan saringan pasir cepat, karena filter jenis ini memiliki debit pengolahan yang cukup besar, penggunaan lahan yang tidak terlalu besar, biaya operasi dan pemeliharaan yang cukup rendah dan tentunya kemudahan dalam

pengoperasian dan pemeliharaan (Nugroho, 2016).

2.6 Air Bersih

2.6.1 Pengertian Air Bersih

Menurut Sutandi (2012) air bersih didefinisikan sebagai air yang memenuhi persyaratan kesehatan, baik itu untuk minum, mandi, cuci dan lain sebagainya. Air yang bersih sangat dibutuhkan bagi kehidupan manusia. Air dikatakan bersih apabila : terlihat jernih, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa, sedangkan menurut Triono (2018) yang dimaksud air bersih yaitu air yang aman (sehat) dan baik untuk diminum, tidak berwarna, tidak berbau, dengan rasa yang segar. Air bersih berupa air yang kita pakai sehari-hari untuk keperluan mencuci, mandi, memasak dan serta dapat langsung digunakan oleh industri maupun diolah lebih lanjut.

2.6.2 Kriteria Baku Mutu Air Bersih

Baku mutu air bersih adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang di tenggang keberadaannya dalam air. Dengan adanya standar baku mutu untuk air bersih industri, setiap industri memiliki pengolahan air sendiri-sendiri sesuai dengan kebutuhan industri. Karena setiap proses industri maupun segala aktivitas membutuhkan air sebagai bahan baku utama atau bahan penolong (Hardyanti, 2006). Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas yaitu:

- Kelas Satu : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air minum atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas Dua : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas Tiga : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

- Kelas Empat : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertamanan dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.6.3 Parameter Uji Kualitas Air

Parameter penentuan kualitas air bersih antara lain : kekeruhan, nilai pH, konsentrasi TDS, jumlah padatan tersuspensi, nilai kadar DO, serta BOD dan COD. Penentuan kualitas uji air ditentukan berdasarkan kebutuhan pengolahan air tersebut (Millah dan Saptomo, 2019).

a. Kekeruhan

Kekeruhan atau *turbidity* adalah ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar untuk mengukur keadaan air baku dengan skala NTU (*nephelo metrix turbidity unit*) atau JTU (*jackson turbidity unit*) atau FTU (*formazin turbidity unit*). Kekeruhan ini disebabkan oleh adanya benda tercampur atau benda koloid di dalam air. Hal ini membuat perbedaan nyata dari segi estetika maupun dari segi kualitas air itu sendiri (Fatimura, 2017).

Air dikatakan keruh, apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan inmeliputi tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar secara baik dan partikel-partikel yang tersuspensi lainnya Kekeruhan pada sungai lebih dipengaruhi oleh bahan-bahan tersuspensi yang berukuran lebih besar yang hanyut terbawa oleh aliran air.

b. Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan istilah untuk menyatakan keadaan asam atau basa pada suatu larutan. Air murni mempunyai pH 7, pH di bawah 7 bersifat asam sedang pH di atas 7 bersifat basa. Derajat keasaman (pH) menggambarkan konsentrasi ion hidrogen yang terkandung dalam perairan. pH air akan sangat berpengaruh pada reaksi biokimia dalam air. Nilai pH air yang ideal bagi pertumbuhan mikroorganisme dalam air adalah pH 6-8.

c. Oksigen terlarut (DO)

Oksigen terlarut merupakan salah satu unsur pokok pada proses metabolisme organisme, terutama untuk proses respirasi. Disamping itu

juga dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas air. Pada umumnya oksigen terlarut berasal dari difusi oksigen dari udara ke dalam air dan proses fotosintesis dari tumbuhan hijau. Kecepatan difusi oksigen dari udara tergantung dari beberapa faktor seperti kekeruhan air, suhu, salinitas, pergerakan masa air dan udara seperti arus, gelombang dan pasang surut. Pengurangan oksigen terlarut disebabkan oleh proses respirasi dan penguraian bahan-bahan organik. Berkurangnya oksigen terlarut berkaitan dengan banyaknya bahan-bahan organik dari limbah industri yang mengandung bahan-bahan yang tereduksi dan lainnya (Nugroho, 2016).

d. TDS (total padatan terlarut)

TDS adalah singkatan dari *Total Dissolve Solid* yang berarti jumlah zat padat terlarut. TDS merupakan indikator dari jumlah partikel atau zat tersebut, baik berupa senyawa organik maupun non-organik. Pengertian terlarut mengarah kepada partikel padat di dalam air yang memiliki ukuran di bawah 1 nano-meter. Satuan yang digunakan biasanya ppm (part per million) atau yang sama dengan miligram per liter (mg/l) untuk pengukuran konsentrasi massa kimiawi yang menunjukkan berapa banyak gram dari suatu zat yang ada dalam satu liter dari cairan (Nugroho, 2016).

e. Konsentrasi TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS atau padatan tersuspensi total adalah padatan yang tidak terlarut di dalam air, berupa partikel yang menyebabkan air keruh, gas terlarut, dan mikroorganisme penyebab bau dan rasa. *Total Suspended Solid* terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik, yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Seperti halnya padatan terendap, padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi sinar atau cahaya ke dalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen secara fotosintesis (Nugroho, 2016).

f. BOD dan COD

BOD atau *Biological Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, melainkan hanya mengukur jumlah

oksigen yang dibutuhkan untuk mendekomposisi bahan organik tersebut. Sedangkan COD atau *Chemical Oxygen Demand* merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang ada didalam air secara kimiawi (Bayu, 2020).

Parameter-parameter uji kualitas air yang telah disebutkan di atas disesuaikan dengan standar. Standar yang sering digunakan yaitu Peraturan Menteri Kesehatan no 32 tahun 2017 tentang standar baku mutu air bersih. Tabel standar parameter uji kualitas air dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Standar Baku Kualitas Air Bersih

No.	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1.	kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut (Total Dissolved Solid)	mg/l	1000
4.	Suhu	oC	suhu udara ± 3
5.	Rasa		tidak berasa
6.	Bau		tidak berbau

(Sumber :PERMENKES Republik Indonesia no 32 tahun 2017)

