

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Air**

Air adalah unsur yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Bahkan dapat dipastikan tanpa pengembangan sumber daya air secara konsisten peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati sampai saat ini. Oleh karena itu pengembangan dan pengolahan sumber daya air merupakan dasar peradaban manusia.

Definisi air bersih merupakan air yang harus bebas dari mikroorganisme penyebab penyakit dan bahan-bahan kimia yang dapat merugikan kesehatan manusia maupun makhluk hidup lainnya. Air merupakan zat kehidupan, dimana tidak ada satu pun makhluk hidup di bumi ini yang tidak membutuhkan air.

#### **2.2 Karakteristik Air**

##### **2.2.1. Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Fisik**

Karakteristik air berdasarkan parameter fisik terdiri dari:

##### **A. Suhu**

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda dan alat yang digunakan untuk mengukur. Suhu adalah besaran fisika yang menyatakan derajat panas suatu zat. Alat untuk mengukur suhu disebut termometer. Pada termometer, zat yang paling banyak digunakan adalah alkohol dan raksa. Air memiliki perubahan suhu yang berlangsung lambat, sehingga air sebagai penyimpan panas yang sangat baik (Aljabbar,2008).

##### **B. Warna**

Warna air sebenarnya terdiri dari warna asli dan warna tampak. Warna asli atau *true colour* adalah warna yang disebabkan oleh substansi terlarut. Warna pada air di laboratorium diukur berdasarkan warna tsnadar yang telah diketahui konsentrasinya. Intensitas warna ini dapat diukur dengan satuan unit standar yang dihasilkan oleh dua mg/ platina. Standar yang ditetapkan di Indonesia besarnya maksimal lima unit (Sutrisno, 2004).

### C. Bau dan Rasa

Bau dan rasa pada air minum akan mengurangi penerimaan penduduk terhadap air tersebut. Bau dan rasa biasanya terjadi bersama-sama. Timbulnya rasa pada air minum berkaitan erat dengan bau pada air minum. Pengukuran rasa dan bau tergantung pada reaksi individual sehingga hasil yang dilaporkan tidak mutlak. Standar persyaratan air minum yang menyangkut bau dan rasa yang menyatakan bahwa dalam air minum tidak boleh terdapat bau dan rasa yang tidak diinginkan (Sutrisno, 2004).

### D. Kekeruhan

Kekeruhan merupakan sifat optik dari suatu larutan yang menyebabkan cahaya yang melaluinya terabsorpsi dan terbias dihitung dalam satuan mg/l. Air akan dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi, sehingga memberikan warna atau rupa yang berlumpur atau kotor (Sutrisno, 2004).

## 2.2.2 Karakteristik Air Berdasarkan Parameter Kimia

### A. Derajat keasamaan (pH)

pH merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. Standar kualitas air minum dalam pH ini yaitu bahwa pH yang lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 9,2 (Sutrisno, 2004).

### B. Kalsium

Kalsium merupakan sebagian dari komponen yang merupakan penyebab dari kesadahan. Efek yang ditimbulkan oleh kesadahan antara lain timbulnya lapisan kerak pada ketel-ketel pemanas air, pada perpipian yang juga menimbulkan efektifitas dari kerja sabun. Sebagai mana yang telah ditetapkan oleh Departemen Kesehatan Indonesia sebesar 75 – 200 mg/l. Konsentrasi Ca dalam air minum yang lebih rendah dari 75 mg/l dapat menyebabkan tulang rapuh sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi dari 200 mg/l dapat menyebabkan korosi pada pipa air. Sehingga kandungan Ca pada air sangat berbahaya apabila dikonsumsi oleh manusia, meskipun didalam tubuh membutuhkan kandungan Ca untuk kekuatan tulang. (Sutrisno, 2004).

### C. Zat Organik

Adanya bahan – bahan zat organik dalam air erat hubungannya dengan terjadinya perubahan fisika air ,terutama dengan warna,bau,rasa,dan kekeruhan yang tidak diinginkan. Standar kandungan bahan organik dalam air minum sesuai Departemen Kesehatan Indonesia maksimal yang diperbolehkan adalah 10 mg. Pengaruh terhadap kesehatan yang dapat ditimbulkan penyimpangan terhadap standar ini yaitu timbulnya bau yang tidak sedap pada air minum (Sutrisno, 2004).

### D. Besi (Fe)

Adanya unsur unsur besi dalam air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. Zat besi merupakan suatu unsur yang penting dan berguna untukk metabolisme tubuh. Untuk keperluan ini tubuh memerlukan 7-35 mg unsur tersebut per hari,yang tidak hanya diperoleh dalam air. Konsentrasi unsur ini dalam air yang melebihi 2 mg/l akan menimbulkan noda-noda pada peralatan dan bahan-bahan yang berwarna putih. Dalam jumlah kecil mg dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan tulang akan tetapi dalam jumlah yang lebih besar dari 150 mg /l dapat menyebabkan rasa mual (Sutrisno, 2004).

### E. Tembaga (Cu)

Tembaga merupakan salah satu unsur yang paling berguna untukk metabolisme . Konsentrasi 1 mg/l merupakan batas konsentrasi tertinggi tembaga untuk mencegah rasa yang tidak baik. Konsentrasi standar maksimum yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan Indonesia untuk Cu ini sebesar 0,05 mg/l untuk batas maksimum yang dianjurkan sebesar 1,5 mg/l sebagai batas maksimal yang diperbolehkan (Sutrisno, 2004).

## 2.3 Karakteristik Air Minum

Air minum adalah air yang digunakan untuk konsumsi manusia. Menurut departemen kesehatan, syarat-syarat air minum adalah tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, tidak mengandung mikroorganisme yang berbahaya, dan tidak mengandung logam berat. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan ataupun tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum (Halimah,2014).

(Tabel 1) dapat dilihat persyaratan air minum menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), standar ini merupakan revisi yang ketiga dengan perubahan pada persyaratan mutu air minum.

**Tabel 1.** Persyaratan mutu air minum dalam kemasan sesuai syarat mutu SNI 01-3553 2006

Nomor	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Air Mineral	Air Demineral
<b>1.</b>	<b>Keadaan</b>			
1.1	Bau		Tidak berbau	
1.2	Rasa		Normal	
1.3	Warna	Unit Pt-Co	Maks 5	
2.	Ph	-	6,0 – 8,5	5,0 – 7,5
3.	Kekeruhan	NTU	maks. 1,5	maks. 1,5
4.	Zat yang terlarut	mg/l	maks. 500	maks. 10
5.	Zat organik (angka KmnO4)	mg/l	maks. 1,0	-
6.	Total organik karbon	mg/l	-	maks. 0,5
7.	Nitrat (sebagai NO3)	mg/l	maks. 45	-
8.	Nitrit (sebagai NO2)	mg/l	maks. 0,005	-
9.	Amonium (NH4)	mg/l	maks. 0,15	-
10.	Sulfat (SO4)	mg/l	maks. 200	-
11.	Klorida (Cl)	mg/l	maks. 250	-
12.	Fluorida (F)	mg/l	maks. 1	-
13.	Sianida (CN)	mg/l	maks. 0,05	-
14.	Besi (Fe)	mg/l	maks. 0,1	-
15.	Mangan (Mn)	mg/l	maks. 0,05	-
16.	Klor bebas (Cl2)	mg/l	maks. 0,1	-
17.	Kromium (Cr)	mg/l	maks. 0,05	-
18.	Barium (Ba)	mg/l	maks. 0,7	-
19.	Boron (B)	mg/l	maks. 0,3	-
20.	Selenium (Se)	mg/l	maks. 0,01	-
<b>21.</b>	<b>Cemaran Logam</b>			
21.1	Timbal (Pb)	mg/l	maks.0,005	maks 0,5
21.2	Tembaga (Cu)	mg/l	maks 0,5	maks 0,003
21.3	Kadmium (Cd)	mg/l	maks 0,003	maks 0,001
21.4	Raksa (Hg)	mg/l	maks 0,001	maks 0,025
21.5	Perak (Ag)	mg/l	-	maks 0,01
21.6	Kobalt (Co)	mg/l	-	
	Cemaran arsen	mg/l	maks. 0,01	maks. 0,01
	Cemaran mikroba :	Koloni/ml		
	Angka lempeng total awal di pabrik	Koloni/ml	maks. 1,0 x 10 <sup>2</sup>	maks. 1,0 x 10 <sup>2</sup>
	Angka lempeng total akhir di pasaran	APM/10ml	maks. 1,0 x 10 <sup>5</sup>	maks. 1,0 x 10 <sup>5</sup>
	Bakteri bentuk koli	-	< 2	< 2
	Salmonella	Koloni/ml	Negatif/100ml	Negatif/100ml
	Pseudomonas aeruginosa		Nol	Nol

**Sumber : Badan Standarisasi Nasional**

## **2.4 Kesadahan**

Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air, umumnya ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat. Air sadah atau air keras adalah air yang memiliki kadar mineral yang tinggi, sedangkan air lunak adalah air dengan kadar mineral yang rendah. Selain ion kalsium dan magnesium, penyebab kesadahan juga bisa merupakan ion logam lain maupun garam-garam bikarbonat dan sulfat. Metode paling sederhana untuk menentukan kesadahan air adalah dengan sabun. Dalam air lunak, sabun akan menghasilkan busa yang banyak. Pada air sadah, sabun tidak akan menghasilkan busa atau menghasilkan sedikit sekali busa (Manurung,2013).

Air sadah tidak begitu berbahaya untuk diminum, namun dapat menyebabkan beberapa masalah. Air sadah dapat menyebabkan pengendapan mineral, yang menyumbat saluran pipa dan keran. Air sadah juga menyebabkan pemborosan sabun di rumah tangga, dan air sadah yang bercampur sabun dapat membentuk gumpalan scum yang sukar dihilangkan. Dalam industri, kesadahan air yang digunakan diawasi dengan ketat untuk mencegah kerugian. Untuk menghilangkan kesadahan biasanya digunakan berbagai zat kimia, ataupun dengan menggunakan resin penukar ion.

## **2.5 Proses Pengolahan Air**

### **2.5.1 Filtrasi**

Filtrasi merupakan proses pemisahan antara padatan / koloid dengan suatu cairan. Untuk penyaringan air olahan yang mengandung padatan dengan ukuran seragam dapat digunakan saringan medium tunggal, sedangkan untuk penyaringan air yang mengandung padatan dengan ukuran yang berbeda dapat digunakan tipe saringan multi medium (Riza,2013).

Digunakannya media filter atau saringan karena merupakan alat filtrasi atau penyaring memisahkan campuran solida liquida dengan media porous atau material porous lainnya guna memisahkan sebanyak mungkin padatan tersuspensi yang paling halus. Dan penyaringan ini merupakan proses pemisahan antara padatan atau koloid dengan cairan, dimana prosesnya

bisa dijadikan sebagai proses awal (*primary treatment*). Dikarenakan juga karena air olahan yang akan disaring berupa cairan yang mengandung butiran halus atau bahan-bahan yang larut dan menghasilkan endapan, maka bahan-bahan tersebut dapat dipisahkan dari cairan melalui filtrasi. Apabila air olahan mempunyai padatan yang ukuran seragam maka saringan yang digunakan adalah *single medium*. Jika ukuran beragam maka digunakan saringan *dual medium* atau *three medium*.

Pada pengolahan air baku dimana proses koagulasi tidak perlu dilakukan, maka air baku langsung dapat disaring dengan saringan jenis apa saja termasuk pasir kasar. Karena saringan kasar mampu menahan material tersuspensi dengan penetrasi partikel yang cukup dalam, maka saringan kasar mampu menyimpan lumpur dengan kapasitas tinggi. Karakteristik filtrasi dinyatakan dalam kecepatan hasil filtrat. Masing-masing dipilih berdasarkan pertimbangan teknik dan ekonomi dengan sasaran utamanya, yakni menghasilkan filtrat yang murah dan berkualitas.

*Filter* penyaring terdiri dari pipa berbentuk lonjong dengan tinggi 60 cm dan diameter 7,5 cm, serta dilengkapi dengan sebuah *valve* di bawah. Untuk media penyaring digunakan pasir silika, kerikil, arang, zeolit haku, zeolit kasar, karbon aktif, dan ijuk.

Dimana masing-masing bahan tersebut memiliki fungsi masing-masing, yaitu :

- a. Kerikil : berfungsi sebagai penyaring kotoran-kotoran besar pada air dan membantu proses aerasi
- b. Ijuk : berfungsi sebagai penyaring kotoran halus pada air
- c. Arang : berfungsi untuk menghilangkan bau dan rasa pada air
- d. Pasir : untuk mengendapkan kotoran halus yang belum tersaring
- e. Pasir Silika : adalah jenis pasir yang mengandung mineral ( $\text{SiO}_2$ )

Beberapa bahan buatan yang dapat digunakan untuk menyaring air adalah sebagai berikut :

- a. Klorin tablet digunakan untuk membunuh kuman, virus, dan bakteri yang hidup di dalam air.

- b. Pasir aktif biasanya berwarna hitam dan digunakan untuk menyaring air sumur bor dan sejenisnya.
- c. Resin Softener berguna untuk menurunkan kandungan kapur dalam air.
- d. Resin Kation biasa digunakan untuk industri air minum, baik usaha air minum isi ulang maupun Pabrik Air Minum Dalam Kemasan (PAMDK).
- e. Pasir *zeolit* berfungsi untuk penyaringan air dan mampu menambah oksigen dalam air.
- f. Pasir *mangan* berwarna merah dan digunakan untuk menurunkan kadar zat besi atau logam berat dalam air.
- g. Pasir *silika* digunakan untuk menyaring lumpur, tanah, dan partikel besar atau kecil dalam air dan biasa digunakan untuk penyaringan tahap awal.
- h. Karbon aktif atau arang aktif adalah jenis *karbon* yang memiliki luas permukaan yang besar sehingga dapat menyerap kotoran dalam air.

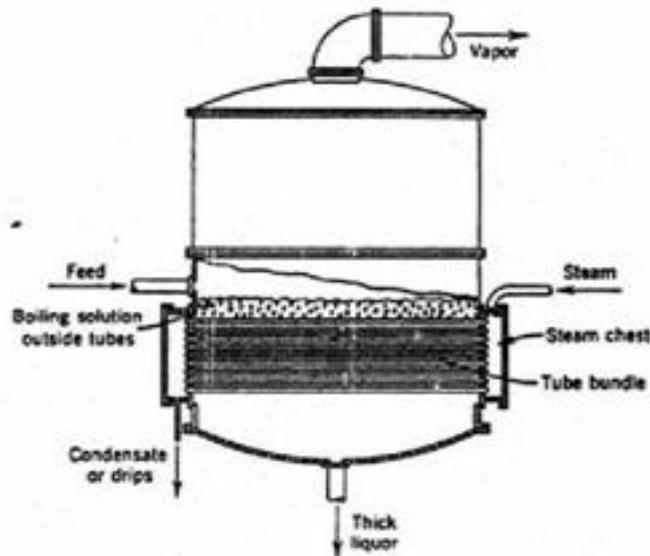
### 2.5.2 Evaporasi

Evaporasi merupakan proses penambahan konsentrasi suatu zat tertentu melalui proses perubahan molekul dari zat campurannya (zat cair menjadi molekul uap/gas), intinya adalah evaporasi merupakan proses penguapan.

Perbedaannya dengan distilasi adalah bila distilasi uapnya (liquid) yang diinginkan/ dibutuhkan apabila proses evaporasi adalah vapor (cairan) yang dibutuhkan, pada proses ini zat yang tertinggal itulah yang diinginkan, sedangkan uapnya biasanya dibuang, biasanya molekul yang menguap ini memiliki energi yang lemah untuk terikat dengan cairan, sehingga dengan spontan menjadi uap karena suhu yang sudah mencapai pada titik didih zat tersebut.

Proses evaporasi dengan skala komersial di dalam industri kimia dilakukan dengan peralatan yang namanya evaporator. Evaporator adalah alat untuk mengevaporasi larutan sehingga prinsip kerjanya merupakan prinsip kerja atau cara kerja dari evaporasi itu sendiri. Prinsip kerjanya dengan penambahan kalor atau panas untuk memekatkan suatu larutan yang terdiri dari zat terlarut yang memiliki titik didih tinggi dan zat pelarut yang memiliki titik didih lebih rendah sehingga dihasilkan larutan yang lebih pekat serta memiliki konsentrasi

yang tinggi. Jenis Evaporator yang digunakan dalam percobaan ini adalah jenis evaporator tabung horizontal (Gambar 1) yang merupakan jenis evaporator *system batch* (Dinata,2013).



**Gambar 1.** Evaporator Tabung Horizontal

Sumber : <http://www.scribd.com/doc/15812827/Evaporators>

Evaporator ini memiliki tabung yang tidak terlalu tinggi, tetapi berbentuk horizontal sehingga mempunyai ukuran yang lebih lebar dibandingkan dengan evaporator jenis lainnya. Evaporator tabung horizontal biasanya digunakan untuk kapasitas yang kecil dan untuk mengevaporasikan larutan yang encer.

## 2.6 Mekanisme Penguapan Air Laut Secara Alami

Perubahan yang dialami air di bumi hanya terjadi pada sifat, bentuk, dan persebarannya. Air akan selalu mengalami perputaran dan perubahan bentuk selama siklus hidrologi berlangsung. Air mengalami gerakan dan perubahan wujud secara berkelanjutan. Perubahan ini meliputi wujud cair, gas, dan padat. Air di alam dapat berupa air tanah, air permukaan, dan awan. Air-air tersebut mengalami perubahan wujud melalui siklus hidrologi. Adanya terik matahari pada

siang hari menyebabkan air di permukaan Bumi mengalami evaporasi (penguapan) maupun transpirasi menjadi uap air. Uap air akan naik hingga mengalami pengembunan (kondensasi) membentuk awan. Akibat pendinginan terus-menerus, butir-butir air di awan bertambah besar hingga akhirnya jatuh menjadi hujan (presipitasi).

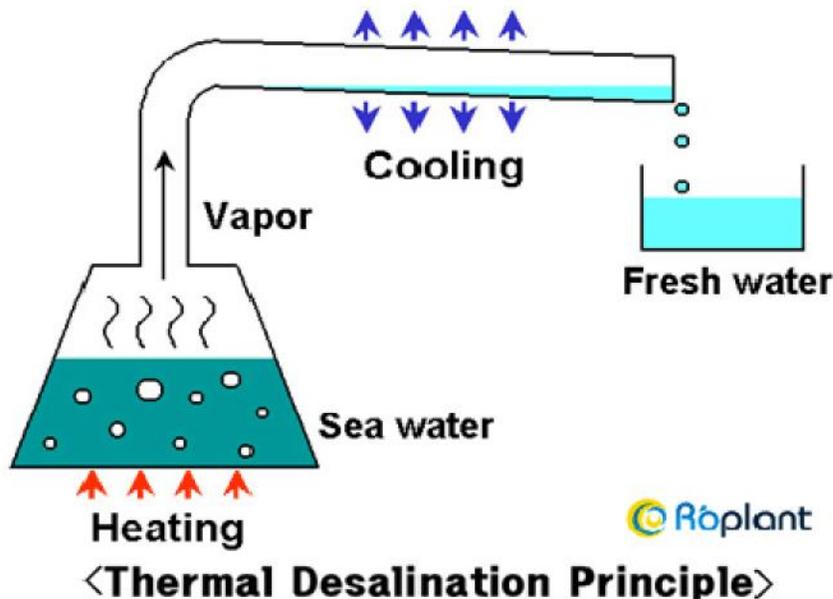
Selanjutnya, air hujan ini akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi dan perkolasi) atau mengalir menjadi air permukaan (*run off*). Baik aliran air bawah tanah maupun air permukaan keduanya menuju ke tubuh air di permukaan Bumi (laut, danau, dan waduk). Inilah gambaran mengenai siklus hidrologi (Diwarta,2012).

Jadi siklus hidrologi adalah lingkaran peredaran air di bumi yang mempunyai jumlah tetap dan senantiasa bergerak. Siklus Hidrologi adalah istilah yang digunakan untuk menjelaskan mengenai gejala-gejala meteorologi dan klimatologi sebagai berikut:

- a. Evaporasi, yaitu proses penguapan dari benda-benda mati yang merupakan proses perubahan dari wujud air menjadi gas.
- b. Transpirasi, yaitu proses penguapan yang dilakukan oleh tumbuh-tumbuhan melalui permukaan daun.
- c. Evapotranspirasi, yaitu proses penggabungan antara evaporasi dan transpirasi.
- d. Kondensasi, yaitu perubahan dari uap air menjadi titik-titik air (pengembunan) akibat terjadinya penurunan salju.

## **2.7 Mekanisme Penguapan Air Laut Menggunakan Evaporator**

Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem evaporasi air laut biasa, yaitu air laut dipanaskan untuk menguapkan air laut dan kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasi untuk memperoleh air tawar yang ditampung di tempat terpisah sebagai hasil dari proses evaporasi dan dikenal sebagai air aquadest. Pada sistem evaporasi air laut dimana air laut akan di uapkan, sehingga uap yang didapat akan dikondensasi pada (Gambar 2) yang merupakan proses desalinasi dengan metode evaporasi dimana metode evaporasi ini adalah metode yang paling sering digunakan karena air yang didapatkan bermutu baik dan metode ini yang sering digunakan di *industry*.



**Gambar 2.** Proses Evaporasi

**Sumber :** <http://persaudaraansejati.blogspot.com/pengolahan-air-laut.html>

Pada tahapan ini, bahan baku yang telah mengalami pengolahan awal akan mengalami proses penyisihan garam sehingga menghasilkan air bersih. Berdasarkan teknik pemisahan garamnya, proses desalinasi dikategorikan menjadi dua yaitu berbasis panas dan berbasis membran.

Pada proses berbasis panas, bahan baku dikondisikan mendidih pada tekanan rendah sehingga menghasilkan uap air pada temperatur rendah. Pada proses ini, hanya air saja yang mengalami penguapan, sehingga setelah pengumpulan dan pengkondensasian uap, akan dihasilkan air bersih tanpa garam dan pengotor.

Berbeda halnya pada proses diatas yang menggunakan energi panas untuk pemisahan garam dari air laut, teknologi membran menggunakan energi tekanan. Membran adalah istilah umum untuk saringan tipis yang memfasilitasi pemisahan secara selektif – hanya bahan-bahan tertentu yang dapat dilewatkan dan ditahan oleh membran ini. Tipe membran yang digunakan sangat bergantung pada aplikasi. Khusus untuk desalinasi, digunakan *reverse osmosis* (RO) membrane dengan karakter tak berpori yang mampu melakukan pemisahaan pada level ion, termasuk garam dengang komposisi utama ion natrium dan klorida ( Jacky,2013).

## 2.8 Air Laut

Air laut adalah larutan yang memiliki kandungan berbagai garam-garaman. Unsur kimia yang tergabung dalam larutan air laut itu ialah Klor (Cl) 55%, Natrium (Na) 31%, kemudian Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Belerang (S), dan Kalium (K). Selain itu, dalam jumlah kecil terdapat juga Bromium (Br), Karbon (C), Strontium (Sr), Barium (Ba), Silikon (Si), dan Fluorium (F). Kandungan air laut juga terdiri dari berbagai gas seperti Oksigen ( $O_2$ ) dan gas asam arang ( $CO_2$ ) yang merupakan kebutuhan vital bagi kehidupan vegetasi dan hewan laut. Bentuk kandungan garam-garaman air laut dikenal dengan sebutan kadar garam atau salinitas. Kadar garam air laut yang normal ialah 3,5%. Air laut di daerah tropis pada umumnya memiliki kandungan garam rendah karena curah hujan yang tinggi.

Beberapa bagian laut mempunyai kandungan kadar garam tinggi, karena curah hujan yang sangat rendah dan suhu yang tinggi, misalnya laut yang berdampingan dengan gurun, seperti Laut Merah 4%, Laut Tengah 3,8%, Teluk Persia 4% dan Laut Mati sebuah danau yang berkadar garam 26%. Sebaliknya kadar garam air laut rendah, jika laut itu banyak mendapat tambahan air tawar dari muara sungai dan cairan es, seperti Laut Baltik 1,9% (Setiawan, 2014).

## 2.9 Pasir Silika ( $SiO_2$ )

Pasir silika merupakan jenis mineral pasir yang terdiri atas komponen kristal-kristal silika ( $SiO_2$ ) yang didalamnya terkandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses endapan yang merupakan proses dari pelapukan batuan yang mengandung mineral inti, seperti feldspar. Hasil pelapukan kemudian tercuci dan terbawa oleh air atau angin yang terendapkan di sisi sungai, laut ataupun danau.

Pasir silika mempunyai komposisi gabungan dari  $CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $K_2O$ , dan  $MgO$  berwarna putih atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, berat jenis 2,65, titik lebur  $1715^\circ C$  dan konduktivitas panas  $12 - 100^\circ C$ . Cadangan atau timbunan pasir kuarsa terbesar paling banyak ada di

Sumatera Barat, potensi lain terdapat di Kalimantan Barat, Jawa Barat, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, dan Pulau Bangka dan Belitung.

Pasir silika memiliki untuk menghilangkan kandungan lumpur atau tanah dan sedimen pada air minum atau air tanah atau air PDAM atau air gunung pada industri pengolahan air. Selain di bidang pengolahan air, pasir silika dapat digunakan diberbagai industry. Seperti industri/pengolahan sand blasting atau pembuatan lapangan futsal dengan berbagai ukuran mesh. Dalam kegiatan industri, penggunaan pasir kuarsa sudah berkembang meluas, baik langsung sebagai bahan baku utama maupun bahan ikutan. Sebagai bahan baku utama, misalnya digunakan dalam industri gelas/kaca, semen, tegel, mosaik keramik, bahan baku fero silikon, silikon carbide dan bahan abrasit (Saputra,2013).

#### **2.10 Karbon aktif**

Karbon aktif adalah karbon yang di proses sedemikian rupa sehingga pori – porinya terbuka, dan dengan demikian akan mempunyai daya serap yang tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang bebas serta memiliki permukaan dalam (*internal surface*), sehingga mempunyai daya serap yang baik. Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif ini tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85 % sampai 95% karbon bebas.

Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak berbau, tidak terasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi, serta mempunyai permukaan yang luas, yaitu memiliki luas antara 300 sampai 2000 m/gram.

Karbon aktif ini mempunyai dua bentuk sesuai ukuran butirannya, yaitu karbon aktif bubuk dan karbon aktif granular (butiran). Karbon aktif bubuk ukuran diameter butirannya kurang dari atau sama dengan 325 mesh. Karbon aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO<sub>2</sub>, uap air atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya absorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau. Karbon aktif mengandung 5 sampai 15 persen air, 2 sampai 3 persen abu dan sisanya terdiri dari karbon. Karbon aktif berbentuk amorf terdiri dari pelat-pelat

datar, disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya. Pelat-pelat tersebut bertumpuk-tumpuk satu sama lain membentuk kristal-kristal dengan sisa hidrokarbon, ter dan senyawa organik lain yang tertinggal pada permukaannya. Bahan baku karbon aktif dapat berasal dari bahan nabati atau turunannya dan bahan hewani. Mutu karbon aktif yang dihasilkan dari tempurung kelapa mempunyai daya serap tinggi, karena arang ini berpori-pori dengan diameter yang kecil, sehingga mempunyai internal yang luas. Luas permukaan arang adalah  $2 \times 10^4 \text{ cm}^2$  per gram, tetapi sesudah pengaktifan dengan bahan kimia mempunyai luas sebesar  $5 \times 10^6$  sampai  $15 \times 10^7 \text{ cm}^2$  per gram.

Ada 2 tahap utama proses pembuatan karbon aktif yakni proses karbonisasi dan proses aktifasi. Dijelaskan bahwa secara umum proses karbonisasi sempurna adalah pemanasan bahan baku tanpa adanya udara sampai temperatur yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Pada proses ini terjadi dekomposisi termal dari bahan yang mengandung karbon, dan menghilangkan spesies non karbonnya. Proses aktifasi bertujuan untuk meningkatkan volume dan memperbesar diameter pori setelah mengalami proses karbonisasi, dan meningkatkan penyerapan. Pada umumnya karbon aktif dapat di aktifasi dengan 2 cara, yaitu dengan cara aktifasi kimia dan aktifasi fisika. Aktifasi kimia, arang hasil karbonisasi direndam dalam larutan aktifasi sebelum dipanaskan.

Pada proses aktifasi kimia, arang direndam dalam larutan pengaktifasi selama 24 jam lalu ditiriskan dan dipanaskan pada suhu  $600 - 9000^\circ\text{C}$  selama 1 – 2 jam. Aktifasi fisika, yaitu proses menggunakan gas aktifasi misalnya uap air atau  $\text{CO}_2$  yang dialirkan pada arang hasil karbonisasi. Proses ini biasanya berlangsung pada temperatur  $800 - 11000^\circ\text{C}$ . Karbon aktif bersifat sangat aktif dan akan menyerap apa saja yang kontak dengan karbon tersebut. Karbon Aktif digunakan untuk menjernihkan air, pemurnian gas, industri minuman, farmasi, katalisator, dan berbagai macam penggunaan lain. Selain di bidang pengolahan air, karbon aktif dapat digunakan di berbagai industri seperti pengolahan tambang emas dengan berbagai ukuran mesh maupun iodine *number*. Juga digunakan

untuk dinding partisi, penyegar kulkas, vas bunga, dan ornamen meja. Di balik legamnya, barang gosong itu ternyata sangat kaya manfaat. Karbon aktif dapat digunakan sebagai bahan pemucat, penyerap gas, penyerap logam, menghilangkan polutan mikro misalnya zat *organic* maupun anorganik, detergen, bau, senyawa phenol dan lain sebagainya. Pada saringan arang aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses penyerapan zat - zat yang akan dihilangkan oleh permukaan arang aktif, termasuk  $\text{CaCO}_3$  yang menyebabkan kesadahan.

Apabila seluruh permukaan arang aktif sudah jenuh, atau sudah tidak mampu lagi menyerap maka kualitas air yang disaring sudah tidak baik lagi, sehingga arang aktif harus diganti dengan arang aktif yang baru. Untuk mengurangi kesadahan (*Hardness*) pada air dapat digunakan filtrasi (penyaringan) dengan media karbon aktif yang memiliki sifat kimia dan fisika, di antaranya mampu menyerap zat organik maupun anorganik, dapat berlaku sebagai penukar kation, dan sebagai katalis untuk berbagai reaksi. Karbon aktif adalah sejenis adsorbent (penyerap), berwarna hitam, berbentuk granule, bulat, pellet ataupun bubuk. Jenis karbon aktif tempurung kelapa ini sering digunakan dalam proses penyerap rasa dan bau dari air, dan juga penghilang senyawa-senyawa organik dalam air. Air sadah adalah air yang mengandung ion Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg). Ion-ion ini terdapat dalam air dalam bentuk sulfat, klorida, dan hidrogenkarbonat. Kesadahan air alam biasanya disebabkan garam karbonat atau garam asamnya. Kesadahan merupakan petunjuk kemampuan air untuk membentuk busa apabila dicampur dengan sabun. Pada air berkesadahan rendah, air dapat membentuk busa apabila dicampur dengan sabun, sedangkan air yang berkesadahan tinggi tidak akan membentuk busa.

Kesadahan atau *Hardness* adalah salah satu sifat kimia yang dimiliki oleh air. Penyebab air menjadi sadah adalah karena adanya ion-ion  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ . Atau dapat juga disebabkan karena adanya ion-ion lain dari polyvalent metal (logam bervalensi banyak) seperti Al, Fe, Mn, Sr dan Zn dalam bentuk garam sulfat, klorida dan bikarbonat dalam jumlah kecil. Dewasa ini, penyerapan dengan menggunakan karbon aktif berkembang luas diantaranya dalam proses sianidasi pada skala industri pertambangan besar maupun pertambangan rakyat di

Indonesia, khususnya pengolahan emas. Konsentrasi emas dalam ore sangat menentukan hasil produksi. Hasil tambang sangat bervariasi, ada yang berupa pasir, batu keras ( kuarsa ), batu lunak ( *domato* ), lempung ( *clay* ), dan lumpur. Untuk Pengolahan Emas Karbon aktif yang dipergunakan dapat berasal dari arang batok kelapa, maupun arang kayu atau batu bara. Yang paling banyak dipakai adalah karbon aktif granular dari arang batok kelapa. Dengan pengolahan tertentu yaitu proses aktivasi seperti perlakuan dengan tekanan dan suhu tinggi, dapat diperoleh karbon aktif yang memiliki permukaan dalam yang luas. Untuk kualitas baik, setiap kg karbon aktif memiliki daya adsorpsi emas hingga 8 - 16 gram, namun kualitas karbon aktif yang tersedia dipasaran rata-rata hanya mampu mengadsorpsi berkisar 2 - 5 gram emas untuk setiap kg. Adsorpsi kompleks emas (khususnya ion *disianoaurat*) pada karbon aktif merupakan dasar dari teknik modern untuk proses ekstraksi emas.

Proses ini sangat efektif dan telah menjadi faktor utama dalam memperbaiki produktifitas industri tambang emas selama 25 tahun terakhir. Proses Sianida yang didasarkan pada *recovery* melalui adsorpsi karbon aktif dari larutan *leach* yang mengandung emas *low-grade* (konsentrasi) telah dikembangkan sejak 1970 dan sampai sekarang 85% *recovery* emas telah dilengkapi dengan teknik ini. Tiga proses berbeda yang telah dikembangkan didasarkan pada teknik pelindian dalam ekstraksi padat-cair dan sifat-sifat kimia serta fisika dari bijih. Yaitu: CIP (*Carbon in Pulp*), CIL (*Carbon in Leach*), dan CIC (*Carbon in Column* atau *Carbon in Clear Solution*). Proses CIP digunakan dalam proses pelindian terdiri dari waktu pengadukan yang lama dan penambahan karbon aktif dengan ukuran 1-3 mm (mesh 8-25) terhadap bubur (padatan dan cairan) setelah selesai proses pelindian. Dengan cara ini, emas yang terkandung pada fase cair akan teradsorpsi pada permukaan karbon aktif. Proses CIL diterapkan jika pelindian dilakukan dengan pengadukan dalam waktu yang singkat (kurang dari 10 jam) dan jika emas pada fase cair diadsorpsi lagi ke permukaan fase padat residu melalui efek material berkarbonasi atau mineral lempung pada bijih. Proses ini lebih ekonomis karena pelarutan dan adsorpsi dilakukan pada tangki yang sama secara serempak dengan penambahan karbon

aktif selama pelindian. Proses ketiga adalah (CIC) digunakan dalam ekstraksi padat-cair dimana residu padatan dan larutan *leaching* diperoleh secara terpisah misalnya *heap leaching*. Larutan hasil pelindian dilewati melalui kolom adsorpsi yang mengandung karbon aktif untuk mendapatkan logam emasnya.(wulan,2012).