

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Air**

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri. Kehilangan air untuk 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian yang diakibatkan oleh dehidrasi. Karenanya orang dewasa perlu meminum minimal sebanyak 1,5 – 2 liter air sehari untuk keseimbangan dalam tubuh dan membantu proses metabolisme (Slamet, 2007 ). Di dalam tubuh manusia, air diperlukan untuk transportasi zat – zat makanan dalam bentuk larutan dan melarutkan berbagai jenis zat yang diperlukan tubuh. Misalnya untuk melarutkan oksigen sebelum memasuki pembuluh-pembuluh darah yang ada disekitar alveoli (Mulia, 2005)

### **2.2 Sumber Air**

Sumber air di alam terdiri atas air laut, air atmosfer (air meteorologik), air permukaan, air tanah, dan mata air (Sutrisno, 2004)..

#### **1. Air Laut**

Jumlah air yang terdapat di bumi ini cukup banyak, persentasenya mencapai 71 % dari luas permukaan bumi. Dari sejumlah itu permukaan bumi sebagian besar ditutupi oleh air laut, yaitu sekitar dua-per-tiga (70 %) permukaan bumi. Luas keseluruhan wilayah laut yang menutupi bumi adalah  $3,61 \times 10^8$  km<sup>2</sup>, dengan kedalaman rata-rata 3800 m. Jadi air laut merupakan 97 % dari jumlah air yang ada di bumi dan bagian terbesarnya terdapat di belahan bumi Selatan (ROSS, 1970).

Air laut mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam 3%. NaCl dalam air laut tidak memenuhi syarat untuk air minum.

#### **2. Air Atmosfir, Air Meteorologik**

Air atmosfer jatuh ke bumi dalam bentuk air hujan. Air hujan mengandung banyak kotoran. Selain itu air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi atau karatan. Air hujan mempunyai sifat sadah.

Dalam kehidupan sehari-hari air ini dikenal sebagai air hujan. Dapat terjadi pengotoran dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran – kotoran industri/debu dan lain sebagainya tetapi dalam keadaan murni sangat bersih,

Sehingga untuk menjadikan air hujan sebagai sumber air minum hendaknya tidak menampung air hujan pada saat hujan baru turun, karena masih mengandung banyak kotoran. Selain itu air hujan memiliki sifat agresif terutama terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak reservoir, sehingga hal ini akan mempercepat terjadinya korosi (karatan). Disamping itu air hujan ini mempunyai sifat lunak sehingga akan boros terhadap pemakaian sabun.

### 3. Air Permukaan

Menurut Chandra (2006) dalam buku Pengantar Kesehatan Lingkungan, air permukaan merupakan salah satu sumber penting bahan baku air bersih. Air permukaan seringkali merupakan sumber air yang paling tercemar, baik karena kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat-zat lainnya. Air permukaan meliputi:

- a. Air Sungai
- b. Air Rawa

### 4. Air Tanah

Menurut Chandra (2006) dalam buku Pengantar Kesehatan lingkungan , air tanah merupakan sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi dan menyerap ke dalam lapisan tanah dan menjadi air tanah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan akan menembus beberapa lapisan tanah dan menyebabkan terjadinya kesadahan pada air.

- a. Air Tanah Dangkal
- b. Air Tanah Dalam
- c. Mata Air

Air tanah terbagi atas air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah

dangkal, terjadi karena adanya daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Air dangkal ini ditinjau dari segi kualitas baik, segi kuantitas kurang dan tergantung pada musim. Air tanah dalam, terdapat setelah lapis rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal karena harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamannya sehingga dalam suatu kedalaman biasanya antara 100-300 m<sup>2</sup>.

Mata air merupakan air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitas/ kuantitasnya sama dengan keadaan air dalam.

## **2.3 Air Bersih**

### **2.3.1 Pengertian**

Air bersih adalah salah satu jenis sumber daya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas mereka sehari-hari termasuk diantaranya adalah sanitasi. Untuk konsumsi air minum menurut departemen kesehatan, syarat-syarat air minum adalah tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak mengandung logam berat (Rezky, 2015).

Air dari sumber alam dapat diminum oleh manusia, terdapat risiko bahwa air ini telah tercemar oleh bakteri (misalnya *Escherichia coli*) atau zat-zat berbahaya. Walaupun bakteri dapat dibunuh dengan memasak air hingga 100 °C, banyak zat berbahaya, terutama logam, tidak dapat dihilangkan dengan cara ini (Elison, 2013).

### **2.3.2 Standar Air Bersih**

Ketentuan pemerintah dalam penetapan standar air bersih dan air minum dimuat dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang kualitas air bersih dan air minum. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan ketentuan Permenkes no.492/MENKES/PES/IV/2010 Air dianggap layak minum bagi kesehatan

apabila memenuhi syarat fisik, mikrobiologis, kimia dan radioaktif (Randang, 2014).

1. Syarat Fisik : Air harus jernih, tidak berwarna, tidak berbau, rasanya alami
2. Syarat Mikrobiologis : Tidak mengandung bakteri *E Coli* dan *Coliform*
3. Syarat Kimia : Bebas zat kimia beracun, logam berat, pestisida dan radioaktif.
4. *Total Disolved Solid* (TDS/ jumlah padatan logam yang telarut dalam air) < 30 ppm. Satuan ukurannya dikenal dengan ppm
5. Tubuh kita memang memerlukan mineral tetapi mineral yang masuk ke dalam tubuh tidak boleh melampaui batas yaitu batas yang dapat ditolerir oleh tubuh. Lebih dari itu akan mengakibatkan kerusakan atau sakit.
6. pH *balance* antara 6,5 - 8,5

Tabel 2.1 Persyaratan Air Minum dan Air Bersih

Parameter	Satuan	Persyaratan air minum		Persyaratan air bersih	
		Maks	Ket	Maks	Ket
Bau	–	–	Tidak berbau	–	Tidak berbau
TDS	mg/L	1.000		1.500	
Kekeruhan	NTU	5		25	
Rasa	–	–	Tidak berasa	–	Tidak berasa
Suhu	°C	±3°C S.U.		±3°C S.U.	
Warna	TCU	15		50	
Aluminium	mg/L	0,2		–	
Besi	mg/L	0,3		1,0	
Fluorida	mg/L	1,5		1,5	
Kesadahan	mg/L	500		500	
Klorida	mg/L	250		600	
Mangan	mg/L	0,1		0,5	
Natrium	mg/L	200		200	
Nitrit, sebagai N	mg/L	1,0		1,0	
Perak	mg/L	0,05		0,05	
pH		6,5-8,5	max dan min	6,5-9,0	max dan min
Seng	mg/L	5,0		15	
Sianida	mg/L	0,1		0,1	
Sulfat	mg/L	400		400	
Sulfida sebagai H <sub>2</sub> S	mg/L	0,05		–	
Tembaga	mg/L	1,0		–	
Timbal	mg/L	0,05		0,05	

Sumber : Permenkes, 1990

### 2.3.3 Syarat Air Bersih

Pemenuhan kebutuhan akan air bersih harus memenuhi dua syarat yaitu kuantitas dan kualitas (Depkes RI, 2005).

#### 1. Syarat Kuantitas

Kebutuhan masyarakat terhadap air bervariasi dan bergantung pada keadaan iklim, standar kehidupan, dan kebiasaan masyarakat ( Chandra, 2006). Konsumsi air bersih di perkotaan Indonesia berdasarkan keperluan rumah tangga, diperkirakan sebanyak 138,5 liter/orang/hari (Slamet, 2007).

#### 2. Syarat Kualitas

Syarat kualitas meliputi parameter fisik, kimia, radioaktivitas, dan mikrobiologis yang memenuhi syarat kesehatan menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air (Slamet, 2007).

##### a. Parameter Fisik

Air yang memenuhi persyaratan fisik adalah air yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tidak keruh atau jernih, dan dengan suhu sebaiknya dibawah suhu udara sedemikian rupa sehingga menimbulkan rasa nyaman, dan jumlah zat padat terlarut (TDS) yang rendah.

##### b. Bau

Air yang berbau selain tidak estetik juga tidak akan disukai oleh masyarakat. Bau air dapat memberi petunjuk akan kualitas air.

##### c. Rasa

Air yang bersih biasanya tidak memberi rasa/tawar. Air yang tidak tawar dapat menunjukkan kehadiran berbagai zat yang dapat membahayakan kesehatan.

##### d. Warna

Air sebaiknya tidak berwarna untuk alasan estetik dan untuk mencegah keracunan dari berbagai zat kimia maupun mikroorganisme yang berwarna. Warna dapat disebabkan adanya tannin dan asam humat yang terdapat secara alamiah di air rawa, berwarna kuning muda, menyerupai urin, oleh karenanya orang tidak mau menggunakannya. Selain itu, zat organik ini bila terkena klor

dapat membentuk senyawa-senyawa khloroform yang beracun. Warna pun dapat berasal dari buangan industri.

e. Kekeruhan

Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal dari lapuk batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Buangan industri dapat juga merupakan sumber kekeruhan.

f. Suhu

Suhu air sebaiknya sejuk atau tidak panas terutama agar tidak terjadi pelarutan zat kimia yang ada pada saluran/pipa yang dapat membahayakan kesehatan, menghambat reaksi-reaksi biokimia didalam saluran/pipa, mikroorganisme patogen tidak mudah berkembang biak, dan bila diminum air dapat menghilangkan dahaga.

g. Jumlah Zat Padat Terlarut

Jumlah zat padat terlarut (TDS) biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut. Bila TDS bertambah maka kesadahan akan naik pula. Selanjutnya, efek TDS ataupun kesadahan terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut.

h. Parameter Mikrobiologis

Sumber- sumber air di alam pada umumnya mengandung bakteri. Jumlah dan jenis bakteri berbeda sesuai dengan tempat dan kondisi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari harus bebas dari bakteri patogen. Bakteri golongan coli tidak merupakan bakteri golongan patogen, namun bakteri ini merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri patogen.

i. Parameter Radioaktivitas

Dari segi parameter radioaktivitas, apapun bentuk radioaktivitas efeknya adalah sama, yakni menimbulkan kerusakan pada sel yang terpapar. Kerusakan dapat berupa kematian, dan perubahan komposisi genetik. Kematian sel dapat diganti kembali apabila sel dapat beregenerasi dan apabila tidak seluruh sel

mati. Perubahan genetik dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker dan mutasi.

#### j. Parameter Kimia

Dari segi parameter kimia, air yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain air raksa (Hg), aluminium (Al), arsen (As), barium (Ba), besi (Fe), flourida (F), tembaga (Cu), derajat keasaman (pH), dan zat kimia lainnya. Kandungan zat kimia dalam air bersih yang digunakan sehari-hari hendaknya tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan seperti tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416/Menkes/Per/IX/1990. Penggunaan air yang mengandung bahan kimia beracun dan zat-zat kimia yang melebihi ambang batas berakibat tidak baik bagi kesehatan dan material yang digunakan manusia, contohnya antara lain sebagai berikut :

##### a. pH

Air sebaiknya tidak asam dan tidak basa (netral) untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan distribusi air. pH yang dianjurkan untuk air bersih adalah 6,5 – 9.

##### b. Besi (Fe)

Kadar besi (Fe) yang melebihi ambang batas (1,0 mg/l) menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru dan menimbulkan rasa, warna (kuning), pengendapan pada dinding pipa, pertumbuhan bakteri besi, dan kekeruhan.

##### c. Klorida

Klorida adalah senyawa halogen klor (Cl). Dalam jumlah banyak, klor (Cl) akan menimbulkan rasa asin, korosi pada pipa sistem penyediaan air panas. Sebagai desinfektan, residu klor (Cl) di dalam penyediaan air sengaja dipelihara, tetapi klor (Cl) ini dapat terikat pada senyawa organik dan membentuk halogenhidrokarbon (Cl-HC) banyak diantaranya dikenal sebagai senyawa-senyawa karsinogenik. Kadar maksimum klorida yang diperbolehkan dalam air bersih adalah 600 mg/l.

##### d. Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) sebetulnya diperlukan bagi perkembangan tubuh manusia. Tetapi, dalam dosis tinggi dapat menyebabkan gejala GI, SSP,



ginjal, hati; muntaber, pusing kepala, lemah, anemia, kramp, konvulsi, *shock*, koma dan dapat meninggal. Dalam dosis rendah menimbulkan rasa kesat, warna, dan korosi pada pipa, sambungan, dan peralatan dapur.

e. Mangan (Mn)

Mangan (Mn) adalah metal kelabu-kemerahan. Keracunan seringkali bersifat khronis sebagai akibat inhalasi debu dan uap logam. Gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf: insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng (*mask*). Bila pemaparan berlanjut maka bicaranya melambat dan monoton, terjadi *hyperrefleksi*, *clonus* pada *patella* dan tumit, dan berjalan seperti penderita *parkinsonism*.

f. Seng (Zn)

Di dalam air minum akan menimbulkan rasa kesat dan dapat menyebabkan gejala muntaber. Seng (Zn) menyebabkan warna air menjadi *opalescent* dan bila dimasak akan timbul endapan seperti pasir. Kadar maksimum seng (Zn) yang diperbolehkan dalam air bersih adalah 15 mg/l.

## 2.4 Air Alkali

Air minum sehat yaitu air minum yang dipercaya mampu membugarkan tubuh setelah beraktivitas dan menyehatkan serta dapat mencegah penyakit timbul. (Brenda, 2015). Dewasa ini Air alkali seringkali diklaim sebagai air yang sangat menyehatkan. Perbedaan dari air alkali dengan air minum yang biasa dikonsumsi sehari-hari adalah kandungan mineral yang terdapat di dalamnya sehingga membuatnya bersifat basa. Air minum biasanya memiliki kandungan pH mendekati angka 7. Sedangkan, air alkali memiliki pH di angka 8 atau 9 yang bersifat basa.

Air alkali sendiri dapat diperoleh secara alami ataupun buatan. Air alkali alami dipercaya diambil langsung dari alam, terutama dari air pegunungan. Air yang mengalir dari mata air pegunungan membawa turut serta mineral dari batubatuan yang dilewati, seperti kalsium, dan silica. Air alkali buatan diproses dengan sebuah mesin yang melalui sebuah proses kimia bernama elektrolisis. Proses tersebut menggunakan sebuah mesin bernama *ionizer*, yang berfungsi untuk

meningkatkan pH air biasa. Aliran listrik dari mesin tersebut akan memisahkan molekul asam dan basa di dalam air, dan kemudian membuang kandungan asam tersebut. (Putri, 2017).

#### 2.4.1 Parameter Air Alkali

Parameter air alkali tidak jauh berbeda dengan air minum biasa seperti sifat fisika air antara warna, bau, TDS, kekeruhan, dan lainnya. Hanya saja ada beberapa parameter khusus sehingga dikatakan sebagai air sehat antara lain :

##### 1. pH

Menurut Buck *et al.* (2002), definisi dari pH adalah kuantitas dari ion tunggal berupa aktivitas dari ion hidrogen, yang tak terukur dengan metode termodinamika yang valid dan memerlukan konversi untuk analisisnya. Dimana dalam mengekspresikan keasaman dan kebasaan memiliki rentang 0 hingga 14. Larutan asam memiliki pH dibawah dari 7.0 dan larutan basa memiliki pH diatas 7.0. Dan air alkali merupakan air yang menunjukkan adanya pH yang tinggi dibandingkan air keran (Mistica *et al.*, 2012).

Sebagai informasi, pH air yang sehat untuk diminum harus berkisar antara 8,5 – 11,5. pH tinggi pada air minum dapat membuat pH darah juga menjadi alkali atau basa, yang diyakini bisa membuat tubuh lebih sehat.

##### 2. Alkalinitas

Menurut Clair N Sawyer, alkalinitas air adalah ukuran kapasitas untuk menetralkan asam. Alkalinitas air alami disebabkan oleh garam asam lemah meskipun basa lemah atau basa kuat juga dapat berkontribusi. Terdapat tiga hal yang mempengaruhi nilai pH sebagai titiuk ukur alkalinitas yaitu hidroksida, karbonat, dan bicarbonat.

##### 3. Microcluster

Molekul air datang dalam kelompok bukan molekul tunggal. Air keran yang berada di bawah tekanan memiliki kelompok 12-14 molekul yang sangat besar. Proses ionisasi memecah ikatan listrik molekul air dan merestrukturisasi air menjadi sekitar 5-6 molekul per kluster. Ukuran kluster yang lebih kecil ini berarti bahwa air dapat lebih mudah diserap ke dalam sel, sehingga memberikan hidrasi yang unggul bagi tubuh dan

membantu melarutkan dan membuang limbah padat asam dan racun yang telah menumpuk di dalam tubuh.

#### 4. Antioksidant

Antioksidant merupakan molekul yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi molekul lain. Oksidasi adalah reaksi kimia yang dapat menghasilkan radikal bebas, sehingga memicu reaksi berantai yang dapat merusak sel. Antioksidan seperti tiol atau asam askorbat (vitamin C) mengakhiri reaksi berantai ini. Antioksidan juga sesuai didefinisikan sebagai senyawa-senyawa yang melindungi sel dari efek berbahaya radikal bebas oksigen reaktif jika berkaitan dengan penyakit, radikal bebas ini dapat berasal dari metabolisme tubuh maupun faktor eksternal lainnya. Antioksidan alami biasanya lebih diminati, karena tingkat keamanan yang lebih baik dan manfaatnya yang lebih luas dibidang makanan, kesehatan dan kosmetik. Antioksidan alami dapat ditemukan pada sayuran, buah-buahan, dan tumbuhan berkayu. Berdasarkan asalnya, antioksidan terdiri atas antioksidan yang berasal dari dalam tubuh (endogen) dan dari luar tubuh (eksogen). Adakalanya sistem antioksidan endogen tidak cukup mampu mengatasi stres oksidatif yang berlebihan. Stres oksidatif merupakan keadaan saat mekanisme antioksidan tidak cukup untuk memecah spesi oksigen reaktif. Oleh karena itu, diperlukan antioksidan dari luar (eksogen) untuk mengatasinya.

#### 2.4.2 Manfaat Air Alkali

Air asam tidak cocok sebagai konsumsi manusia, namun cukup bermanfaat untuk perawatan dan kebersihan tubuh. Di lain sisi, air basa sangat memungkinkan untuk diminum dan direkomendasikan untuk mengatasi masalah *gastro-intestinal*, hipertensi, diabetes, kanker (Henry dan Chambron, 2013).

Manfaat dari Air Alkali antara lain:

- a. Memperlancar Sistem Pencernaan Mengonsumsi air alkali dalam hal ini dengan ukuran pH 8,5-9 dalam jumlah cukup setiap hari akan memperlancar sistem pencernaan sehingga akan terhindari dari masalah-masalah pencernaan seperti maag ataupun sembelit. Pembakaran kalori juga akan

berjalan efisien. (Sumber: PT Enagic Indonesia)

- b. Air Alkali membantu memperlambat tumbuhnya zat-zat penyebab kanker. Air dengan  $\text{pH} > 8,5$  mencegah penyakit batu ginjal dan hati. Minum air alkali akan membuat tubuh lebih berenergi. (Sumber: PT Enagic Indonesia)
- c. Perawatan Kecantikan
 

Bila kurang minum air alkali, tubuh akan menyerap kandungan air dalam kulit sehingga kulit menjadi kering dan berkerut. Selain itu, air alkali dapat melindungi kulit dari luar, sekaligus melembabkan dan menyehatkan kulit. Untuk menjaga kecantikan pun, kebersihan tubuh pun harus benar-benar diperhatikan, ditambah lagi minum air putih 8–10 gelas sehat.

(sumber: PT Enagic Indonesia)
- e. Menyehatkan Jantung
 

Airalkali juga diyakini dapat ikut menyembuhkan penyakit jantung, rematik, kerusakan kulit, penyakit saluran napas, usus, dan penyakit kewanitaan. Bahkan saat ini cukup banyak pengobatan alternatif yang memanfaatkan kemanjuran air putih dengan  $\text{pH} > 7$ .

(sumber: PT Enagic Indonesia)
- g. Efek Relaksasi
 

Air alkali mengandung ion negatif bisa meredakan rasa sakit, menetralkan racun, memerangi penyakit,serta membantu menyerap dan memanfaatkan oksigen. Ion negatif dalam aliran darah akan mempercepat pengiriman oksigen ke dalam sel dan jaringan. Bukan itu saja jika mengalami ketegangan otot dapat dilegakan dengan mandi air hangat bersuhu sekitar 37 derajat C. Selagi kaki terasa pegal maka sering dianjurkan untuk merendam kaki dengan air hangat dicampur sedikit garam. (sumber: [www.enagic.com](http://www.enagic.com))
- i. Tubuh Lebih Bugar
 

Khasiat air alkali tak hanya untuk membersihkan tubuh saja tapi juga sebagai zat yang sangat diperlukan tubuh. Tubuh mungkin lebih dapat bertahan kekurangan makan beberapa hari ketimbang kurang air. Sebab, air merupakan bagian terbesar dalam komposisi tubuh manusia. (sumber: [www.enagic.com](http://www.enagic.com))
- j. Menyeimbangkan tubuh .
 

Jumlah air yang menurun dalam tubuh, fungsi organ-organ tubuh juga akan

menurun dan lebih mudah terganggu oleh bakteri, virus. Namun, tubuh manusia mempunyai mekanisme dalam mempertahankan keseimbangan asupan air yang masuk dan yang dikeluarkan. Rasa haus pada setiap orang merupakan mekanisme normal dalam mempertahankan asupan air dalam tubuh. Air yang dibutuhkan tubuh kira-kira 2-2,5 liter (8 – 10 gelas) per hari. Jumlah kebutuhan air ini sudah termasuk asupan air dari makanan (seperti dari kuah sup, soto), minuman seperti susu, teh, kopi, sirup.

## **2.5 Filtrasi**

### **2.5.1 Pengertian Filtrasi**

Filtrasi adalah Proses pemisahan solid-liquid dengan cara melewatkan liquid melalui media berpori atau bahan – bahan berpori untuk menyisahkan atau menghilangkan sebanyak–banyaknya butiran–butiran halus zat padat tersuspensi dari liquid.

Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan ada 4 ( empat ) yaitu :

1. Kualitas air baku, semakin baik kualitas air baku yang diolah maka akan baik pula hasil penyaringan yang diperoleh.
2. Suhu, Suhu yang baik yaitu antara 20-30 oC, temperatur akan mempengaruhi kecepatan reaksi-reaksi kimia.
3. Kecepatan Penyaringan, Pemisahan bahan-bahan tersuspensi dengan penyaringan tidak dipengaruhi oleh kecepatan penyaringan. Berbagai hasil penelitian menyatakan bahwa kecepatan penyaringan tidak mempengaruhi terhadap kualitas effluent. Kecepatan penyaringan lebih banyak terhadap masa operasi saringan.
4. Diameter butiran, secara umum kualitas effluent yang dihasilkan akan lebih baik bila lapisan saringan pasir terdiri dari butiran-butiran halus. Jika diameter butiran yang di gunakan kecil maka yang terbentuk juga kecil. Hal ini akan meningkatkan efisiensi penyaringan.

### **2.5.2 Fungsi Alat filtrasi :**

1. Proses pemisahan zat padat atau zat padat halus, baik yang tersuspensi maupun koloid dari fluida dengan menggunakan media berpori.

2. Removal terhadap zat padat, kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan.

### 2.5.3 Nanofiltration Membrane

Teknologi nanofiltrasi telah berkembang sejak awal pertama pada akhir 1980-an. Jurnal utama yang melaporkan artikel tentang nanofiltrasi adalah *Journal of Membrane Science*, *Desalinasi dan Separation and Purification Technology*, meskipun artikelnya telah tersebar di 139 jurnal selanjutnya. Tidak mengherankan, topik utama yang menarik adalah pengolahan air. Meskipun ada banyak teknologi, nanofiltrasi (NF) telah dipilih untuk mengubah air menjadi air yang sehat karena kelebihan yang unik yaitu mempertahankan TDS optimal (dengan mineral esensial diperlukan untuk tubuh manusia), mengkonsumsi energi yang lebih rendah, dan tidak menggunakan bahan kimia apa pun.

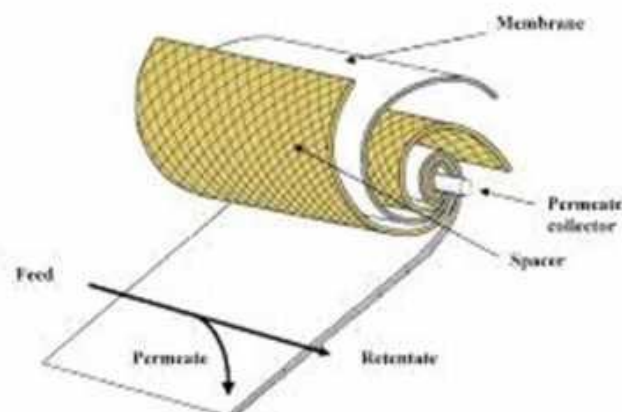
Membran memiliki arti sebagai lapisan tipis yang berada diantara dua fasa yang berfungsi sebagai pemisah yang selektif. Pemisahan dengan membran didasarkan pada perbedaan koefisien difusi, perbedaan potensial listrik, perbedaan tekanan, dan perbedaan konsentrasi. Teknologi membran yang telah banyak digunakan dan dikenal secara luas dalam pengolahan air saat ini adalah mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nanofiltrasi dan reverse osmosis. Keempat membran tersebut dioperasikan dengan perbedaan tekanan sebagai daya dorong.

Nanofiltrasi adalah proses filtrasi membran yang relatif baru yang seringkali digunakan dengan air dengan jumlah total padatan terlarut sedikit dengan tujuan untuk softening (penghilangan kation polivalen) dan penghilangan produk samping desinfektan seperti zat organik alam dan sintetik. Nanofiltrasi merupakan salah satu membran yang menggunakan tekanan sebagai daya dorong (driving force) sebagai prinsip kerjanya. Berdasarkan tipe, membran nanofiltrasi memiliki struktur asimetrik yang terdiri dari lapisan kulit membran tipis (0,005-0,3  $\mu\text{m}$ ) yang melapisi sublayer (100-300  $\mu\text{m}$ ) yang menyediakan support berpori. (Sri, 2015)

Nanofiltrasi memiliki ukuran pori sekitar 1-5 nm. Proses membran Nanofiltrasi dapat menghilangkan padatan tersuspensi, bahan organik alami, bakteri, virus, garam dan ion divalen yang terkandung dalam air. Nanofiltrasi beroperasi pada tekanan yang lebih rendah dari reverse osmosis, antara 50-150 psi. (Sri, 2015)

Nanofiltrasi memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah tekanan operasi rendah, flux tinggi, retensi multivalent garam anion tinggi, biaya investasi, operasi dan perbaikannya relatif rendah. Pada tahun 1970-an, teknologi membran nanofiltrasi banyak digunakan dalam pengolahan air. Desain membrane nanofiltrasi yang digunakan dalam memproduksi air minum berupa modul spiral-wound. (Sri, 2015)

Membran nanofiltrasi digunakan dalam area yang luas diantaranya adalah sebagai pengolahan air minum, pengolahan air limbah dan juga banyak diterapkan pada berbagai aplikasi di industri. Dalam pengolahan air, proses membran nanofiltrasi digunakan untuk menghilangkan warna, *hardness*, pestisida dan nitrat. Sumber air yang dapat diolah adalah air tanah, air permukaan, air asin (air laut) dan air limbah. Tujuan dari pengolahan air tersebut adalah untuk air minum, air sanitasi dan air proses untuk kebutuhan industri. Sebagai syarat untuk dijadikan air minum. (Sri, 2015)



Sumber: Sri Suminar Dewi, 2015

Gambar 2.1 Membrane *Spiral-wound*



Sumber: trandelindia.com  
Gambar 2.2 *Nanofiltration Membrane*

## 2.6 Hukum Faraday

### 2.6.1 Hukum Faraday I

“massa zat yang dihasilkan atau melarut selama elektrolisis (G) berbanding lurus dengan jumlah muatan listrik yang melalui sel elektrolisis (Q).”

$$G \sim Q$$

G = massa zat yang dibebaskan atau melarut

Q = jumlah muatan listrik yang digunakan

Pengukuran jumlah listrik dalam prakteknya dapat dilakukan dengan bantuan instrumen berupa amperemeter dan pencatat waktu. Jumlah listrik yang digunakan dalam elektrolisis merupakan hasil kali kuat arus (ampere) dengan waktu (detik) atau dapat ditulis:

$$Q = i \times t$$

### 2.6.2 Hukum Faraday II

“massa zat yang dihasilkan berbanding lurus dengan massa ekuivalennya untuk jumlah listrik yang sama. Massa ekuivalen adalah massa atom relatif dibagi dengan muatan ion logam.

$$G \sim ME \quad ME = \text{massa ekivalen}$$

Dua hukum Faraday listrik akan menghasilkan  $G = i \times t \times ME$



Jika jumlah listrik yang sama dialirkan ke dalam dua atau lebih sel elektrolisis yang berbeda maka perbandingan massa zat yang dibebaskan sama dengan perbandingan masaa ekivalennya.

$$GI : GII : GIII = MEI \text{ MEII} : MEIII$$

## 2.7 Penggunaan Elektrolisis

Sel elektrolisis banyak digunakan dalam industri dapat dibagi dalam tiga bidang, yaitu produksi zat atau bahan, pemurnian logam, dan penyepuhan logam.

### 1. Produksi Zat atau Bahan

Bahan kimia yang digunakan dalam industri, kehidupan sehari-hari, dan laboratorium banyak dihasilkan melalui proses elektrolisis. Misalnya, gas klorin, gas fluorin, logam golongan IA, logam aluminium, logam magnesium, natrium hidroksida, dan natrium hipoklorit.

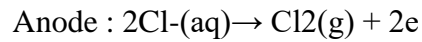
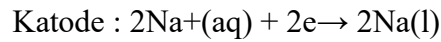
Beberapa proses elektrolisis digunakan untuk memproduksi zat yang sangat penting dalam industri kimia dasar, industri klorin, dan natrium hidroksida yang dibuat dari elektrolisis larutan natrium klorida. Proses ini disebut proses klor-alkali. Elektrolisis larutan NaCl tersebut menghasilkan NaOH di katode dan gas klorin di Anoda :  $2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{NaCl}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{NaOH}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  Ruang katode dan anode harus dipisahkan agar Cl<sub>2</sub> yang terbentuk di anode tidak bereaksi dengan NaOH yang terbentuk di katode selama proses elektrolisis. Pemisahan kedua elektrode ini melahirkan sel-sel berikut ini :

#### a. Sel Diafragma

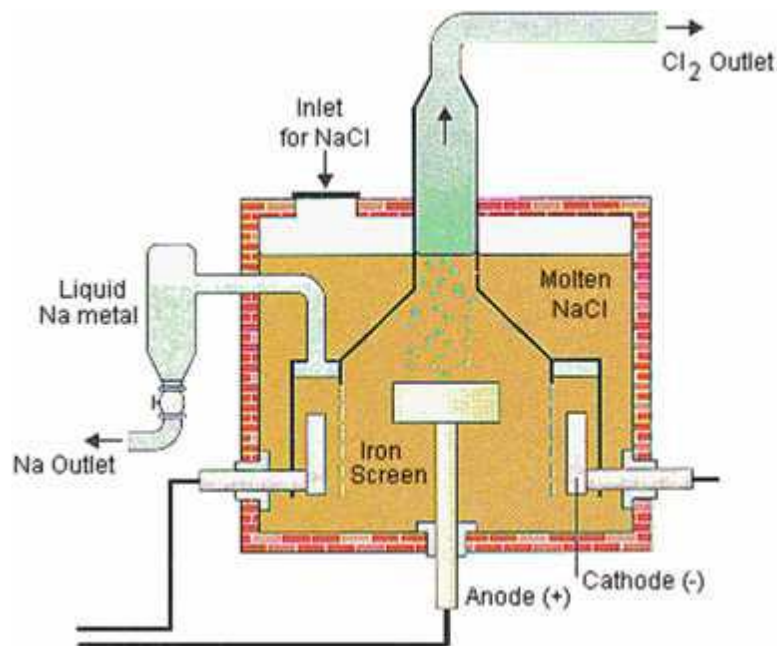
Ruang anode dan katode pada sel ioni dipisahkan dengan menggunakan asbes agar dapat dilalui oleh ion-ion dan dapat menahan terjadinya pencampuran larutan. Kawat besi digunakan sebagai katode, sedangkan elektrode inert (grafit) digunakan sebagai anode. Sel ini menghasilkan larutan yang mengandung 10 - 12% NaOH yang tercampur dengan 14 – 16% NaCl di ruang katode. Proses penguapan dilakukan untuk memperoleh NaOH yang lebih pekat. Kemudian, NaCL dipisahkan.

#### b. Sel Down

Sel down menggunakan grafit sebagai anode dan besi sebagai katode dengan elektrolit lelehan NaCl. Reaksi yang terjadi dalam sel ini sebagai berikut,



Logam natrium yang terbentuk dalam keadaan cair dikeluarkan dari sel, sedangkan gas klorin yang terbentuk dikeluarkan melalui tempat yang terpisah sehingga kedua hasilnya terpisah seperti pada Gambar berikut ini



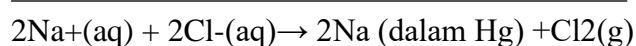
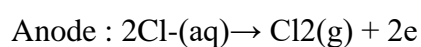
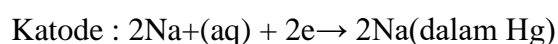
Sumber : Sri Sumarni, 2015

Gambar 2.3 Sel Down elektrolisis lelehan NaCl

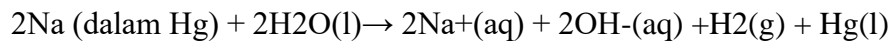
### c. Sel Merkuri

Sel merkuri menghasilkan NaOH dengan kemurnian tinggi yang biasanya digunakan untuk pembuatan rayon. Raksa (Hg) yang mengalir sepanjang dasar tangki digunakan sebagai katode, sedangkan grafit yang tercelup dalam larutan NaCl digunakan sebagai anode.

Reaksi yang terjadi dalam sel sebagai berikut:



Setelah Na dalam Hg (Na-amalgam) dikeluarkan dari sel, kemudian ditambahkan air maka akan terbentuk reaksi



Berdasarkan persamaan reaksi dapat dilihat bahwa sel ini selain menghasilkan NaOH dengan kemurnian tinggi, diperoleh juga hasil yang lain, seperti gas Cl<sub>2</sub> dan gas H<sub>2</sub>. Raksa cair yang diperoleh akan diambil kembali untuk proses elektrolisis selanjutnya.

## 2.8 Teori Akumulasi

### a. Proses batch

Proses batch. Umpan dibebankan (dimasukkan) ke dalam kapal di awal proses dan isi kapal dihapus beberapa saat kemudian. Tidak ada massa yang melewati batas sistem antara waktu pengisian daya dan waktu produk dihilangkan. Contoh: Secara cepat menambahkan reaktan ke tangki dan menghapus produk dan reaktan yang tidak dikonsumsi beberapa saat kemudian ketika sistem telah mencapai kesetimbangan.

### b. Proses berkelanjutan.

Input dan output mengalir terus menerus selama durasi proses. Contoh: Pompa campuran cairan ke dalam kolom destilasi pada konstanta nilai dan terus tarik aliran produk dari bagian atas dan bawah kolom

### c. Proses semi batch.

Proses apa pun yang tidak batch atau berkelanjutan. Contoh: Biarkan isi wadah gas bertekanan melarikan diri ke atmosfer; Perlahan campuran beberapa cairan dalam tangki dari mana tidak ada yang ditarik.

Jika nilai semua variabel dalam suatu proses (yaitu, semua suhu, tekanan, volume, laju aliran) tidak berubah seiring waktu, kecuali mungkin untuk fluktuasi kecil tentang nilai rata-rata konstan, proses tersebut dikatakan beroperasi pada kondisi stabil. Jika salah satu variabel proses berubah dengan waktu, operasi transien atau tidak stabil dikatakan ada. Menurut sifatnya, proses batch dan semibatch adalah operasi dalam kondisi tidak stabil, Sedangkan proses kontinu dapat berupa kondisi tetap atau sementara. Pemrosesan batch biasanya digunakan ketika jumlah produk yang relatif

kecil akan diproduksi pada setiap kesempatan, sementara pemrosesan berkelanjutan lebih cocok untuk tingkat produksi yang besar. Proses kontinu biasanya dijalankan sedekat mungkin dengan kondisi stabil; kondisi tidak stabil (sementara) ada selama permulaan proses dan mengikuti perubahan disengaja atau tidak dalam kondisi operasi proses. Sebuah neraca massa (massa total, massa spesies tertentu, energi, momentum) dalam suatu sistem (unit proses tunggal, kumpulan unit, atau seluruh proses) dapat ditulis dengan cara umum berikut: input – generation (reaksi dalam sistem) – output – consumption (yang terikat dalam sistem) = Akumulasi

## 2.9 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri Sinar Tampak (UV-Vis) adalah pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu (Day, 2002). Sinar ultraviolet (UV) mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, dan sinar tampak (visible) mempunyai panjang gelombang 400-750 nm. Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Spektrum UV-Vis sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorban pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer (Rohman, 2007).

Penyerapan sinar tampak atau ultra violet oleh suatu molekul dapat menyebabkan eksitasi molekul tersebut dari tingkat energi dasar (*ground stated*) ke tingkat energi yang lebih tinggi (*excited stated*). Umur molekul yang tereksitasi  $M^*$  ini sangat pendek ( $10^{-8} - 10^{-9}$  detik) dan molekul kembali ke tingkat dasar lagi  $M$ . Proses diatas disebut *fotokimia* (Hendayana, 1994).

Semua molekul dapat mengabsorpsi radiasi dalam daerah UV-tampak karena mereka mengandung elektro, baik sekutu maupun menyendiri, yang dapat dieksitasikan ke tingkat energi yang lebih tinggi. Panjang gelombang dimana absorpsi itu terjadi, bergantung pada berapa kuat elektron itu terikat dalam molekul itu. Elektron dalam suatu ikatan kovalen tunggal terikat dengan kuat, dan

diperlukan radiasi berenergi tinggi atau panjang gelombang pendek untuk eksitasinya (Day, 2002).

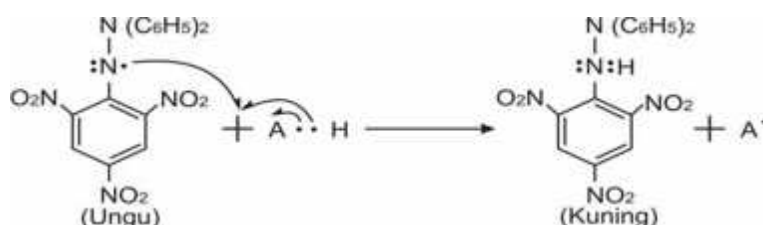
## 2.10 Metode Uji Antioksidan

Untuk uji aktivitas penangkap radikal dapat dilakukan dengan berbagai metode. Metode yang digunakan adalah metode DPPH (2,2- difenil-1-pikrilhidrazil). Metode ini sering digunakan karena memberikan hasil yang akurat, reliabel, relatif cepat dan praktis (Sanchez-Moreno, 2002).

Pengujian dengan cara ini dilakukan dengan cara mengukur penangkapan radikal sintetik dalam pelarut organik polar seperti etanol pada suhu kamar. Radikal sintetik yang digunakan adalah DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) dan ABTS (2,2-azinobis-3-etil benzothiazolin-asam sulfonat) (Desmarchelier, *et al.*, 1998).

Senyawa DPPH adalah radikal bebas yang stabil berwarna ungu. Ketika direduksi oleh radikal akan berwarna kuning (*diphenyl picrylhydrazin*) Metode DPPH berfungsi untuk mengukur elektron tunggal seperti aktivitas transfer Hxsekalian juga untuk mengukur aktifitas penghambatan radikal bebas. Campuran reaksi berupa larutan sampel yang dilarutkan dalam etanol absolut dan di inkubasikan pada suhu 37q selama 30 menit, dibaca pada panjang gelombang 517 nm. Hasil perubahan warna dari ungu menjadi kuning stokiometrik dengan jumlah elektron yang ditangkap. Metode ini sering digunakan untuk mendeteksi kemampuan artiradikal suatu senyawa sebab hasil terbukti akurat, reliabel dan praktis, selain itu sederhana, cepat, peka dan memerlukan sedikit sampel (Huang *et al.*, 2005; Sanchez-Moreno, 2002).

Reaksi DPPH dapat dilihat pada gambar berikut :



(Sumber: Yamaguchi *et al.*, 1998)

Gambar 2.4 Reaksi DPPH dan Antioksidan

