

## **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 – 2 liter air sehari untuk keseimbangan dalam tubuh dan membantu proses metabolisme. 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.



Sumber (Zainuddin, 2010)

Gambar 2.1 Air

#### **2.2 Sumber Air**

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

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

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

## 2. Air Atmosfir, Air Meteriologik

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.

## 3. Air Permukaan

Air permukaan merupakan salah satu sumber penting bahan baku air bersih. Faktor- faktor yang harus diperhatikan, antara lain :

- Mutu atau kualitas baku
- Jumlah atau kuantitasnya
- Kontinuitasnya

Air permukaan seringkali merupakan sumber air yang paling tercemar, baik karena kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat-zat lainnya. 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

Air sungai memiliki derajat pengotoran yang tinggi sekali. Hal ini karena selama pengalirannya mendapat pengotoran, misalnya oleh lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota dan sebagainya. Oleh karena itu dalam penggunaannya sebagai air minum haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna.

### b. Air Rawa

Kebanyakan air rawa berwarna kuning coklat yang disebabkan oleh adanya zat – zat organis yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air. Dengan adanya pembusukan kadar zat organis yang tinggi tersebut, maka umumnya kadar mangan (Mn) akan tinggi pula dan dalam keadaan kelarutan O<sub>2</sub> kurang sekali (anaerob), maka unsur-unsur mangan (Mn) ini akan larut.

#### 4. Air Tanah

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

Air tanah dangkal terjadi karena daya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan, demikian pula dengan sebagian bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat kimia

##### b. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam dikenal juga dengan air artesis. Air ini terdapat diantara dua lapisan kedap air. Lapisan diantara dua lapisan kedap air tersebut disebut lapisan akuifer. Lapisan tersebut banyak menampung air. Jika lapisan kedap air retak, secara alami air akan keluar ke permukaan. Air yang memancar ke permukaan disebut mata air artesis. Pengambilan air tanah dalam, tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa kedalamnya sehingga dalam suatu kedalaman (100-300 m) akan didapatkan suatu lapis air.

##### c. Mata Air

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 air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya, air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum. Adapun persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologi dan radiologis, sehingga apabila dikonsumsi

tidak menimbulkan efek samping (Ketentuan Umum Permenkes No.416/Menkes/PER/IX/1990. (Hasibuan, 2015)

### 2.3.2 Standar Air Bersih

Ketentuan pemerintah dalam penetapan standar air bersih dan air minum dimuat dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017 tentang kualitas air bersih.

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 (Permenkes, 2017)

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 terlarut 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 Standar Air Bersih

No	Parameter	Unit	Standar baku mutu (Kadar maksimum)
<b>Wajib</b>			
1	pH	mg/l	6,5-8,5
2	Besi	mg/l	1
3	Fluorida	mg/l	1,5
4	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/l	500
5	Mangan	mg/l	0,5
6	Nitrat, sebagai N	mg/l	10
7	Nitrit, sebagai N	mg/l	1
8	Sianida	mg/l	0,1
9	Deterjen	mg/l	0,05
10	Pestisida total	mg/l	0,1
11	Klorida	mg/l	250
12	<i>E.coli</i>	MPN/100 ml	0
13	<i>Fecal Coliform</i>	MPN/100ml	50
<b>Tambahan</b>			
1	Air raksa	mg/l	0,001
2	Arsen	mg/l	0,05
3	Kadmium	mg/l	0,005
4	Kromium (valensi 6)	mg/l	0,05
5	Selenium	mg/l	0,01
6	Seng	mg/l	15
7	Sulfat	mg/l	400
8	Timbal	mg/l	0,05

Sumber (Permenkes, 2017)

### 2.3.3 Syarat Air Bersih

Pemenuhan kebutuhan akan air bersih harus memenuhi dua syarat yaitu kuantitas dan kualitas.

#### 1. Syarat Kuantitas

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

#### 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.

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.

a. Bau

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

b. Rasa

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

c. 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.

d. 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.

e. 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.

#### f. 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.

#### b. 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 *E.coli* tidak merupakan bakteri golongan patogen, namun bakteri ini merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri patogen.

#### c. 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.

#### d. 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 32 tahun 2017. 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 halogen-hidrokarbon (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 Minum

Pengertian air minum dapat diuraikan sebagai berikut: Menurut Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang melali syarat dan dapat langsung diminum. Air minum harus terjamin dan aman bagi kesehatan, air minum aman bagi kesehatan harus memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter wajib merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum, sedangkan parameter tambahan dapat ditetapkan oleh pemerintah daerah sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah masing masing dengan mangacu pada parameter tambahan yang ditentukan oleh Permenkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. (Ferdiansyah, 2015)

Syarat Air Minum berdasarkan KEP.MEN.KES RI NO.492/MENKES/PER/IV/2010 ialah :

Tabel 2.2 Standar Air Minum

Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu
TDS	Mg/l	500
Kekeruhan	NTU	5
Rasa	-	Tidak berasa
Suhu	°C	Suhu udara ±3
Bau	-	Tidak berbau
Warna	TCU	15
<i>E.Coli</i>	MPN/100 ml	0
<i>Fecal coliform</i>	MPN/100 ml	0
Khlorida	Mg/l	250
Mangan	Mg/l	0,4
pH	-	6,5-8,5
Kesadahan	Mg/l	500
Besi (Fe)	Mg/l	0,3
Seng	Mg/l	3
Sulfat	Mg/l	250
Tembaga	Mg/l	2

Sumber (Kemenkes, 2010)

## 2.5 Air Minum Sehat

Air minum sehat yaitu air minum yang dipercaya mampu membugarkan tubuh setelah beraktivitas dan menyehatkan serta dapat mencegah penyakit timbul. 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 batu-batuan 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.

### 2.5.1 Parameter Air Minum Sehat

Parameter air minum sehat menurut WQA (*Water Quality Association*) antara lain :

#### 1. pH

pH adalah kuantitas dari ion tunggal berupa aktivitas dari ion hidrogen, yang tak terukur dengan metode termodinamika yang valid dan memerlukan konversi untuk analisisnya. 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.

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. 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.

## 3. Antioksidan

Antioksidan 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.

### - Penggolongan Antioksidan

Untuk memenuhi kebutuhan antioksidan, sebelumnya kita perlu mengenal penggolongan antioksidan itu sendiri. Antioksidan terbagi

menjadi antioksidan enzim dan vitamin. Antioksidan enzim meliputi superoksida dismutase (SOD), katalase dan glutathion peroksidase. Antioksidan vitamin lebih populer sebagai antioksidan dibandingkan enzim. Antioksidan vitamin mencakup *D-tokoferol* (vitamin E), -karoten dan asam askorbat (vitamin C).

Antioksidan berdasarkan mekanisme kerjanya dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu :

1). Antioksidan Primer

Antioksidan ini mencegah pembentukan senyawa radikal bebas baru. Senyawa ini mengubah radikal bebas menjadi molekul yang berkurang dampak negatifnya sebelum radikal bebas ini sempat bereaksi, misalnya adalah SOD (*superoksid dismutase*).

2). Antioksidan Sekunder

Antioksidan ini berfungsi menangkap senyawa serta mencegah terjadinya reaksi berantai. Misalnya : Vitamin C dan Vitamin E.

3). Antioksidan Tersier

Antioksidan ini memperbaiki kerusakan sel – sel dan jaringan yang disebabkan radikal bebas. Misalnya enzim yang memperbaiki DNA pada inti sel yaitu metionin reduktase, yang dapat mencegah penyakit kanker.

Antioksidan dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu : larut dalam air dan larut dalam lemak. Antioksidan yang larut dalam air meliputi vitamin C dan asam urat, sedangkan antioksidan yang larut dalam lemak meliputi ubiquinon, retinoid, karotenoid, dan tokoferol (vitamin E). Protein plasma, Glutathion sulfhidril (GSH), asam urat, vitamin C, karotenoid, retinoid, tokoferol, dan flavonoid merupakan antioksidan yang terdapat dalam makanan.

Pemilihan antioksidan untuk tujuan tertentu dipengaruhi oleh kebutuhan sistem dan sifat antioksidan yang tersedia. Sifat antioksidan yang diharapkan antara lain :

1). Harus efektif pada konsentrasi rendah

- 2). Tidak beracun
- 3). Mudah dan aman dalam penanganannya
- 4). Tidak memberikan sifat yang tidak dikehendaki seperti :  
perubahan warna, bau, rasa, dan lain – lain

Sesuai mekanisme kerjanya, antioksidan memiliki daya fungsi yaitu : sebagai pemberi atom H<sup>x</sup> yang sering disebut antioksidan primer dan sebagai memperlambat laju antioksidan dengan berbagai mekanisme diluar mekanisme pemutusan rantai autooksidan yang sering disebut sebagai antioksidan sekunder.

#### 2.5.2 Proses Pembuatan Air Minum Sehat dengan elektrolisis

Air yang dihasilkan dari katoda disebut sebagai *Electrolyzed Reduced Water (ERW)*. Air ini bersifat alkali (basa) dari segi pH dan memiliki ORP (*Oxidative Reduction Potential*) bernilai negatif (-200 sampai -1200mV). Sedangkan air yang dihasilkan dari anoda disebut sebagai *Electrolyzed Oxidized Water (EOW)*. Air jenis ini bersifat asam dan memiliki ORP positif (+200 sampai +1200mV). (Satia, 2005)

Alat pengelektrolisis air (mesin ionisasi air) yang ditujukan untuk rumahan maupun untuk penggunaan industri dan medis dibuat secara komersial dan dijual dengan kemampuan menghasilkan dua jenis air tersebut di atas, dengan bagian dalam mesin yang terbuat dari elektroda titanium yang dilapisi platinum dengan ukuran 7 x 5 inchi. Mesin tersebut ber-merk *Kangen Water LeveLuk SD501* buatan perusahaan Enagic Osaka, Jepang. Mesin elektrolisis air untuk penggunaan komersial (yang sering disebut juga mesin ionisasi air), digunakan juga di RIVER (*Regional Institute for Veterinary Emergencies and Referrals*) Tennessee, Amerika, dan boleh digunakan oleh siapapun juga (Satia, 2005).

#### 2.5.3 Manfaat Air Minum Sehat

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 . Manfaat

dari Air Alkali antara lain (Satia, 2005) :

- 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.
- b. Air Alkali membantu memperlambat tumbuhnya zat-zat penyebab kanker. Air dengan pH > 8,5 mencegah penyakit batu ginjal dan hati. Minum air alkali akan membuat tubuh lebih berenergi.
- 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.
- d. Menyehatkan Jantung  
Air alkali 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 pH >7.
- e. 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.
- f. 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.

g. Penyeimbang 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.

## ***2.6 Nanofiltration Membrane***

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 (Dewi, 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.

Nanofiltrasi memiliki beberapa keuntungan diantaranya adalah tekanan operasi rendah, flux tinggi, retensi multivalent garam anion tinggi, biaya investasi, operasi dan perbaikan 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*. (Dewi, 2015)

## 2.7 Hukum Faraday

Michael Faraday pada tahun 1833 menetapkan hubungan antara kelistrikan dan ilmu kimia pada semua reaksi elektrokimia. Dua hukum Faraday ini adalah :

### 2.7.1 Hukum Faraday I

Massa zat yang terjadi akibat reaksi kimia pada elektroda berbanding lurus dengan jumlah muatan listrik yang mengalir pada larutan elektrolit selama elektrolisis. (Tapayung, 2011)

$$G = Q$$

G = massa zat yang dibebaskan atau melarut

Q = jumlah muatan listrik yang digunakan.

### 2.7.2 Hukum Faraday II

Massa berbagai zat yang terjadi selama elektrolisis berbanding lurus dengan berat ekivalennya. (Tapayung, 2011)

Massa ekuivalen adalah massa atom relatif dibagi dengan muatan ion logam.

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

$$ME = \frac{Ar}{pbo}$$

$A_r$  = Massa Atom Relatif

$P_{bo}$  = perubahan bilangan oksidasi

Penggabungan Hukum Faraday I dan II menghasilkan persamaan sebagai berikut ini :

$$G = k \cdot i \cdot t \cdot ME$$

$$k = \frac{1}{96500} \text{ (Tapayung, 2011)}$$

jadi,

$$G = \frac{i \cdot t}{96500} ME$$

Dimana :

- I = Kuat arus (A)
- t = waktu elektrolisis (jam)
- ME = Massa Ekuivalen

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.

$$G_I : G_{II} : G_{III} = ME_I : ME_{II} : ME_{III} \text{ (Tapayung, 2011)}$$

## 2.8 Neraca Massa

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 (Richard dan Ronald, 2008).

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:

$$\text{input} - \text{generation (reaksi dalam sistem)} - \text{output} - \text{consumption (yang terikut dalam sistem)} = \text{Akumulasi (Richard dan Ronald, 2008)}$$

## 2.9 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri Uv-Vis adalah alat yang digunakan untuk mengukur transmitansi, reflektansi dan absorpsi dari cuplikan sebagai fungsi dari panjang gelombang serta untuk pengukuran didaerah ultraviolet dan didaerah tampak. Spektrofotometri Uv-Vis (Ultra Violet-Visibel) adalah salah satu dari sekian banyak instrumen yang biasa digunakan dalam menganalisa suatu senyawa kimia.

Spektrofotometer umum digunakan karena kemampuannya dalam menganalisa begitu banyak senyawa kimia serta kepraktisannya dalam hal preparasi sampel apabila dibandingkan dengan beberapa metode analisa. Spektrofotometri Uv-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisa, sehingga Spektrofotometri Uv-Vis lebih banyak digunakan untuk analisis kuantitatif dibanding kualitatif (Andira, 2016).

Spektrofotometri uv-Vis mengacu pada hukum Lambert-Beer. Apabila cahaya monokromatik melalui suatu media (larutan), maka sebagian cahaya tersebut akan diserap, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi akan dipancarkan. (Andira, 2016)

### Cara kerja Spektrofotometri Uv-Vis

Cahaya yang berasal dari lampu deuterium maupun wolfram yang bersifat polikromatis di teruskan melalui lensa menuju ke monokromator pada spektrofotometer dan filter cahaya pada fotometer. Monokromator kemudian akan mengubah cahaya polikromatis menjadi cahaya monokromatis (tunggal). Berkas-berkas cahaya dengan panjang tertentu kemudian akan dilewatkan pada sampel yang mengandung suatu zat dalam konsentrasi tertentu. Oleh karena itu, terdapat cahaya yang diserap (diabsorpsi) dan ada pula yang dilewatkan. Cahaya yang dilewatkan ini kemudian di terima oleh detector. Detector kemudian akan menghitung cahaya yang diterima dan mengetahui cahaya yang diserap oleh sampel. Cahaya yang diserap sebanding dengan konsentrasi zat yang terkandung dalam sampel sehingga akan diketahui konsentrasi zat dalam sampel secara kuantitatif (Andira, 2016).

## Bagian-bagian dan fungsi Spektrofotometri Uv-Vis

Adapun bagian-bagian dan fungsi masing-masing dari Spektrofotometri Uv-Vis adalah sebagai berikut:

### 1. Sumber cahaya

Sumber sinar polikromatis berfungsi sebagai sumber sinar polikromatis dengan berbagai macam rentang panjang gelombang Untuk Spektrofotometer. Sumber cahaya untuk Spektrofotometri:

#### a. Lampu Deuterium

Lampu ini dipakai pada panjang gelombang 190-380 nm. Spektrum energy radiasinya lurus, dan digunakan untuk mengukur sampel yang terletak pada daerah uv. Memiliki waktu 500 jam pemakaian.

#### b. Lampu Tungsten (Wolfram)

Lampu ini digunakan untuk mengukur sampel pada daerah tampak. Bentuk lampu ini mirip dengan bola lampu pijar biasa. Memiliki panjang gelombang antara 350-2200 nm. Spektrum radiasinya berupa garis lengkung. Umumnya memiliki waktu 1000 jam pemakaian (Andira, 2016).

### 2. Monokromator

Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Jenis monokromator yang saat ini banyak digunakan adalah gratting atau lensa prisma dan filter optik. Jika digunakan gratting maka cahaya akan dirubah menjadi spektrum cahaya. Sedangkan filter optik berupa lensa berwarna sehingga cahaya yang diteruskan sesuai dengan warna lensa yang dikenai cahaya. Ada banyak lensa warna dalam satu alat yang digunakan sesuai dengan jenis pemeriksaan (Andira, 2016).

Adapun bagian-bagian dari Monokromator serta fungsinya antara lain:

- a. Prisma, berfungsi mendispersikan radiasi elektromagnetik sebesar mungkin supaya di dapatkan resolusi yang baik dari radiasi polikromatis.
- b. Kisi difraksi, berfungsi menghasilkan penyebaran dispersi sinar secara merata, dengan pendispersi yang sama, hasil dispersi akan lebih baik. Selain itu kisi difraksi dapat digunakan dalam seluruh jangkauan spektrum.

- c. Celah optis, berfungsi untuk mengarahkan sinar monokromatis yang diharapkan dari sumber radiasi. Apabila celah berada pada posisi yang tepat, maka radiasi akan dirotasikan melalui prisma, sehingga diperoleh panjang gelombang yang diharapkan.

### 3. Kompartemen sampel

Kompartemen ini digunakan sebagai tempat diletakkannya kuvet. Kuvet merupakan wadah yang digunakan untuk menaruh sampel yang akan dianalisis. Kuvet yang baik harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- a. Permukaannya harus sejajar secara optis
- b. Tidak berwarna sehingga semua cahaya dapat di transmisikan
- c. Tidak ikut bereaksi terhadap bahan-bahan kimia
- d. Tidak rapuh
- e. Bentuknya sederhana

Uv, Vis dan Uv-Vis menggunakan kuvet sebagai tempat sampel. Kuvet biasanya terbuat dari kuarsa atau gelas, namun kuvet dari kuarsa yang terbuat dari silika memiliki kualitas yang lebih baik. Hal ini disebabkan yang terbuat dari kaca dan plastik dapat menyerap Uv sehingga penggunaannya hanya pada spektrofotometer sinar tampak (Vis). Cuvet biasanya berbentuk persegi panjang dengan lebar 1 cm. IR, untuk sampel cair dan padat (dalam bentuk pasta) biasanya dioleskan pada dua lempeng natrium klorida. Untuk sampel dalam bentuk larutan dimasukkan ke dalam sel natrium klorida. Sel ini akan dipecahkan untuk mengambil kembali larutan yang dianalisis, jika sampel yang dimiliki sangat sedikit dan harganya mahal (Andira, 2016).

### 4. Detektor

Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik. Syarat-syarat sebuah detektor :

- a. Kepekaan yang tinggi
- b. Perbandingan isyarat atau signal dengan bising tinggi
- c. Respon konstan pada berbagai panjang gelombang.
- d. Waktu respon cepat dan signal minimum tanpa radiasi.

Macam-macam detector (Andira, 2016) :

- a. Detektor foto (Photo detector)

- b. Photocell
- c. Phototube
- d. Hantara Foto
- e. Dioda Foto
- f. Detektor Panas

#### 5. Read Out

Read out merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor.

#### Proses Absorpsi Cahaya pada Spektrofotometri Uv-Vis

Ketika cahaya dengan berbagai panjang gelombang (cahaya polikromatis) mengenai suatu zat, maka cahaya dengan panjang gelombang tertentu saja yang akan diserap. Di dalam suatu molekul yang memegang peranan penting adalah elektron valensi dari setiap atom yang ada hingga terbentuk suatu materi. Elektron-elektron yang dimiliki oleh suatu molekul dapat berpindah (eksitasi), berputar (rotasi) dan bergetar (vibrasi) jika dikenai suatu energy (Andira, 2016).

Jika zat menyerap cahaya tampak dan Uv maka akan terjadi perpindahan elektron dari keadaan dasar menuju ke keadaan tereksitasi. Perpindahan elektron ini disebut transisi elektronik. Apabila cahaya yang diserap adalah cahaya inframerah maka elektron yang ada dalam atom atau elektron ikatan pada suatu molekul dapat hanya akan bergetar (vibrasi). Sedangkan gerakan berputar elektron terjadi pada energi yang lebih rendah lagi misalnya pada gelombang radio (Andira, 2016).

Atas dasar inilah spektrofotometri dirancang untuk mengukur konsentrasi suatu zat yang ada dalam suatu sampel. Dimana zat yang ada dalam sel sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu. Ketika cahaya mengenai sampel sebagian akan diserap, sebagian akan dihamburkan dan sebagian lagi akan diteruskan. Pada spektrofotometri, cahaya datang atau cahaya masuk atau cahaya yang mengenai permukaan zat dan cahaya setelah melewati zat tidak dapat diukur, yang dapat diukur adalah  $I_t/I_0$  atau  $I_0/I_t$  (perbandingan cahaya datang dengan cahaya setelah melewati materi (sampel) (Andira, 2016).

## 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.

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) (Oktay,dkk. 2003).

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  $H^x$ sekalian 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 (Oktay,dkk. 2003).