

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air**

##### **2.1.1 Definisi Air**

Air adalah suatu senyawa hidrogen dan oksigen dengan rumusan kimia H<sub>2</sub>O yang berikatan secara kovalen, ikatan ini terbentuk akibat dari ikatan elektron secara bersamaan. Ditinjau dari sifat fisiknya terdapat tiga macam bentuk air, yaitu air sebagai benda cair, air sebagai benda padat dan air sebagai benda gas atau uap (Suryanta, 2012).

Air berubah dari suatu bentuk ke bentuk lainnya tergantung pada waktu dan tempat serta temperaturnya. Pemakaian secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi empat golongan berdasarkan tujuan penggunaannya, yaitu air untuk keperluan irigasi, air untuk keperluan kebangkitan energi, air untuk keperluan industri dan air untuk keperluan publik. Air untuk keperluan publik dibedakan atas air konsumsi domestik dan air konsumsi sosial dan komersial (Achmad, 2011).

##### **2.1.2 Air Bersih**

Air bersih dan sehat tidak hanya memiliki karakteristik air yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa, tetapi juga bebas kontaminan kimiawi atau mikrobiologi (Dewi et al. 2011). Standar persyaratan yang harus dimiliki oleh air bersih, yaitu persyaratan fisika, kimia, dan biologi. Syarat tersebut merupakan satu kesatuan. Jika ada salah satu parameter yang tidak memenuhi syarat maka air tersebut tidak layak untuk digunakan atau dikonsumsi (Suriawiria, C.T. 1991). Air bersih yang tidak memenuhi standar kualitas dapat menimbulkan beragam gangguan kesehatan, baik secara langsung maupun tidak langsung (secara perlahan-lahan) (Diarex Water Filtration System, 2009).

Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 atau Surat Keputusan Gubernur setiap daerah tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, air bersih adalah air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum setelah dimasak.

Sebenarnya sumber air cukup melimpah, terutama dari sumber air asin atau payau, dan di satu sisi menunjukkan bahwa banyak daerah pemukiman justru

berkembang pada daerah pantai. Berdasarkan realita yang ada ini maka manusia berupaya untuk mengolah air kotor, asin, dan payau menjadi air bersih.

### 2.1.3 Kualitas Air

Kualitas air adalah kadar unsur-unsur dari badan air yang dianalisis metoda tertentu berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia, maupun bakteriologis sehingga menunjukkan mutu air tersebut. Standar kualitas air merupakan suatu persyaratan kualitas air untuk perlindungan dan pemanfaatan air yang bersangkutan (Jati, 2006).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak. Adapun syarat-syarat kesehatan air bersih adalah:

Dari segi kualitas air bersih harus memenuhi Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 diantaranya :

#### 1. Syarat fisik

Tabel 1 berisi daftar parameter wajib untuk parameter fisik yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi.

No	Parameter	Satuan	Air baku
1	Warna	Pt. Co Scale	100
2	Bau	-	Relative
3	Kekeruhan	NTU	20
4	Besi	mg/liter	2,0
5	Mangan	mg/liter	1,3
6	Khlorida	mg/liter	4000
7	Bahan Organik	mg/liter	40
8	TDS	mg/liter	12000

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017

**Tabel 2.1.** Parameter Fisik dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan pada Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

## 2. Syarat kimia

Tabel 2 berisi daftar parameter wajib untuk parameter kimia yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi.

No	Parameter	Satuan	Standar baku mutu
1	pH	Mg/l	6,5-8,5
2	Besi	Mg/l	1
3	Fluorida	Mg/l	1,5
4	Kesadahan	Mg/l	500
5	Mangan	Mg/l	0,5
6	Nitrat	Mg/l	10
7	Nitrit	Mg/l	1
8	Sianida	Mg/l	0,1
9	Deterjen	Mg/l	0,05
10	Pestisida	Mg/l	0,1

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017

**Tabel 2.2.** Parameter Kimia dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan pada Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

## 3. Syarat Biologi

Tabel 3 berisi daftar parameter wajib untuk parameter biologi yang harus diperiksa untuk keperluan higiene sanitasi.

Parameter	EP	USP
Nitrates	<0,2 ppm	-
Heavy Metals	<0,1 ppm	-
TOC	<500 µg/L C	<500 µg/L C
Conductivity	<1,1 µS/cm a 20°C	<1.3 µS/cm a 25°C
Bacteria	<100 CFU/ml	<100 CFU/ml

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 32 Tahun 2017

**Tabel 2.3.** Parameter Biologi dalam Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan pada Media Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi

### 2.2 Air Payau

Air payau adalah air yang salinitasnya lebih rendah dari pada salinitas rata-rata air laut normal (<35 permil) dan lebih tinggi dari pada 0,5 permil yang terjadi karena pencampuran antara air laut dengan air tawar baik secara alamiah maupun buatan. Banyak sumur-sumur yang airnya masih mengandung ion-ion besi ( $\text{Fe}^{2+}$ ),

natrium ( $\text{Na}^+$ ), zink ( $\text{Zn}^{2+}$ ), sulfat ( $\text{SO}_4^-$ ), dan clorida ( $\text{Cl}^-$ ) yang cukup tinggi (Suci et al, 2010).

Menurut Apriani (2010:2) air payau mempunyai karakteristik atau sifat-sifat yang dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu :

1. Karakteristik fisik

- a. Merupakan cairan tak bewarna
- b. Mempunyai titik beku  $-2,78^\circ \text{C}$  dan titik didih  $101,1^\circ \text{C}$
- c. Suhu rata-rata  $\pm 25^\circ \text{C}$
- d. Rasanya pahit dan aromanya tergantung pada kemurniannya

2. Karakteristik kimia

Karakteristik kimia yang ada dalam air dapat merugikan lingkungan. Berikut ini beberapa karakteristik kimia dari air bersih :

- a. Derajat keasaman (pH) antara 6 - 8,5
- b. Jumlah kesadahan (Total Hardness)
- c. Zat organik
- d.  $\text{CO}_2$  agresif tinggi
- e. Kandungan unsur kimiawi seperti yang banyak terkandung dalam air sumur payau adalah  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  (Whulandari dalam Apriani, 2010:2).

3. Karakteristik biologi

Termasuk karakteristik biologi adalah ganggang, lumut, dan mikroorganisme lainnya yang dapat mengganggu kesehatan, walaupun terdapat dalam jumlah kecil (Yusuf dalam Apriani, 2010:2).

Pengaruh intrusi air laut yang masuk ke sumur warga juga mengurangi kualitas air bersih yang dihasilkan. Hal itu mengakibatkan sumur warga menjadi payau, sehingga dibutuhkan pengolahan yang lebih untuk mengembalikan kualitas air yang sesuai standar.

## 2.3 Pengolahan Air Payau dengan Metode Desalinasi

*Me-desalination* (menghilangkan kadar garam) air asin atau payau menjadi air tawar adalah cara lain untuk memperoleh air tawar. Dua metode yang paling banyak dilakukan adalah Distilasi (*distillation*) yakni memanaskan air laut sampai menguap lalu mengkondensasi untuk mendapatkan air tawar, dan Osmosis Balik (*reverse osmosis*) yakni dengan melewati air laut pada tekanan tinggi melalui membran tipis untuk melewati molekul air (Soegianto, 2005:70).

Ada sekitar 11.000 instalasi desalination tersebar di negara Timur Tengah dan Afrika Utara, yang menyumbang sekitar 0,15% kebutuhan air tawar dunia. Kelemahan cara ini adalah tergolong mahal, menghasilkan limbah air dengan salinitas tinggi, yang dapat mengancam biota laut bila pembuangannya dilakukan di perairan sekitar instalasi, dan mengkontaminasi air tanah atau air permukaan bila pembuangan limbahnya dilakukan di darat (Soegianto, 2005:70).

Berikut merupakan metode desalinasi yang paling banyak dilakukan:

### 2.3.1 Distilasi

Proses distilasi dibagi dalam 3 sistem utama yakni : *Multi Stage Flash Distillation*, *Multiple Effect Distillation* dan *Vapor Compression Distillation*.

Pada proses distilasi, air laut dipanaskan untuk menguapkan air laut dan kemudian uap air yang dihasilkan dikondensasi untuk memperoleh air tawar. Proses ini menghasilkan air tawar yang sangat tinggi tingkat kemurniannya dibandingkan dengan proses lain. Air laut mendidih pada 100 ° C pada tekanan atmosfer, namun dapat mendidih di bawah 100 ° C apabila tekanan diturunkan. Penguapan air memerlukan panas penguapan yang tertahan pada uap air yang terjadi sebagai panas laten. Apabila uap air dikondensasi maka panas laten akan dilepaskan yang dapat dimanfaatkan untuk pemanasan awal air laut.

Korosi (karat) sudah tentu akan merusak peralatan dan perpipaan, yang dapat mengakibatkan sistem pengolahan tidak dapat beroperasi, yang kemudian akan menghabiskan biaya dan waktu yang tidak sedikit pada saat perbaikan. Produksi air akan terhenti pada periode itu.

### 2.3.2 Membran

Proses desalinasi menggunakan membran terbagi menjadi dua sistem utama yaitu *reverse osmosis* dan elektrodialisis.

Meskipun alat pengolah air sistem RO tersebut mempunyai banyak keuntungan akan tetapi dalam pengoperasiannya harus memperhatikan petunjuk operasi. Hal ini dimaksudkan agar alat tersebut dapat digunakan secara baik dan awet. Untuk menunjang operasional sistem RO diperlukan biaya perawatan. Biaya tersebut diperlukan antara lain untuk bahan kimia, bahan bakar, penggantian media penyaring, servis dan biaya operator (Indriatmoko, 1999).

## **2.4 Pengolahan Air Payau dengan Metode Elektrokoagulasi**

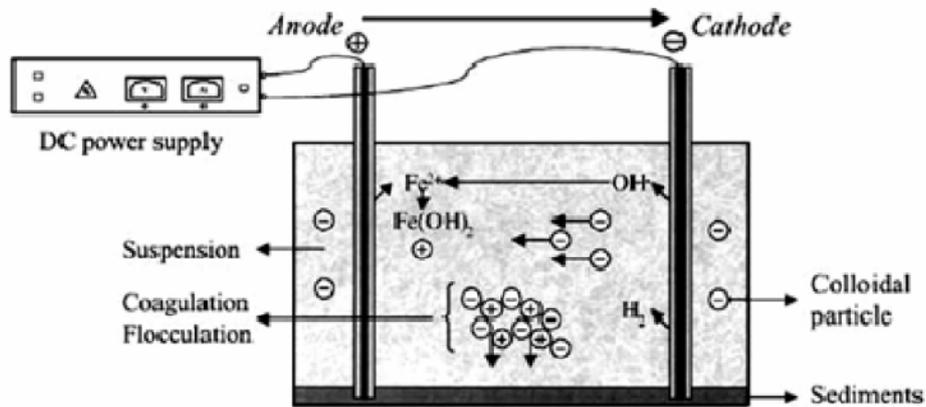
### **2.4.1 Pengertian Elektrokoagulasi**

Elektrokoagulasi adalah proses penggumpalan dan pengendapan partikel partikel halus yang terdapat dalam air dengan menggunakan energi listrik. Proses elektrokoagulasi dilakukan pada bejana elektrolisis yang di dalamnya terdapat dua buah penghantar arus listrik searah yang dikenal sebagai elektroda. Adapun bagian dari elektroda yang tercelup ke dalam larutan limbah akan dijadikan sebagai elektrolit. Apabila dalam satu larutan elektrolit ditempatkan dua elektroda kemudian elektroda tersebut dialiri oleh arus listrik searah maka akan terjadi suatu proses elektrokimia yang berupa gejala dekomposisi elektrolit, yaitu ion positif (kation) bergerak ke katoda dan menerima elektron yang direduksi dan ion negatif (anion) bergerak ke anoda dan menyerahkan elektron yang dioksidasi. Sehingga nantinya akan membentuk flok yang mampu mengikat kontaminan dan partikel partikel dalam limbah.

### **2.4.2 Proses Elektrokoagulasi**

Elektrokoagulasi dikenal juga sebagai elektrolisis gelombang pendek. Elektrokoagulasi merupakan suatu proses yang melewatkan arus listrik ke dalam air. Itu dapat digunakan menjadi sebuah uji nyata dengan proses yang sangat efektif untuk pemindahan bahan pengkontaminasi yang terdapat dalam air. Proses ini dapat mengurangi lebih dari 99% kation logam berat. Pada dasarnya sebuah elektroda logam akan teroksidasi dari logam M menjadi kation ( $Mn^+$ ). Selanjutnya air akan menjadi gas hidrogen dan juga ion hidroksil ( $OH^-$ ). Adapun prinsip kerja dari sistem ini adalah dengan menggunakan dua buah lempeng elektroda yang dimasukkan ke dalam bejana yang telah diisi dengan air yang akan dijernihkan. Selanjutnya kedua elektroda dialiri arus listrik searah sehingga terjadilah proses elektrokimia yang menyebabkan kation bergerak menuju katoda dan anion bergerak menuju anoda,

sehingga pada akhirnya akan terbentuk suatu flokulan yang akan mengikat kontaminan maupun partikel partikel dari air baku tersebut. Proses elektrokoagulasi ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber : Purwaningsih. 2008

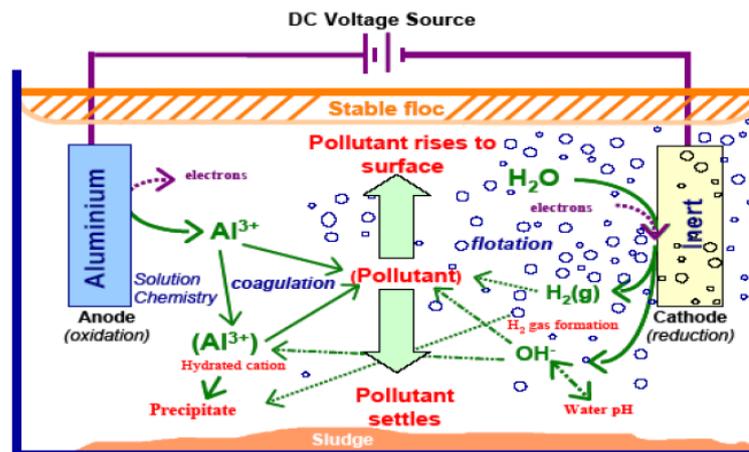
**Gambar 1.** Proses Elektrokoagulasi

### 2.4.3 Mekanisme Elektrokoagulasi

Apabila dalam suatu larutan elektrolit terdapat dua elektroda dan dialiri arus listrik searah maka akan terjadi peristiwa elektrokimia yaitu gejala dekomposisi elektrolit, yaitu ion positif (kation) bergerak ke anoda dan (anion) bergerak ke Anoda dan menyerahkan elektron menerima elektron yang dioksidasi. Sehingga membentuk flok yang mampu mengikat kontaminan dan partikel partikel dalam limbah. Elektrokoagulasi memiliki kemampuan untuk membersihkan berbagai polutan dengan berbagai kondisi mulai dari zat-zat padat tersuspensi, logam berat, produk petroleum, warna dari larutan yang mengandung pewarna, humus cair, dan defluoridasi air.

Mekanisme yang mungkin terjadi pada saat proses elektrokoagulasi berlangsung yaitu arus dialirkan melalui suatu elektroda logam, yang mengoksidasi logam (M) menjadi kationnya. Secara simultan, air tereduksi menjadi gas hidrogen dan ion hidroksil (OH<sup>-</sup>). Elektrokoagulasi memasukkan kation logam in situ, secara elektrokimia, dengan menggunakan anoda yang digunakan (biasanya aluminium atau besi). Kation terhidrolisis di dalam air yang membentuk hidroksida dengan spesies-spesies utama yang ditentukan oleh pH larutan. Kation bermuatan tinggi mendestabilisasi setiap partikel koloid dengan pembentukan kompleks polihidroksida polivalen. Komplek-komplek ini memiliki sifat sifat penyerapan yang tinggi, yang

membentuk agregat dengan polutan. Evolusi gas hidrogen membantu dalam pencampuran dan karenanya membantu flokulasi. Begitu flok dihasilkan gas elektrolitik menimbulkan efek pengapungan yang memindahkan polutan ke lapisan flok-flok pada permukaan cairan. Mekanisme elektrokoagulasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber : Holt, 2008

Gambar 2. Mekanisme Elektrokoagulasi

#### 2.4.4 Keuntungan Elektrokoagulasi

Elektrokoagulasi merupakan metode elektrokimia untuk mengolah air tercemar yang telah berhasil diterapkan tidak hanya untuk pengolahan larut atau koloid polutan, limbah cair industri susu, kilang minyak sayur, air limbah nitrat, air limbah yang mengandung logam berat, dan senyawa fenolik dan pestisida, tapi juga air fluoride dan pengolahan asam humat (Bazrafshan et al., 2012).

Mollah (2001) dalam Aldilani (2008) telah memberikan gambaran tentang keuntungan dan kerugian dari penggunaan elektrokoagulasi. Beberapa keuntungan dari proses elektrokoagulasi adalah sebagai berikut:

- Peralatan yang dibutuhkan sederhana dan mudah dioperasikan.
- Air limbah yang diolah dengan elektrokoagulasi menghasilkan efluen yang jernih, tidak berwarna dan tidak berbau.
- Lumpur yang dihasilkan elektrokoagulasi relatif stabil dan mudah dipisahkan karena berasal dari oksida logam. Selain itu, jumlah lumpur yang dihasilkan sedikit.

- d. Flok yang terbentuk pada elektrokoagulasi memiliki kesamaan dengan flok yang berasal dari koagulasi kimia. Perbedaannya adalah flok dari elektrokoagulasi berukuran lebih besar dengan kandungan air yang sedikit, lebih stabil dan mudah dipisahkan secara cepat dengan filtrasi.
- e. Elektrokoagulasi menghasilkan efluen dengan kandungan TSS lebih sedikit, sehingga mengurangi biaya recovery bila air hasil pengolahan digunakan kembali.
- f. Elektrokoagulasi dapat mengolah partikel koloid yang sangat kecil karena penggunaan arus listrik menyebabkan proses koagulasi lebih mudah terjadi dan lebih cepat.
- g. Gelembung gas yang dihasilkan selama proses elektrolisis dan membawa polutan yang diolah untuk naik ke permukaan tersebut mudah dikumpulkan dan dipisahkan.
- h. Perawatan reaktor elektrokoagulasi lebih mudah karena proses elektrolisis yang terjadi cukup dikendalikan dari penggunaan listrik tanpa perlu memindahkan bagian dalamnya.