

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kesadahan

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 (Anonim, 2015).

Kordi (1997) menjelaskan kembali bahwa kalsium (Ca) di perairan berada dalam bentuk karbonat dan bikarbonat yaitu merupakan senyawa yang umumnya terdapat, bahkan sering melimpah dalam suatu perairan. Garam-garam karbonat dan bikarbonat tersebut merupakan komponen penyangga esensial di perairan yang mengganggu kadar pH dan  $\text{CO}_2$ . Dengan demikian maka Ca yang terkandung didalam perairan sebagai petunjuk kesuburan perairan. Sedangkan Magnesium (Mg) biasanya terdapat dalam larutan sebagai karbonat dan sifat-sifatnya menyerupai bikarbonat. Satu perbedaan terdapat antara keduanya yaitu  $\text{MgCO}_2$  sehingga jika  $\text{CO}_2$  diambil dari bikarbonat (misal dengan fotosintesis), maka  $\text{MgCO}_3$  tidak mudah mengendap. Jika perairan yang kadar kalsiumnya rendah, maka untuk meningkatkan kadar Ca dan Mg perlu dilakukan pengapuran.

Konsentrasi total dari ion logam yang bervalensi dua terutama Ca dan Mg yang dinyatakan dalam mg/L setara  $\text{CaCO}_3$  menunjukkan tingkat kesadahan air. Total alkalinitas dan kesadahan air umumnya sama besarnya. Namun pada

beberapa perairan, total alkalinitas mungkin lebih besar dari kesadahan atau sebaliknya. Tingkat total kesadahan dan total alkalinitas air yang diperlukan untuk budidaya ikan umumnya terletak pada deret 20-300 mg/L. Bila total alkalinitas dan total kesadahan terlalu rendah dapat ditingkatkan melalui penambahan kapur. Bila total kesadahan dan total alkalinitas lebih tinggi dari yang diperlukan maka belum ada cara yang praktis untuk usaha menurunkannya (Cholik.et.al, 1986).

Air yang mempunyai tingkat kesadahan terlalu tinggi sangat merugikan karena beberapa hal di antaranya dapat menyebabkan korosi pada alat-alat yang terbuat dari besi, menyebabkan sabun kurang berbuih, dan dapat menimbulkan kerak. Menurut WHO, air yang bersifat sadah akan menimbulkan dampak :

1. Terhadap kesehatan dapat menyebabkan cardiovascular disease (penyumbatan pembuluh darah jantung) dan urolithiasis (batu ginjal)
2. Menyebabkan pengerakan pada peralatan logam untuk memasak sehingga penggunaan energi menjadi boros
3. Penyumbatan pada pipa logam karena endapan  $\text{CaCO}_3$
4. Pemakaian sabun mandi menjadi lebih boros karena buih yang dihasilkan sedikit (Anonim, 2015).

## **2.2 Jenis-jenis Kesadahan Air**

### **1. Kesadahan Sementara**

Kesadahan yang disebabkan oleh adanya garam-garam bikarbonat, seperti  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ . Kesadahan sementara ini dapat atau mudah dieliminir dengan pemanasan (pendidihan), sehingga terbentuk endapan  $\text{CaCO}_3$  atau  $\text{MgCO}_3$  (Widiyanto.2012).

## 2. Kesadahan tetap

Kesadahan yang disebabkan oleh adanya garam-garam klorida, sulfat dan karbonat, misal  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ . Kesadahan tetap dapat dikurangi dengan penambahan larutan soda-kapur (terdiri dari larutan natrium karbonat dan magnesium hidroksida) sehingga terbentuk endapan kalium karbonat (padatan/endapan) dan magnesium hidroksida (padatan/endapan) dalam air.

Kesadahan diklasifikasikan berdasarkan dua cara, yaitu berdasarkan ion logam (metal) dan berdasarkan anion yang berasosiasi dengan ion logam. Berdasarkan ion logam (metal), kesadahan dibedakan menjadi kesadahan kalsium dan kesadahan magnesium. Berdasarkan anion yang berasosiasi dengan logam, kesadahan dibedakan menjadi kesadahan karbonat dan kesadahan non-karbonat (Gede H.Cahyana, 2009).

### 2.3 Pertukaran ion

Pertukaran ion ini bertujuan untuk menghilangkan ion yang tidak diinginkan dari air baku dengan memindahkan ion-ion tersebut ke resin. Penukar ion memiliki kapasitas yang terbatas dalam kemampuan menukar ion yang disebut kapasitas tukar. Karena ini, penukar ion atau resin akhirnya menjadi jenuh. Untuk membuat agar resin yang akan digunakan tidak lagi jenuh maka resin tersebut dibackwash dengan larutan regenerasi yang kuat dan berisi senyawa yang diinginkan ion, dan ini digunakan untuk menggantikan akumulasi ion yang tidak diinginkan. Operasi ini adalah proses kimia siklik, dan siklus lengkap biasanya meliputi sistem operasi, backwashing, regenerasi, pencucian.

Dalam pertukaran ion, ion terlarut dalam air baku dihilangkan atau ditukar dengan menggunakan resin penukar ion untuk memperoleh kualitas yang tepat untuk setiap system boiler. Penghilangan semua ion terlarut disebut demineralisasi. Pertukaran ion kalsium dan magnesium dengan ion natrium disebut softening.

### **Syarat-Syarat Resin Penukar Ion**

Saat suatu larutan dikontakkan dengan resin penukar ion, maka ion terlarut dalam larutan akan terserap ke resin penukar ion dan resin akan menukarnya dengan ion lain dalam kesetaraan ekuivalen. Dengan kondisi tersebut maka jenis ion yang diikat dan dilepas dapat diatur. Sebagai media penukar ion, suatu senyawa resin penukar ion perlu memiliki syarat sebagai berikut:

- a. Kapasitas penukar ion total harus tinggi. Resin harus dapat memiliki kemampuan penukar ion yang tinggi sehingga tidak cepat jenuh.
- b. Kelarutan yang rendah. Kelarutan yang rendah suatu resin dalam larutan dapat membuat resin untuk digunakan secara berulang kali. Resin biasanya bekerja dalam cairan yang mempunyai sifat melarutkan, oleh karena itu resin harus tahan terhadap cairan yang bersifat melarutkan. Contohnya seperti air.
- c. Kestabilan kimia yang tinggi. Resin diharapkan dapat bekerja pada rentang pH yang cukup luas dan tahan terhadap cairan yang bersifat asam dan basa. Dan tahan juga terhadap oksidasi dan radiasi, artinya dapat berjalan normal saat kondisi oksidasi dan radiasi.
- d. Kestabilan fisik yang tinggi. Resin harus bias tahan terhadap gesekan dari luar sehingga tidak mengganggu proses pertukaran ion.

(Anonim, 2015)

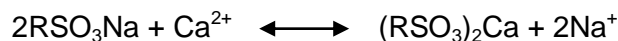
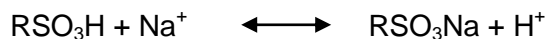
## 2.4 Demineralisasi

Demineralisasi air adalah sebuah proses penyerapan kandungan ion-ion mineral di dalam air. Air hasil proses demineralisasi digunakan untuk berbagai macam kebutuhan, terutama untuk industri. Industri yang menggunakan air demin diantaranya yakni pembangkit listrik tenaga uap, industri semikonduktor, dan juga industri farmasi. System demineralisasi terdiri atas:

### 1. Cation exchanger

Merupakan alat penukar ion-ion positif dengan ion hydrogen. Air yang telah difilter dikirim ke cation exchanger untuk mengganti ion-ion Ca,Na,Mg dengan ion H dalam resin dengan menggunakan asam kuat.

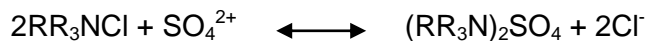
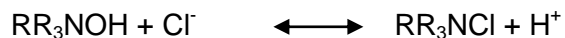
Reaksinya :

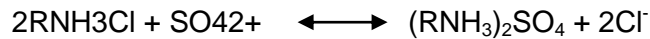
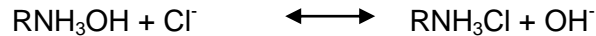


### 2. Anion exchanger

Air dikirim ke anion exchanger dimana kandungan ion-ion chloride, sulfate, silica, bikarbonat yang berkombinasi dengan ion hydrogen yang masih tersisa di dalam air. Alat ini terdiri dari basa lemah untuk menangkap ion  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan basa kuat untuk menangkap ion  $\text{Si}^{+2}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Reaksinya :





### 3. Mixed bed exchanger

Air yang masuk mixed bed sangat sedikit kandungan ion-ionnya. Sehingga kation, anion maupun silika yang masih tersisa dihilangkan dalam mixed bed ini. Air dari mixed bed exchanger disimpan dalam demin water storage.

Ada dua tipe kolom resin yang umum digunakan pada proses demineralisasi air. Keduanya adalah *Single Bed* dan *Mixed Bed Ion Exchange Resin*. *Single Bed* berarti di dalam satu kolom hanya terdapat satu jenis resin saja yakni kation resin saja atau anion resin saja. Sedangkan kolom *Mixed Bed* berisi campuran resin kation dan anion.

- **Proses Demineralisasi**

Empat tahapan proses demineralisasi :

- Tahap operasi

Umumnya air baku mengalir dari atas ke bawah (*downflow*) atau sebuah unit tipikal demineralisasi dengan dua dengan dua media (*two-bed demineralizer*).

- Tahap cuci (*backwash*)

Kalau kemampuan resin berkurang banyak atau habis maka tahap pencucian perlu dilaksanakan. Air bersih dialirkan dari bawah ke atas (*upflow*) agar memecah sumbatan pada resin, melepaskan padatan halus yang terperangkap di dalamnya lalu melepaskan jebakan gas di dalam resin dan pelapisan ulang resin.

➤ Tahap regenerasi

Tujuan tahap ini adalah mengganti ion yang terjerat resin dengan ion yang semula ada di dalam media resin dan mengembalikan kapasitas tukar resin ke tingkat awal atau ke tingkat yang diinginkan. Operasi regenerasi dilaksanakan dengan mengalirkan larutan regeneran dari atas resin. Ada empat tahap dalam regenerasi, yaitu *backwashing* untuk membersihkan media resin (tahap dua di atas), memasukkan regeneran, *slow rinse* untuk mendorong regeneran ke media resin, *fast rinse* untuk menghilangkan sisa regeneran dari resin dan ion yang tak diinginkan ke saluran pembuangan (*disposal point*).

➤ Tahap bilas (*fast rinse*)

Air berkecepatan tinggi membilas partikulat di dalam media resin, juga ion kalsium dan magnesium ke pembuangan dan untuk menghilangkan sisa-sisa larutan regenerasi yang terperangkap di dalam resin. Pembilasan dilakukan dengan air bersih aliran ke bawah. Setelah tahap ini, proses kembali ke awal (tahap servis).

(andrian rahmanda syafiril, 2013)

## 2.5 Logam Berat Besi (Fe)

Besi (Fe) adalah logam berwarna putih keperakan dan dapat dibentuk. Fe di dalam susunan unsur berkala termasuk logam golongan VIII dengan berat atom 56 g/mol, nomor atom 26 dan bervalensi 2 dan 3 (Anonim, 2015).

Besi merupakan salah satu elemen yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Pada umumnya

besi yang ada di dalam air dapat bersifat terlarut sebagai senyawa garam ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) atau garam ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) yang tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter  $< 1$ ) dan bergabung dengan zat organik atau zat padat anorganik. Fe berada dalam tanah dan batuan sebagai ferioksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan ferihidroksida ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). Dalam air, besi berbentuk ferobikarbonat ( $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ ). Ferohidroksida ( $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ), ferosulfat ( $\text{FeSO}_4$ ) dan besi organik kompleks. Air tanah mengandung besi terlarut berbentuk ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ). Jika air tanah dipompakan keluar dan kontak dengan udara (oksigen) maka besi ( $\text{Fe}^{2+}$ ) akan teroksidasi menjadi ferihidroksida ( $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ). Ferihidroksida dapat mengendap dan berwarna kuning kecoklatan. Hal ini dapat menodai peralatan porselen dan cucian (Erlinda, 2014) .

## 2.6 Spektrofotometri

Spektrofotometri sesuai dengan namanya adalah alat yang terdiri dari spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spectrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energy relatif jika energy tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi panjang gelombang. Kelebihan spektrofotometer dengan fotometer adalah panjang gelombang dari sinar putih dapat lebih di deteksi dan cara ini diperoleh dengan alat pengurai seperti prisma, grating atau celah optis. Pada fotometer filter dari berbagai warna yang mempunyai spesifikasi melewatkan trayek pada panjang gelombang tertentu (Gandjar,2007)