

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Tanah**

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah. Air tanah dapat kita bagi lagi menjadi dua, yakni air tanah preatis dan air tanah artesis.

##### **a. Air Tanah Preatis**

Air tanah preatis adalah air tanah yang letaknya tidak jauh dari permukaan tanah serta berada di atas lapisan kedap air / impermeable.

##### **b. Air Tanah Artesis**

Air tanah artesis letaknya sangat jauh di dalam tanah serta berada di antara dua lapisan kedap air.

Air tanah banyak mengandung garam dan mineral yang terlarut pada waktu air melalui lapisan-lapisan tanah. Secara praktis air tanah adalah bebas dari polutan karena berada di bawah permukaan tanah. Tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa air tanah dapat tercemar oleh zat-zat yang mengganggu kesehatan seperti kandungan Fe, Mn, atau kesadahan yang terbawa oleh aliran permukaan tanah.

Bila ditinjau dari kedalamannya, maka air tanah dibedakan menjadi:

1. Sumur dangkal (shallow wells) yaitu sumber air hasil penggalian ataupun pengeboran yang kedalamannya kurang dari 40 meter.
2. Sumur dalam (deep wells) atau biasa disebut air sumur artesis yaitu sumber air hasil penggalian ataupun pengeboran yang kedalamannya lebih dari 40 meter.

Air tanah dangkal mempunyai kualitas lebih rendah dibanding kualitas air tanah dalam. Hal ini disebabkan air tanah dangkal lebih mudah terkontaminasi dari luar dan fungsi tanah sebagai penyaring lebih sedikit.

## **2.2 Ion Exchanger**

Ion Exchanger adalah proses penyerapan ion – ion oleh resin dengan cara ion-ion dalam fasa cair (biasanya dengan pelarut air) diserap lewat ikatan kimiawi karena bereaksi dengan padatan resin. Resin sendiri melepaskan ion lain sebagai ganti ion yang diserap. Selama operasi berlangsung setiap ion akan dipertukarkan dengan ion penggantinya hingga seluruh resin jenuh dengan ion yang diserap.

Resin adalah senyawa hidrokarbon terpolimerisasi sampai tingkat yang tinggi yang mengandung ikatan-ikatan hubung silang (cross-linking) serta gugusan yang mengandung ion-ion yang dapat dipertukarkan . Berdasarkan gugus fungsionalnya, resin penukar ion terbagi menjadi dua yaitu resin penukar kation dan resin penukar anion. Resin penukar kation, mengandung kation yang dapat dipertukarkan. sedang resin penukar anion, mengandung anion yang dapat dipertukarkan (Lestari,2007).

Pertukaran ion antar fasa yang berlangsung pada permukaan padatan tersebut merupakan proses penyerapan yang menyerupai proses penyerapan. Dalam pengolahan air, penukar ion dapat digunakan dalam pelunakan air, demineralisasi atau “recovery” ion-ion metal yang terdapat di dalam air. Bahan penukar ion merupakan suatu struktur organik/anorganik yang berupa gugus-gugus fungsional berpori. Kapasitas penukaran ion ditentukan oleh jumlah gugus fungsional per-satuan massa resin. Penukar ion positif (resin kation) ialah resin yang dapat mempertukarkan ion-ion positif dan

penukar ion negatif ialah resin yang dapat mempertukarkan ion-ion negatif. Resin kation mempunyai gugus fungsi asam, seperti sulfonat, sementara resin anion mempunyai gugus fungsi basa, seperti Amina. Resin penukar ion dapat digolongkan atas bentuk gugus fungsi asam kuat, asam lemah, basa kuat, dan basa lemah (Anonim, 2007).

Resin pertukaran ion merupakan bahan sintetik yang berasal dari aneka ragam bahan, alamiah maupun sintetik, organik maupun anorganik, memperagakan perilaku pertukaran ion dalam analisis laboratorium di mana keseragaman dipentingkan dengan jalan penukaran dari suatu ion. Pertukaran ion bersifat stokiometri, yakni satu  $H^+$  diganti oleh suatu  $Na^+$ . Pertukaran ion adalah suatu proses kesetimbangan dan jarang berlangsung lengkap, namun tak peduli sejauh mana proses itu terjadi, stokiometrinya bersifat eksak dalam arti satu muatan positif meninggalkan resin untuk tiap satu muatan yang masuk. Ion dapat ditukar yakni ion yang tidak terikat pada matriks polimer disebut ion lawan (Counterion). Pada umumnya senyawa yang digunakan untuk kerangka dasar resin penukar ion asam kuat dan basa kuat adalah senyawa polimer stiren divinilbenzena. Ikatan kimia pada polimer ini amat kuat sehingga tidak mudah larut dalam keasaman dan sifat basa yang tinggi dan tetap stabil pada suhu diatas  $150^{\circ}C$  (Underwood, 1989).

Resin dapat digunakan dalam suatu analisis jika resin itu harus cukup terangkai silang, sehingga keterlarutan yang dapat diabaikan, resin itu cukup hidrofilik untuk memungkinkan difusi ion-ion melalui strukturnya dengan laju yang terukur dan berguna. Selain itu, resin juga harus menggunakan cukup banyak gugus penukar ion yang dapat dicapai dan harus stabil kimiawi dan

resin yang sedang mengembang, harus lebih besar rapatannya daripada air (Harjadi, 1993).

Prinsip-prinsip dasar dari pertukaran ion telah banyak menetapkan penelitian-penelitian dalam sistem air, serta menghasilkan penetapan-penetapan yang berguna. Namun lingkup dari pertukaran ion telah diperluas selama sekitar dekade terakhir ini, dengan menggunakan baik sistem pelarut organik, maupun sistem pelarut campuran air-organik. Pelarut-pelarut organik yang umum digunakan adalah senyawaan-senyawaan akso dari tipe alkohol, keton dan karboksilat yang umumnya mempunyai tetapan dielektrik dibawah 40 (Svehla, 1985).

Semua penukar ion yang bernilai dalam analisis, memilih beberapa kesamaan sifat: mereka hampir-hampir tak dapat larut dalam air dan pelarut organik, dan mengandung ion-ion katif dan ion-ion lawan yang akan bertukar secara reversibel dengan ion-ion lain dalam larutan yang mengelilinginya tanpa terjadi perubahan-perubahan fisika yang berarti dalam bahan tersebut. Penukaran ion bersifat kompleks dan sesungguhnya adalah polimerik. Polimer ini membawa suatu muatan listrik yang tepat dinetralkan oleh muatan-muatan pada ion-ion lawannya (ion aktif). Ion-ion aktif ini berupa kation-kation dalam penukar kation, dan berupa anion-anion dalam penukar anion (Bassett, 1994).

Larutan yang melalui kolom disebut influent, sedangkan larutan yang keluar kolom disebut effluent. Proses pertukarannya adalah serapan dan proses pengeluaran ion adalah desorpsi atau elusi. Mengembalikan resin yang sudah terpakai ke bentuk semula disebut regenerasi sedangkan proses pengeluaran ion dari kolom dengan reagent yang sesuai disebut elusi dan

pereaksinya disebut eluent. Yang disebut dengan kapasitas pertukaran total adalah jumlah gugusan-gugusan yang dapat dipertukarkan di dalam kolom, dinyatakan dalam miliekivalen. Kapasitas penerobosan (break through capacity) didefinisikan sebagai banyaknya ion yang dapat diambil oleh kolom pada kondisi pemisahan; dapat juga dikatakan sebagai banyaknya miliekivalen ion yang dapat ditahan dalam kolom tanpa ada kebocoran yang dapat teramati. Kapasitas penerobosan lebih kecil dari kapasitas total pertukaran kolom dan tidak tergantung terhadap sejumlah variabel, seperti tipe resin, afinitas penukaran ion, komposisi larutan, ukuran partikel, dan laju aliran (Khopkar, 1990).

Resin penukar ion sering digunakan untuk menghilangkan kesadahan dalam air.

### 2.3 Kesadahan

Kesadahan air adalah kandungan mineral-mineral tertentu di dalam air, umumnya ion kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dalam bentuk garam karbonat. Air sadah atau air keras adalah air yang memiliki kadar mineral yang tinggi, sedangkan air lunak adalah air dengan kadar mineral yang rendah. Selain ion kalsium dan magnesium, penyebab kesadahan juga bisa merupakan ion logam lain maupun garam-garam bikarbonat dan sulfat.

Kesadahan air dapat dibedakan atas dua macam, yaitu :

- Kesadahan sementara

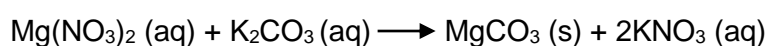
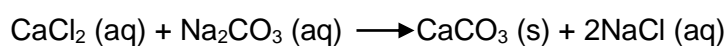
Air sadah sementara adalah air sadah yang mengandung ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), atau boleh jadi air tersebut mengandung senyawa kalsium bikarbonat ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ) dan atau magnesium bikarbonat ( $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ). Air yang mengandung ion atau senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah

sementara karena kesadiahannya dapat dihilangkan dengan pemanasan air, sehingga air tersebut terbebas dari ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan atau  $\text{Mg}^{2+}$ . Dengan jalan pemanasan senyawa-senyawa tersebut akan mengendap pada dasar ketel. Reaksi yang terjadi adalah:



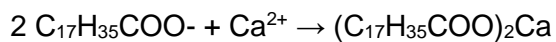
- Kesadahan tetap, disebabkan oleh adanya garam-garam khlorida ( $\text{Cl}^-$ ) dan sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dari kalsium ( $\text{Ca}$ ) dan magnesium ( $\text{Mg}$ ).

Air sadah tetap adalah air sadah yang mengandung anion selain ion bikarbonat, misalnya dapat berupa ion  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$ . Berarti senyawa yang terlarut boleh jadi berupa kalsium khlorida ( $\text{CaCl}_2$ ), kalsium nitrat ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ), magnesium khlorida ( $\text{MgCl}_2$ ), magnesium nitrat ( $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ), dan magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ). Air yang mengandung senyawa-senyawa tersebut disebut air sadah tetap, karena kesadiahannya tidak bisa dihilangkan hanya dengan cara pemanasan. Untuk membebaskan air tersebut dari kesadahan, harus dilakukan dengan cara kimia, yaitu dengan mereaksikan air tersebut dengan zat-zat kimia tertentu. Pereaksi yang digunakan adalah larutan karbonat, yaitu  $\text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{aq})$  atau  $\text{K}_2\text{CO}_3 (\text{aq})$ . Penambahan larutan karbonat dimaksudkan untuk mengendapkan ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan atau  $\text{Mg}^{2+}$ .



Terbentuknya endapan  $\text{CaCO}_3$  atau  $\text{MgCO}_3$  berarti air tersebut telah terbebas dari ion  $\text{Ca}^{2+}$  atau  $\text{Mg}^{2+}$  atau dengan kata lain air tersebut telah terbebas dari kesadahan.

Air sadah tidak begitu berbahaya untuk diminum, namun dapat menyebabkan beberapa masalah. Air sadah dapat menyebabkan pengendapan mineral, yang menyumbat saluran pipa dan keran. Air sadah juga menyebabkan pemborosan sabun di rumah tangga, dan air sadah yang bercampur sabun tidak dapat membentuk busa, tetapi malah membentuk gumpalan soap scum (sampah sabun) yang sukar dihilangkan. Efek ini timbul karena ion  $2+$  menghancurkan sifat surfaktan dari sabun dengan membentuk endapan padat (sampah sabun tersebut). Komponen utama dari sampah tersebut adalah kalsium stearat, yang muncul dari stearat natrium, komponen utama dari sabun:



Dalam industri, kesadahan air yang digunakan diawasi dengan ketat untuk mencegah kerugian. Pada industri yang menggunakan ketel uap, air yang digunakan harus terbebas dari kesadahan. Hal ini dikarenakan kalsium dan magnesium karbonat cenderung mengendap pada permukaan pipa dan permukaan penukar panas. Presipitasi (pembentukan padatan tak larut) ini terutama disebabkan oleh dekomposisi termal ion bikarbonat, tetapi bisa juga terjadi sampai batas tertentu walaupun tanpa adanya ion tersebut. Penumpukan endapan ini dapat mengakibatkan terhambatnya aliran air di dalam pipa. Dalam ketel uap, endapan mengganggu aliran panas ke dalam air, mengurangi efisiensi pemanasan dan memungkinkan komponen logam ketel uap terlalu panas. Dalam sistem bertekanan, panas berlebih ini dapat menyebabkan kegagalan ketel uap. Kerusakan yang disebabkan oleh endapan kalsium karbonat bervariasi tergantung pada bentuk kristal, misalnya, kalsit atau aragonit.

## 2.4 Titrasi Kompleksometri

Titration kompleksometri yaitu titration berdasarkan pembentukan persenyawaan kompleks (ion kompleks atau garam yang sukar mengion), Kompleksometri merupakan jenis titration dimana titran dan titrat saling mengkompleks, membentuk hasil berupa kompleks. Reaksi–reaksi pembentukan kompleks atau yang menyangkut kompleks banyak sekali dan penerapannya juga banyak, tidak hanya dalam titration. Karena itu perlu pengertian yang cukup luas tentang kompleks, sekalipun disini pertama-tama akan diterapkan pada titration. Titration kompleksometri juga dikenal sebagai reaksi yang meliputi reaksi pembentukan ion-ion kompleks ataupun pembentukan molekul netral yang terdisosiasi dalam larutan. Persyaratan mendasar terbentuknya kompleks demikian adalah tingkat kelarutan tinggi. Selain titration kompleks biasa seperti di atas, dikenal pula kompleksometri yang dikenal sebagai titration kelatometri, seperti yang menyangkut penggunaan EDTA. Asam etilen diamin tetra asetat atau yang lebih dikenal dengan EDTA, merupakan salah satu jenis asam amina polikarboksilat.

EDTA adalah singkatan dari Ethylene Diamine Tetra Acid, yaitu asam amino yang dibentuk dari protein makanan. Zat ini sangat kuat menarik ion logam berat (termasuk kalsium) dalam jaringan tubuh dan melarutkannya, untuk kemudian dibuang melalui urine. EDTA sebenarnya adalah ligan seksidentat yang dapat berkoordinasi dengan suatu ion logam lewat kedua nitrogen dan keempat gugus karboksil-nya atau disebut ligan multidentat yang mengandung lebih dari dua atom koordinasi per molekul, misalnya asam 1,2-diaminoetanetetraasetat (asam etilen diamina tetraasetat, EDTA) yang



mempunyai dua atom nitrogen penyumbang dan empat atom oksigen penyumbang dalam molekul.

Eriochrome Black T (EBT) adalah indikator kompleksometri yang merupakan bagian dari titrasi pengompleksian contohnya proses determinasi kesadahan air. Di dalamnya bentuk protonated Eriochrome Black T berwarna biru. Lalu berubah menjadi merah ketika membentuk kompleks dengan kalsium, magnesium atau ion logam lain. Nama lain dari Eriochrome Black T adalah, Solochrome Black T atau EBT (Anonima, 2010). Suatu kelemahan Eriochrome Black T adalah larutannya tidak stabil. Bila disimpan akan terjadi penguraian secara lambat, sehingga setelah jangka waktu tertentu indikator tidak berfungsi lagi. Sebagai gantinya dapat diganti dengan indikator Calmagite. Indikator ini stabil dan dalam kebanyakan sifatnya sama dengan Erio T (Harjadi, 1993).