

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Air

Air adalah sarana utama untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat karena air merupakan media penularan penyakit (Sutrisno dkk, 2000). Pertumbuhan penduduk yang begitu pesat, mengakibatkan sumber daya air di dunia telah menjadi salah satu kekayaan yang sangat penting. Air tidak tersebar merata di atas permukaan bumi sehingga ketersediaannya di suatu tempat akan sangat bervariasi menurut waktu (Linsley dan Franzini, 1989). Bagi manusia, kebutuhan akan air ini amat mutlak karena merupakan zat pembentuk tubuh yang sebagian besar terdiri dari air yang jumlahnya sekitar 73 % dari bagian tubuh (Azwar, 1996).

Air yang banyak dipergunakan tidak selalu sesuai dengan syarat kesehatan, karena mengandung bibit penyakit ataupun zat - zat tertentu yang dapat menimbulkan penyakit yang membahayakan kelangsungan hidup manusia. Dalam menjalankan fungsi kehidupan sehari - hari manusia sangat tergantung pada air, karena air dipergunakan pula untuk mencuci, membersihkan, mandi, dan lain sebagainya. Manfaat lainnya yaitu berupa pembangkit tenaga, irigasi, alat transportasi, dan lain sebagainya. Semakin maju tingkat kebudayaan masyarakat maka penggunaan air akan semakin meningkat.

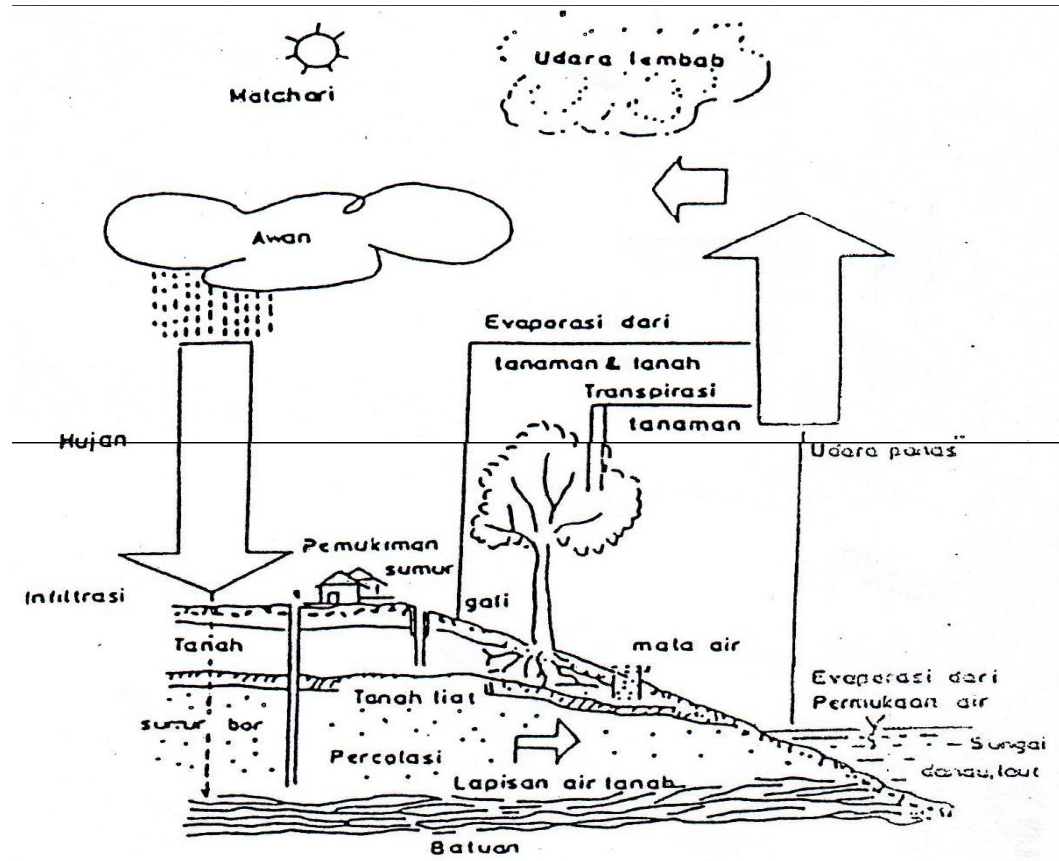
## A.1 Siklus air

Air di bumi secara terus menerus mengalami sirkulasi berupa proses penguapan, presipitasi dan pengaliran keluar (*outflow*). Air menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan (Sosrodarsono dkk, 1983).

Tidak semua butir air yang mengalir akan sampai ke laut. Dalam perjalanan ke laut sebagian air akan menguap dan kembali ke udara, sebagian lagi masuk ke dalam tanah dan keluar kembali mengalir ke sungai - sungai. Namun, sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (*ground water*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah-daerah yang rendah. Sirkulasi kontinu antara air laut dan air daratan yang berjalan secara terus menerus disebut sebagai Siklus Hidrologi seperti yang tercantum dalam Gambar 1 (Chow *et al*, 1988).

Air mempunyai karakteristik sebagai pelarut yang universal karena molaritasnya yang tinggi, mengakibatkan hampir semua senyawa dapat larut dalam air baik dalam bentuk terlarut, tersuspensi, koloid maupun yang mudah diendapkan (Soemirat, 1994). Jumlah dan jenis unsur mineral yang terlarut dalam air tergantung pada komposisi kimia, struktur fisik dari batuan, derajat keasaman (pH), dan potensial redoks dari air. Kualitas air tanah secara alami dipengaruhi oleh jenis batuan penyusun tanah yang bersangkutan sehingga susunan kimia air

tanah sangat dipengaruhi oleh kandungan mineral yang mudah terlarut dalam menyusun batuan tersebut (Todd, 1980).



Gambar 1. Siklus Hidrologi (Chow *et al*, 1988)

## A.2 Sumber air minum

Sumber air minum merupakan salah satu komponen utama pada suatu sistem penyediaan air bersih, karena tanpa sumber air maka suatu sistem penyediaan air bersih tidak akan berfungsi (Sutrisno dkk, 2000). Beberapa macam - macam

sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air minum antara lain sebagai berikut :

a. Air laut

Merupakan air yang mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl dengan kadar sebesar 3 % sehingga dengan kandungan tersebut, air laut tidak memenuhi syarat sebagai sumber air minum (Suyono, 1993).

b. Air atmosfer

Merupakan air yang berasal dari air hujan. Air atmosfer ini dapat dijadikan sebagai air minum apabila penampungan air hujan tidak dilakukan pada waktu air hujan mulai turun, karena masih mengandung banyak kotoran. Selain itu, air hujan mempunyai sifat agresif terutama terhadap pipa - pipa penyalur maupun bak - bak reservoir, karena dapat mempercepat terjadinya korosi (karatan) (Suyono, 1993).

c. Air permukaan

Merupakan air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Air permukaan ada dua macam yaitu air sungai dan air rawa. Air sungai yang digunakan sebagai air minum harus melalui pengolahan yang sempurna, karena air sungai mempunyai derajat pengotoran yang tinggi. Air rawa yang berwarna disebabkan oleh adanya zat - zat organik yang telah membusuk yang menyebabkan warna kuning coklat, sehingga untuk pengambilan air sebaiknya dilakukan pada kedalaman tertentu di tengah - tengah rawa atau danau (Suyono, 1993).

d. Air tanah

Air tanah adalah air yang berada di bawah permukaan tanah di dalam zona jenuh dimana tekanan hidrostatiknya sama atau lebih besar dari tekanan atmosfer. 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 tanah dangkal ini pada kedalaman 15,0 m<sup>2</sup> digunakan sebagai sumber air minum. Pengambilan air tanah dalam, tidak semudah air tanah dangkal karena harus digunakan bor dan memasukkan pipa ke dalamnya sehingga dalam suatu kedalaman biasanya mencapai antara 100 - 300 m<sup>2</sup> (Suyono, 1993).

e. Mata air

Yaitu air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah dan biasanya keluar dalam bentuk rembesan air dari lereng - lereng dan umbul yang keluar dari suatu permukaan yang datar (Sutrisno dkk, 2000).

### **A.3 Pencemaran air**

Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, yang dimaksud dengan pencemaran air adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air atau berubahnya tatanan (komposisi) air oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu dan menyebabkan air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam

waktu tertentu dengan membandingkan baku mutu air yang ditetapkan. Baku mutu air adalah batas atau kadar yang diperbolehkan bagi zat atau bahan pencemar terdapat dalam air. Mutu air adalah kondisi kualitas air yang diukur atau diuji berdasarkan parameter tertentu dan metoda tertentu berdasarkan peraturan perundang - undangan yang berlaku. Kondisi cemar adalah penyimpangan sifat - sifat air dari keadaan normal dan bukan dari kemurniannya.

Air dapat menimbulkan berbagai akibat gangguan kesehatan diantaranya sebagai berikut:

- a) Adanya kemampuan untuk melarutkan bahan-bahan padat, mengabsorbsikan gas-gas dan bahan cair lainnya yang diperoleh dari udara, tanah dan bukit - bukit yang dilaluinya. Kandungan bahan dan zat - zat ini dalam air pada konsentrasi tertentu dapat menimbulkan efek gangguan kesehatan.
- b) Air sebagai faktor utama dalam penularan berbagai penyakit infeksi bakteri usus tertentu seperti tipus, disentri dan kolera (Hadi dkk, 1979).

#### **A.4 Ciri - ciri dan mutu air minum**

Air murni adalah zat - zat yang tidak mempunyai warna, rasa dan bau yang terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia  $H_2O$  (Linsley dan Franzini, 1989).

Ciri - ciri air yang terpolusi sangat bervariasi, tergantung dari jenis air dan polutannya atau komponen yang mengakibatkan polusi (Stoker and Seagar, 1972).

Beberapa persyaratan standar kualitas air minum secara fisika, kimia dan biologis adalah sebagai berikut:

1) Standar kualitas fisik air minum.

a. Suhu

Suhu dalam air akan mempengaruhi reaksi kimia, terutama jika suhu tersebut sangat tinggi. Suhu akan mempengaruhi secara langsung toksisitas bahan kimia pencemar, pertumbuhan mikroorganisme dan virus. Secara umum, kelarutan bahan padat dalam air akan meningkat dengan meningkatnya suhu. Suhu yang normal di perairan adalah 25 °C (Goldman, 1983).

b. Warna

Warna dalam air umumnya didapat dari hasil penguraian daun - daunan, tanah, humus, kayu, zat organik dan keberadaan besi. Adanya warna juga dipengaruhi oleh banyaknya zat padat terlarut dan padatan tersuspensi. Warna merupakan sifat air yang tidak membahayakan, namun dapat mempengaruhi nilai estetika dari masyarakat. Tingkat pengolahan warna tergantung pada penyebab warna dan karakteristik air (Sawyer dan Carthy, 1989).

c. Kekeruhan

Air dikatakan keruh, apabila mengandung banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna yang berlumpur dan kotor. Bahan - bahan yang menyebabkan kekeruhan meliputi tanah liat, lumpur serta bahan - bahan organik lainnya yang dapat mengurangi nilai estetika dari air tersebut karena rupanya (Sawyer dan Carthy, 1989).

d. Rasa

Kualitas air minum yang baik adalah tidak berasa. Rasa dapat ditimbulkan karena adanya zat organik atau bakteri serta unsur lain yang masuk ke badan air (Sutrisno dkk, 2000).

e. Bau

Kualitas air minum yang baik adalah tidak berbau, karena bau dapat ditimbulkan oleh zat pembusukan organik seperti bakteri dan secara tidak langsung dapat diakibatkan dari pencemaran lingkungan, terutama sistem sanitasi (Sutrisno dkk, 2000).

2) Standar kualitas kimia air minum

a. Derajat keasaman (pH)

pH merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. Dalam penyediaan air, pH merupakan faktor yang harus dipertimbangkan karena akan sangat mempengaruhi aktivitas pengolahan air.

Kebanyakan mikroorganisme tumbuh baik pada pH 6,0 - 8,0. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492 / 2010, bahwa standar pH pada air minum adalah 6,5 - 8,5. Jika pH air lebih kecil dari 6,5 dan lebih besar dari 8,5 maka akan menyebabkan korosi pada pipa - pipa air dan dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang mengganggu kesehatan.

b. Total padatan terlarut

Bahan padat adalah bahan yang tertinggal sebagai residu pada penguapan dan pengeringan pada suhu 103 °C – 105 °C. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan



RI No. 492 / 2010, bahwa batas kadar maksimum total padatan terlarut sebesar 1000 mg / L. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari penyimpangan standar kualitas air minum akan menimbulkan rasa yang tidak enak pada lidah.

c. Klorida (Cl<sup>-</sup>)

Departemen Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492 / 2010 menetapkan batas kadar klorida dalam air minum adalah 250 mg / L sebagai kadar maksimum yang diperbolehkan. Adanya klorida yang berlebihan dalam air dapat mengakibatkan rasa asin dan menyebabkan korosi pada pipa - pipa saluran air.

d. Zat organik

Zat organik yang terdapat dalam air dapat berasal dari alam seperti minyak tumbuh - tumbuhan, serat - serat minyak, lemak hewan, alkohol, selulosa, gula pati dan sebagainya. Zat organik yang berasal dari sintesa seperti berbagai persenyawaan dan buah - buahan yang dihasilkan dari proses dalam pabrik (Sutrisno dkk, 2000).

3) Standar kualitas biologis (*Bakteriologis*) air minum

Adanya organisme patogen di perairan merupakan indikasi adanya pencemaran air. Bakteri coli adalah organisme yang biasa hidup di dalam pencernaan manusia atau hewan yang berdarah panas. Bakteri ini dipakai sebagai indikator organisme karena mudah ditemukan dengan cara yang sederhana, tidak berbahaya dan sulit hidup lebih lama daripada patogen lainnya (Suriawiria, 1993).

Air minum tidak boleh mengandung bakteri - bakteri penyakit (*pathogen*) sama sekali dan bakteri - bakteri golongan coli melebihi batas - batas yang ditentukan yaitu 1 gram coli / 100 ml air. Oleh karena itu, sebelum air dikonsumsi dan diminum sebaiknya dimasak terlebih dahulu hingga mendidih dengan suhu 100 °C (pada tekanan udara normal 1 atm). Standarisasi bakteriologis air ditentukan dengan perkiraan terdekat jumlah bakteri golongan coli dalam setiap 100 cc contoh air, disebut dengan istilah *Most Probable Number of Coliform Organism (MPN)*.

COD (Chemical Oxygen Demand) yaitu suatu uji menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan misalnya kalium dikromat untuk mengoksidasi bahan - bahan organik yang terdapat dalam air (Nurdijanto, 2000). Kandungan COD dalam air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 82 / 2001 mengenai Baku Mutu Air Minum Golongan B maksimum yang dianjurkan adalah 12 mg / L. Apabila nilai COD melebihi batas yang dianjurkan, maka kualitas air tersebut dikatakan kurang baik. Hal ini dikarenakan tingginya nilai COD menunjukkan tebalnya lapisan bahan organik yang terdapat di perairan sehingga dapat menyebabkan rendahnya kadar oksigen terlarut di perairan yang dibutuhkan oleh organisme untuk respirasi.

BOD (Biochemical Oxygen Demand) adalah jumlah zat terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah bahan - bahan buangan di dalam air (Nurdijanto, 2000). Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan. Penggunaan oksigen yang rendah menunjukkan kemungkinan air jernih, semakin

rendah BOD maka kualitas air minum tersebut semakin baik. Kandungan BOD dalam air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 82 / 2001 mengenai Baku Mutu Air Dan Air Minum Golongan B maksimum yang dianjurkan adalah 6 mg / L. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492 / 2010, beberapa persyaratan standar kualitas air minum dapat dilihat pada Lampiran 1.

## **B. Keterlibatan Mineral dalam Metabolisme Tubuh**

Berdasarkan kebutuhannya di dalam tubuh, mineral dapat digolongkan menjadi dua kelompok utama yaitu mineral makro dan mineral mikro. Mineral makro adalah mineral yang menyusun hampir 1% dari total berat badan manusia dan dibutuhkan dengan jumlah lebih dari 1000 mg / hari seperti kalsium, fosfor, magnesium, sulfur, kalium, klorida, dan natrium. Mineral mikro merupakan mineral yang dibutuhkan dengan jumlah kurang dari 100 mg / hari dan menyusun lebih kurang dari 0,01 % dari total berat badan seperti kromium, tembaga, fluorida, iodium, besi, mangan dan seng (Irawan, 2007). Berdasarkan hal tersebut, maka akan diuraikan sedikit mengenai beberapa unsur - unsur mineral makro yang diperlukan tubuh diantaranya adalah :

### **B.1 Magnesium ( $Mg^{2+}$ )**

Magnesium merupakan mineral makro dan terbanyak keempat dalam tubuh manusia. Di dalam tubuh, magnesium ditemukan pada bagian tulang (60 – 65 %) dan pada otot (25 %) serta sisanya tersebar merata pada sel tubuh dan cairan tubuh. Magnesium berperan penting bagi tubuh terutama untuk relaksasi otot serta

jaringan syaraf (Whitney dan Rolfes, 2005). Magnesium merupakan sumber mineral yang dibutuhkan oleh tubuh untuk menjaga kestabilan kadar darah, membantu penyerapan kalsium, memainkan peranan utama di dalam menguatkan dan membentuk tulang dan gigi, memelihara kesehatan jantung, membantu memelihara kesehatan tekanan darah dan memelihara fungsi otot (Hefni, 2003).

## **B.2 Kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ )**

Kalsium sebagian besar terkonsentrasi dalam tulang rawan dan gigi, sisanya terdapat dalam cairan tubuh dan jaringan lunak. Peranan kalsium dalam tubuh yaitu membantu membentuk tulang dan gigi. Dalam tubuh orang dewasa diperlukan sebanyak 700 mg (0,7 g) kalsium per hari dan konsumsi yang dianjurkan untuk anak di bawah umur 10 tahun sebanyak 0,5 g tiap orang / hari dan dewasa sebanyak 0,5 - 0,7 g tiap orang / hari. Apabila konsumsi kalsium menurun dapat menyebabkan terjadinya kekurangan kalsium yang ditandai dengan gejala tulang menjadi lunak karena matriksnya kekurangan kalsium (Winarno, 1986).

## **B.3 Klorida ( $\text{Cl}^-$ )**

Elektrolit utama yang berada di dalam cairan ekstraselular adalah elektrolit bermuatan negatif yaitu klorida ( $\text{Cl}^-$ ). Jumlah ion klorida ( $\text{Cl}^-$ ) yang terdapat di dalam jaringan tubuh diperkirakan sebanyak 1,1 g / kg berat badan dengan konsentrasi antara 98 - 106 mmol / L. Konsentrasi ion klorida tertinggi terdapat pada cairan serebrospinal seperti otak atau sumsum tulang belakang, lambung dan

juga pankreas. Ion klorida banyak ditemukan dalam kelenjar pencernaan lambung sebagai asam klorida yang dapat mengatur derajat keasaman lambung dan ikut berperan dalam menjaga keseimbangan asam basa tubuh. Hal ini dikarenakan natrium bersama dengan kalsium, magnesium, serta kalium dalam cairan ekstraseluler mempunyai reaksi alkalis sedangkan klorida bersama fosfat, karbonat, sulfat, asam – asam organik dan protein mempunyai reaksi asam. Ion klorida bersama dengan ion natrium juga merupakan ion dengan konsentrasi terbesar yang keluar melalui keringat (Irawan, 2007).

### **C. Prinsip Metode Analisis**

#### **C.1 Metode titrimetri EDTA**

Kesadahan air didefinisikan sebagai kemampuan air untuk mengendapkan sabun, sehingga keaktifan atau daya bersih sabun menjadi berkurang atau hilang sama sekali. Keberadaannya di dalam air mengakibatkan sabun akan mengendap sebagai garam kalsium dan magnesium, sehingga tidak dapat membentuk emulsi secara efektif (Anonim, 2008).

Air yang banyak mengandung mineral kalsium dan magnesium dikenal sebagai air sadah atau air yang sukar dipakai untuk mencuci. Senyawa kalsium dan magnesium dapat bereaksi dengan sabun membentuk endapan dan mencegah terjadinya busa dalam air. Senyawa - senyawa kalsium dan magnesium relatif sukar larut dalam air sehingga cenderung untuk memisah dari larutan dalam bentuk endapan atau presipitat yang akhirnya menjadi kerak.

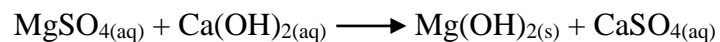
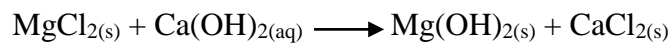
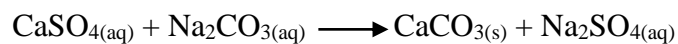
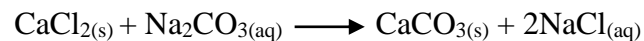
Menurut Giwangkara (2008), kesadahan ada dua jenis yaitu sebagai berikut :

1. Kesadahan sementara

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

2. Kesadahan tetap

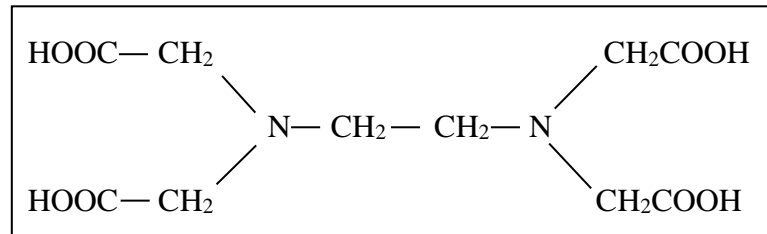
Adalah kesadahan yang disebabkan oleh adanya garam - garam klorida, sulfat dan karbonat, misalnya  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$  dan  $\text{MgCl}_2$ . Kesadahan tetap dapat dikurangi dengan penambahan larutan soda kapur (terdiri dari larutan natrium karbonat dan kalsium hidroksida)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



EDTA adalah senyawa kompleks kelat dengan rumus molekul

$(\text{HO}_2\text{CCH}_2)_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H})_2$  (Gambar 2) merupakan suatu senyawa asam amino yang dipergunakan untuk mengikat ion logam - logam bervalensi dua dan tiga. EDTA dapat mengikat logam melalui empat gugus karboksilat dan dua gugus aminanya serta dapat membentuk kompleks kuat terutama dengan  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , dan  $\text{Co}^{3+}$  (Anonim, 2008).

EDTA merupakan senyawa yang mudah larut dalam air dan dapat diperoleh dalam keadaan murni. Namun, adanya sejumlah logam - logam tidak tertentu dalam air, sebaiknya dalam penggunaannya terlebih dahulu harus distandardisasi.



Gambar 2. Struktur EDTA

Pada Gambar 2 di atas, terlihat dari strukturnya bahwa molekul EDTA mengandung donor elektron baik dari atom oksigen maupun atom nitrogen yang dapat menghasilkan kelat bercincin sampai dengan enam secara serempak (Khopkar, 1990).

Eriochrome Black T (EBT) adalah indikator kompleksometri yang merupakan asam berbasah tiga dengan bentuk protonasi berwarna biru dan 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 (Anonim, 2010). Logam - logam yang banyak dititrasi dengan EBT adalah  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ , dan  $\text{Zn}^{2+}$ .

Kelemahan dari Eriochrome Black T adalah larutannya tidak stabil dan apabila disimpan akan terjadi penguraian secara lambat, sehingga setelah jangka waktu tertentu indikator tidak berfungsi lagi. Sebagai gantinya dapat digunakan indikator Calmagite. Indikator ini stabil dan memiliki banyak persamaan sifat dengan Erio T (Harjadi, 1993).

Kesadahan total yaitu jumlah ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang dapat ditentukan melalui titrasi dengan EDTA sebagai titran dan menggunakan indikator yang peka terhadap semua kation tersebut (Albert dan Santika, 1984). Kesadahan total pada umumnya dinyatakan dalam satuan ppm (part per million), tingkat kekerasan (dH), atau dengan menggunakan konsentrasi molar kesadahan total. Satu satuan kesadahan Jerman (dH) sama dengan 10 mg / L. Di Amerika, kesadahan pada umumnya menggunakan satuan ppm sehingga satu satuan Jerman (dH) dapat digambarkan sebagai 17,8 ppm. Sedangkan satuan konsentrasi molar dari 1 mili ekuivalen = 2,8 dH = 50 ppm. Terdapat beberapa kriteria selang kesadahan yang biasa dipakai yaitu :

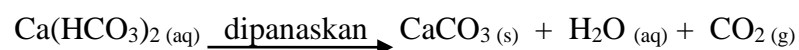
- a. 0 - 4 dH, 0 - 70 ppm (sangat rendah / sangat lunak)
- b. 4 - 8 dH, 70 - 140 ppm (rendah / lunak)
- c. 8 - 12 dH, 140 - 210 ppm (sedang)
- d. 12 - 18 dH, 210 - 320 ppm (agak tinggi / agak keras)
- e. 18 - 30 dH, 320 - 530 ppm (tinggi / keras)

Beberapa metode penghilangan kesadahan air yaitu dengan pendidihan, penambahan kapur mati, penambahan soda pencuci dan proses pertukaran ion.

a. Pendidihan

Jika air dididihkan, hanya kesadahan sementara yang dapat dihilangkan.

Bikarbonat dipecah menjadi karbonat, air dan karbondioksida, berikut persamaannya :

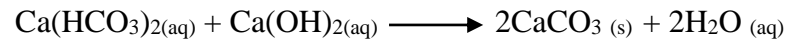


Karbonat adalah endapan sehingga tidak bereaksi dengan sabun dan keluar dari larutan.



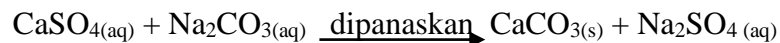
b. Penambahan kapur mati (Proses Clark)

Kapur mati (kalsium hidroksida) hanya dapat memisahkan kesadahan sementara. Kapur harus ditambah pada jumlah yang telah diperhitungkan sehingga kapur tersebut hanya mampu untuk menetralkan bikarbonat dan terbentuk kalsium karbonat yang tidak larut.



c. Penambahan soda pencuci

Metode ini menghilangkan kesadahan sementara dan kesadahan tetap. Soda pencuci (natrium karbonat) bereaksi dengan garam kalsium dan magnesium dalam air sadah membentuk garam natrium yang larut dan garam kalsium dan magnesium yang tidak larut yang tertinggal sebagai endapan.



d. Proses pertukaran ion

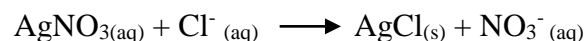
Metode ini digunakan dalam rumah tangga dan industri untuk menghilangkan kesadahan sementara dan kesadahan tetap. Proses ini meliputi penggunaan resin alami dan resin buatan seperti zeolit. Air sadah dilewatkan melalui kolom yang diisi resin dan ion-ion kalsium dan magnesium dalam air ditukar ion natrium dalam resin (Gaman, 1992).

Kesadahan total maupun kesadahan kalsium tidak berpengaruh langsung terhadap kesehatan, tetapi kesadahan ini dapat menimbulkan lapisan kerak pada ketel - ketel pemanas air dan perpipaan yang dapat mengganggu dalam pemindahan panas sehingga sering terjadi ledakan pada ketel – ketel air atau sumbatan pada pipa – pipa. Kesadahan juga dapat menurunkan efektivitas kerja

sabun. Hal ini disebabkan karena air telah mengandung kalsium yang jika bereaksi dengan sabun akan membentuk endapan yang menyebabkan sabun menjadi tidak berbusa (Sutrisno dkk, 2000). Oleh karenanya, untuk menghindari efek yang tidak diinginkan dari terlalu tingginya kadar kesadahan dalam air minum, maka ditetapkanlah standar persyaratan konsentrasi kesadahan total oleh Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492 / 2010, seperti ditunjukkan pada Lampiran 1.

## C.2 Metode argentometri

Argentometri merupakan titrasi pengendapan sampel yang dianalisis dengan menggunakan ion perak. Ion-ion yang biasa ditentukan dalam titrasi ini adalah ion halida ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ , dan  $\text{I}^-$ ) (Khopkar, 1990). Metode argentometri disebut juga dengan metode pengendapan karena metode ini memerlukan pembentukan senyawa yang relatif tidak larut atau mengendap. Reaksi yang mendasari titrasi argentometri adalah :



Pada titrasi argentometri, zat pemeriksaan yang telah ditambahkan indikator kalium kromat dicampur dengan larutan standar perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ). Kadar garam dalam larutan pemeriksaan dapat ditentukan dengan mengukur volume larutan standar yang digunakan sehingga seluruh ion  $\text{Ag}^+$  dapat tepat diendapkan (Isnawati, 2010).

Macam-macam metode yang digunakan dalam titrasi argentometri antara lain sebagai berikut :

### 1. Metode Mohr

Metode ini dapat digunakan untuk menetapkan kadar klorida dan bromida dalam suasana netral dengan larutan baku perak nitrat dan penambahan larutan kalium kromat sebagai indikator. Terbentuknya endapan perak klorida terjadi pada waktu permulaan titrasi dan setelah titik ekuivalen. Adanya penambahan sedikit larutan perak nitrat akan bereaksi dengan ion kromat dengan membentuk endapan perak kromat yang berwarna merah.

### 2. Metode Volhard

Perak dapat ditetapkan secara teliti dalam suasana asam dengan larutan baku kalium atau amonium tiosianat. Kelebihan tiosianat dapat ditetapkan secara jelas dengan garam besi (III) nitrat atau besi (III) amonium sulfat sebagai indikator yang membentuk warna merah dari kompleks besi (III) tiosianat dalam lingkungan asam nitrat dengan konsentrasi 0,5 sampai 1,5 N. Titrasi ini harus dilakukan dalam suasana asam, sebab ion besi (III) akan diendapkan menjadi  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  jika suasananya basa, maka titik akhir tidak dapat ditunjukkan.

### 3. Metode Fajans

Pada metode ini digunakan indikator adsorpsi, sebagai kenyataan bahwa pada titik ekuivalen indikator akan teradsorpsi oleh endapan. Indikator ini tidak memberikan perubahan warna pada larutan, tetapi pada permukaan endapan dan endapan harus dijaga agar tetap dalam bentuk koloid (Estie, 2010).