

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Laut

Air laut mengandung 3,5% garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Keberadaan garam-garaman mempengaruhi sifat fisis air laut (seperti: densitas, kompresibilitas, titik beku, dan temperatur dimana densitas menjadi maksimum) beberapa tingkat, tetapi tidak menentukannya. Beberapa sifat (viskositas, daya serap cahaya) tidak terpengaruh secara signifikan oleh salinitas. Dua sifat yang sangat ditentukan oleh jumlah garam di laut (salinitas) adalah daya hantar listrik (konduktivitas) dan tekanan osmosis.

Garam-garaman utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida, natrium, sulfat, magnesium, kalsium, potasium dan sisanya terdiri dari bikarbonat, bromida, asam borak, strontium dan florida. Tiga sumber utama garam-garaman di laut adalah pelapukan batuan di darat, gas-gas vulkanik dan sirkulasi lubang-lubang hidrotermal (hydrothermal vents) di laut dalam.

Secara ideal, salinitas merupakan jumlah dari seluruh garam-garaman dalam gram pada setiap kilogram air laut. Secara praktis, adalah susah untuk mengukur salinitas di laut, oleh karena itu penentuan harga salinitas dilakukan dengan meninjau komponen yang terpenting saja yaitu klorida (Cl). Kandungan klorida ditetapkan pada tahun 1902 sebagai jumlah dalam gram ion klorida pada satu kilogram air laut jika semua halogen digantikan oleh klorida. Penetapan ini mencerminkan proses kimiawi titrasi untuk menentukan kandungan klorida. (Anonim,2012)

2.2 Ion Klorida

Ion klorida adalah anion yang dominan di perairan laut. Sekitar $\frac{3}{4}$ dari klorin (Cl_2) yang terdapat di bumi berada dalam bentuk larutan, sedangkan sebagian besar klorin (F_2) berada dalam bentuk batuan mineral. Unsur klor dalam air terdapat dalam bentuk ion klorida (Cl^-). Ion klorida adalah salah satu anion anorganik utama yang ditemukan di perairan alami dalam jumlah lebih banyak daripada anion halogen lainnya. Klorida biasanya terdapat dalam bentuk senyawa natrium klorida (NaCl), kalium klorida (KCl) dan kalsium klorida (CaCl_2). Klorida tidak bersifat toksik pada makhluk hidup, bahkan berperan dalam pengaturan tekanan osmotik sel (Hefni Effendi, 2003: 135-136).

Anion Cl^- dengan larutan perak nitrat AgNO_3 membentuk endapan perak klorida, AgCl , yang seperti dadih dan putih. Ia tak larut dalam air dan dalam asam nitrat encer tetapi larut dalam larutan amonia encer dan dalam larutan-larutan kalium sianida dan tiosulfat (G. Svehla, 1985: 346).

Ion klorida terdapat dalam bentuk senyawa. Banyak senyawa kimia dalam kehidupan sehari-hari yang mengandung klorida. Kadar klorida tiap senyawa berbeda-beda. Untuk menentukan kadar ion klorida dalam air dapat menggunakan metode argentometri.

2.3 Titrasi Argentometri

Titrasi pengendapan (Argentometri) adalah golongan titrasi di mana hasil reaksi titrasinya merupakan endapan atau garam yang sukar larut. Prinsip dasarnya adalah reaksi pengendapan yang mencapai kesetimbangan pada setiap penambahan titran; tidak ada pengotor yang mengganggu dan diperlukan indikator untuk melihat titik akhir titrasi. Hanya reaksi pengendapan yang dapat digunakan pada titrasi. Akan tetapi metode tua seperti penentuan Cl^- , Br^- , I^-

dengan Ag(I) (disebut juga metode argentometri) adalah sangat penting. (S.M Khopkar, 1990: 61).

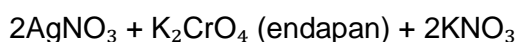
Argentometri merupakan metode umum untuk menetapkan kadar halogenida dan senyawa -senyawa lain yang membentuk endapan dengan perak nitrat (AgNO₃) pada suasana tertentu. Metode argentometri disebut juga dengan metode pengendapan karena pada argentometri memerlukan pembentukan senyawa yang relative tidak larut atau endapan. (Anonim,2015)

Ada 3 macam metode argentometri, yaitu : Metode Mohr, Metode Volhard, Metode Fajans. Adapun penjelasannya sebagai berikut :

- **Metode Mohr**

Kegunaan metode Mohr yaitu untuk penetapan kadar Klorida atau Bromida. Prinsip penetapannya larutan klorida atau bromida dalam suasana netral atau agak alkalis dititrasi dengan larutan perak nitrat menggunakan indikator kromat. Apabila ion klorida atau bromida telah habis diendapkan oleh ion perak, maka ion kromat akan bereaksi dengan ion perak membentuk endapan perak kromat yang berwarna coklat merah sebagai titik akhir titrasi. Larutan standarnya yaitu larutan perak nitrat menggunakan indikator larutan kalium kromat.

Reaksinya:



Titik akhir titrasi terjadi perubahan warna pada endapan menjadi merah coklat (AgCrO₄). Titrasi harus dilakukan pada suasana netral atau sedikit alkalis karena:

1. Dalam suasana asam endapan AgCrO₄ akan larut karena terbentuk perak dikromat (Ag₂Cr₂O₇)

2. Dalam suasana basa perak nitrat akan bereaksi dengan ion hidroksida membentuk endapan perak hidroksida



Gangguan pada titrasi ini antara lain disebabkan oleh:

1. Ion yang akan mengendap lebih dulu dari AgCl, misalnya: F⁻, Br⁻, CNS⁻
2. Ion yang membentuk kompleks dengan Ag⁺, misalnya: CN⁻, NH₃ diatas Ph 7
3. Ion yang membentuk kompleks dengan Cl⁻, misalnya: Hg²⁺
4. Kation yang mengendapkan kromat, misalnya: Ba²⁺

Hal yang harus dihindari : cahaya matahari langsung atau sinar neon karena larutan perak nitrat peka terhadap cahaya (reduksi fotokimia).

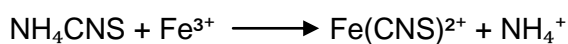
- **Metode Volhard**

Kegunaannya untuk penetapan kadar perak atau garamnya, penetapan kadar halida (Cl, Br, I). Prinsip penetapan kadar perak ditetapkan dengan cara titrasi langsung. Larutan standarnya larutan tiosianat (KCSN atau NH₄CNS). Indikator menggunakan besi (III) amonium sulfat. Titik akhir titrasinya terbentuk kompleks besi (III) tiosianat Fe(CNS)²⁺ yang larut, berwarna merah.

Reaksinya:



Jika Ag⁺ sudah habis, maka kelebihan 1 tetes



- **Metode Fajans**

Titrasi argentometri yang menggunakan indikator adsorpsi ini dikenal dengan sebutan titrasi argentometri metode Fajans. Sebagai contoh marilah kita gunakan titrasi ion klorida dengan larutan standart Ag⁺. Dimana hasil reaksi dari kedua zat tersebut adalah: Ag⁺(aq) + Cl⁻(aq) ----> AgCl(s) (endapan putih). (Anonim,2015)

2.4 Resin Penukar Ion

2.4.1 Pengertian Resin Penukar Ion

Resin ion exchange atau resin penukar ion dapat didefinisikan sebagai senyawa hidrokarbon terpolimerisasi, yang mengandung ikatan silang (*crosslinking*) serta gugus-gugus fungsional yang mempunyai ion-ion yang dapat dipertukarkan. Sebagai zat penukar ion, resin mempunyai karakteristik yang berguna dalam analisis kimia, antara lain kemampuan menggelembung (*swelling*), kapasitas penukaran dan selektivitas penukaran. Pada saat dikontakkan dengan resin penukar ion, maka ion terlarut dalam air akan teresap ke resin penukar ion dan resin akan melepaskan ion lain dalam kesetaraan ekuivalen, dengan melihat kondisi tersebut maka kita dapat mengatur jenis ion yang diikat dan dilepas. Sebagai media penukar ion, maka resin penukar ion harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Kapasitas total yang tinggi. Maksudnya resin memiliki kapasitas pertukaran ion yang tinggi.
2. Kelarutan yang rendah dalam berbagai larutan sehingga dapat digunakan berulang-ulang. Resin akan bekerja dalam cairan yang mempunyai sifat melarutkan, karena itu resin harus tahan terhadap air
3. Kestabilan kimia yang tinggi. Resin diharapkan dapat bekerja pada range pH yang luas serta tahan terhadap asam dan basa. Demikian pula terhadap oksidasi dan radiasi.
4. Kestabilan fisik yang tinggi. Resin diharapkan tahan terhadap tekanan mekanis, tekanan hidrostatik cairan serta tekanan osmosis.

2.4.2 Jenis-jenis Resin Penukar Ion

Berdasarkan jenis gugus fungsi yang digunakan, resin penukar ion dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu :

1. resin penukar kation asam kuat
2. resin penukar kation asam lemah
3. resin penukar anion basa kuat, dan
4. resin penukar anion basa lemah

2.4.2.1 Resin Penukar Kation Asam Kuat

Resin penukar kation asam kuat yang beroperasi dengan siklus H, regenerasi dilakukan menggunakan asam HCl atau H₂SO₄.

Konsentrasi asam keseluruhan yang dihasilkan oleh reaksi diatas disebut Free Mineral Acid (FMA). Jika nilai FMA turun, berarti kemampuan resin mendekati titik habis dan regenerasi harus dilakukan, reaksi tahap regenerasi sebagai berikut:

2.4.2.2 Resin Penukar Kation Asam Lemah

Gugus fungsi pada resin penukar kation asam lemah adalah karboksilat (RCOOH). Jenis resin ini tidak dapat memisahkan garam yang berasal dari asam kuat dan basa kuat, tetapi dapat menghilangkan kation yang berasal dari garam karbonat untuk membentuk asam karbonat atau dengan kata lain resin hanya dapat menghasilkan asam yang lebih lemah dari gugus fungsinya

2.4.2.3 Resin Penukar Anion Basa Kuat

Resin penukar kation basa kuat siklus hidrogen akan mengubah garam-garam terlarut menjadi asam, dan resin penukar anion basa kuat akan menghilangkan asam-asam tersebut, termasuk asam silikat dan asam karbonat.

Terdapat dua tipe penukar anion basa kuat. Tipe I dan tipe II. Keduanya memiliki kelompok ammonium kuartener sebagai bagian aktif penukar. Dalam tipe I, kelompok melekat pada nitrogen biasanya kelompok alkil, sementara pada tipe II, salah satu dari kelompok adalah alkanol. Biasanya resin tipe II digunakan dalam pemurnian air, karena murah. Namun, mereka tidak secara efektif menghilangkan silika, dan juga rentan terhadap pencemar organik.

2.4.2.4 Resin Penukar Anion Basa Lemah

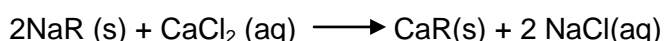
Resin penukar anion basa lemah hanya dapat memisahkan asam kuat seperti HCl dan H₂SO₄, tetapi tidak dapat menghilangkan asam lemah seperti asam silikat dan asam karbonat, oleh sebab itu resin penukar anion basa lemah sering kali disebut sebagai *acid adsorbers*. (Anonim, 2015).

2.4.3 Prinsip Pertukaran Ion

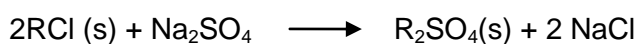
Pertukaran ion adalah proses fisika-kimia. Pada proses tersebut senyawa yang tidak larut, dalam hal ini resin menerima ion positif atau negatif tertentu dari larutan dan melepaskan ion lain kedalam larutan tersebut dalam jumlah ekuivalen yang sama. Jika ion yang dipertukarkan berupa kation, maka resin tersebut dinamakan resin penukar kation, dan jika ion yang dipertukarkan berupa anion, maka resin tersebut dinamakan resin penukar anion.

Contoh reaksi pertukaran kation dan reaksi pertukaran anion disajikan pada reaksi :

Reaksi pertukaran kation:



Reaksi pertukaran anion :



Reaksi pertukaran kation menyatakan bahwa larutan yang mengandung CaCl_2 diolah dengan resin penukar kation NaR, dengan R menyatakan resin. Proses penukaran kation yang diikuti dengan penukaran anion untuk mendapatkan air yang bebas dari ion-ion penyebab kesadahan.

Konstanta disosiasi air sangat kecil dan reaksi dari H^+ dengan OH^- sangat cepat. Ketika semua posisi pertukaran yang awalnya dipegang H^+ atau ion OH^- yang menempati Na^+ atau Cl^- (kation atau anion lain) yang masing-masing resin dikatakan habis. Resin kemudian dapat diregenerasi dengan ekuilibriasi menggunakan asam atau basa yang sesuai (Anonim, 2015).

2.5 Operasi Sistem Pertukaran Ion

Operasi sistem pertukaran ion dilaksanakan dalam 4 tahap. Yaitu :

1. Tahap layanan (service)
2. Tahap pencucian balik (backwash)
3. Tahap regenerasi, dan
4. Tahap pembilasan

2.5.1 Tahap Layanan (service)

Tahap layanan (service) adalah tahap dimana terjadi reaksi pertukaran ion. Tahap layanan ditentukan oleh konsentrasi ion yang dihilangkan terhadap waktu atau volume air produk yang dihasilkan. Hal lain yang penting pada tahap layanan adalah kapasitas (teoritik dan operasi) dan beban pertukaran ion (ion exchanger load). Kapasitas pertukaran teoritik didefinisikan sebagai jumlah ion secara teoritik yang dipertukarkan oleh resin per satuan massa atau volume resin.

Kapasitas pertukaran ion teoritik ditentukan oleh jumlah gugus fungsi yang dapat diikat oleh matriks resin. Kapasitas operasi adalah kapasitas resin aktual

yang digunakan untuk reaksi pertukaran pada kondisi tertentu. Beban pertukaran ion adalah berat ion yang dihilangkan selama tahap layanan dan diperoleh dari hasil kali antara volume air yang diolah selama tahap layanan dengan konsentrasi ion yang dihilangkan. Tahap layanan ini dilakukan dengan cara mengalirkan air umpan dari atas (*down flow*).

2.5.2 Tahap Pencucian Balik

Tahap pencucian balik dilakukan jika kemampuan resin telah mencapai titik habis. Sebagai pencuci, digunakan air produk. Pencucian balik mempunyai sasaran sebagai berikut:

1. Pemecahan resin yang tergumpal
2. Penghilangan kantong-kantong gas dalam reaktor, dan
3. Pembentukan ulang lapisan resin

Pencucian balik dilakukan dengan pengaliran air dari bawah ke atas (*up flow*)

2.5.3 Tahap Regenerasi

Tahap regenerasi adalah operasi penggantian ion yang terserap dengan ion awal yang semula berada dalam matriksa resin dan pengambilan kapasitas ke tingkat awal atau ke tingkat yang diinginkan. Larutan regenerasi harus dapat menghasilkan titik puncak (mengembalikan waktu regenerasi dan jumlah larutan yang digunakan). Jika semua sistem dapat dikembalikan ke kemampuan pertukaran awal, maka ekivalen ion yang digantikan harus sama dengan ion yang dihilangkan selama tahap layanan. Jadi secara teoritik, jumlah larutan regenerasi (dalam ekivalen) harus sama dengan jumlah ion (dalam ekivalen) yang dihilangkan (kebutuhan larutan regenerasi teoritik). Operasi regenerasi agar resin mempunyai kapasitas seperti semula sangat mahal, oleh sebab itu

maka regenerasi hanya dilakukan untuk menghasilkan sebagian dari kemampuan pertukaran awal.

Efisiensi regenerasi resin penukar kation asam kuat yang diregenerasi dengan H_2 anion basa kuat yang diregenerasi dengan NaOH antara 20-50%, oleh sebab itu pemakaian larutan regenerasi 2-5 kali lebih besar dari kebutuhan teoritik.

Operasi regenerasi dilakukan dengan mengalirkan larutan regenerasi dari atas, dengan menginjeksikan regeneran untuk kation adalah HCl dan untuk anion adalah NaOH. Proses regenerasi :

- Backwash, yaitu mengalirkan air bersih ke arah berlawanan melalui tangki kation atau anion sampai air keluarannya bersih.
- Melakukan slow rinse, yaitu mengalirkan air pelan-pelan untuk menghasilkan regeneran dalam resin.
- Fast rinse yaitu membilas unit dengan laju yang lebih cepat untuk menghilangkan regeneran sebelum operasi.

2.5.4 Tahap pembilasan

Tahap pembilasan dilakukan untuk menghilangkan sisa larutan regenerasi yang terperangkap oleh resin, pembilasan dilakukan menggunakan air produk dengan aliran down flow dan dilaksanakan dalam 2 tingkat, yaitu:

1. Tingkat laju alir rendah untuk menghilangkan larutan regenerasi, dan
2. Tingkat laju alir tinggi untuk menghilangkan sisa ion.

Limbah pembilasan tingkat laju alir rendah digabungkan dengan larutan garam dan dibuang, sedangkan limbah pembilasan tingkat laju alir tinggi disimpan dan digunakan sebagai pelarut senyawa untuk regenerasi.

(Setiyadi, 2014)

2.6 Zeolit

Zeolit adalah mineral kristal alumina silikat berpori terhidrat yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi, terbentuk dari tetrahedral $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dan $[\text{AlO}_4]^{5-}$. Kedua tetrahedral diatas dihubungkan oleh atom-atom oksigen, menghasilkan struktur tiga dimensi terbuka dan berongga yang didalamnya diisi oleh atom-atom logam biasanya logam-logam alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. (Breck,1974)

2.7 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Pada proses tersebut terjadi penghilangan hidrogen, gas-gas dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Aktivasi ini terjadi karena terbentuknya gugus aktif akibat adanya interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen.

Karbon aktif terdiri dari 87 - 97 % karbon dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen serta senyawa-senyawa lain yang terbentuk dari proses pembuatan. Volume pori-pori karbon aktif biasanya lebih besar dari 0,2 cm^3/gram .

Pada dasarnya karbon aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang maupun barang tambang seperti berbagai jenis kayu, sekam padi, tulang binatang, batu bara, kulit biji kopi, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit dan lain-lain. Bahan-bahan alami tersebut dipreparasi dengan cara karbonisasi dan aktivasi sehingga menghasilkan karbon aktif. Karbon aktif digunakan pada berbagai bidang aplikasi sesuai dengan jenisnya. (Anonim, 2015)