

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Nikel (Ni)

Nikel merupakan salah satu unsur yang menyusun kerak bumi dalam berbagai batuan mineral. Selain banyak digunakan dalam industri logam, nikel menyebabkan berbagai respon biokimia spesifik pada organisme hidup.

##### 2.1.1 Sifat-sifat fisik nikel

Nikel adalah logam berwarna putih perak yang keras, bersifat liat, dapat ditempa, sangat kukuh dan mudah larut dalam asam mineral encer (Vogel, 1990). Logam ini memiliki massa atom 58,71 gram/mol; nomor atom 28; berat jenis 8,9 g/cm<sup>3</sup>; titik lebur 1453°C, titik didih 2732°C (Stoepler, 1992). Nikel memiliki serapan maksimum pada panjang gelombang 232,00 nm untuk analisis dengan spektrofotometri serapan atom (Haswell, 1991).

##### 2.1.2 Kelimpahan senyawa nikel

Nikel termasuk salah satu unsur yang menyusun kelimpahan logam dalam kerak bumi dan memiliki kelimpahan sebesar 0,0072% per massa batuan kerak bumi (Jørgensen, 2000). Nikel terdapat dalam berbagai komposisi bersama dengan arsen, antimon, dan sulfur dalam batuan mineral *millerit* sedangkan dengan silika dan magnesium dalam batuan mineral *garnierite* (Cotton, 1987). Senyawa nikel yang lainnya adalah nikel oksida, nikel hidroksida, nikel sulfat, nikel klorida, nikel sulfida dan nikel karbonil (Stoepler, 1992).

### 2.1.3 Toksisitas nikel

Berbagai senyawa nikel mempunyai respon biokimia spesifik terhadap organisme hidup. Senyawa nikel anorganik yang larut dalam air menyebabkan infeksi kulit atau *dermatitis*, infeksi saluran pernafasan dan asma. Senyawa nikel anorganik yang tak larut dalam air dan terdapat di debu atau asap meningkatkan resiko kanker saluran pernafasan (Stoeppler, 1992).

### 2.1.4 Manfaat nikel

Nikel banyak digunakan sebagai lapisan pelindung untuk mencegah korosi pada pelapisan logam, bahan pembuatan logam *alloys*, baterai isi ulang nikel-cadmium, koin dan pigmen (Weast, 1973). Nikel juga digunakan sebagai katalis untuk reaksi reduksi (Cotton, 1987).

## 2.2 Resin

Resin merupakan sebutan untuk penukar ion sintetik yang terbuat dari polimer organik padat. Resin terdiri dari matriks polimer polistirena-divinilbenzena (DVB). DVB berfungsi sebagai agen ikatan silang antar rantai polistirena. Matriks polimer resin mengandung gugus ionik asam atau basa yang terikat dengan posisi para pada gugus fenil bebas dari polimer. Gugus ionik terdiri dari *fixed ion* yaitu ion yang tidak dapat ditukarkan dan *counter ion* yaitu ion *mobile* yang mudah mengalami pertukaran dengan ion lain yang bermuatan sama. *Counter ion* memiliki muatan yang berlawanan dengan *fixed ion*. *Counter ion* berupa kation pada resin kation dan berupa anion pada resin anion (Dorfner, 1991).

Resin lebih banyak digunakan dalam berbagai penelitian yang menuntun keseragaman. Resin ini diproduksi dalam bentuk manik-manik bulat yang berdiameter antara 0,1 sampai 0,5 mm (Day, 2001). Resin memiliki kapasitas pertukaran resin yang merupakan jumlah total yang setara dengan kemampuan pemindahan ion setiap unit volume atau massa resin dan ditentukan oleh jumlah dan kekuatan gugus ion yang terikat pada resin (Christian, 1986).

**Resin kation.** Jenis resin ini mengandung gugus ionik asam. Berdasarkan gugus ionik asamnya, resin kation terdiri dari dua jenis yaitu resin kation asam kuat dan asam lemah. Resin kation asam kuat memiliki gugus asam sulfonat,  $-\text{SO}_3\text{H}$ , yang merupakan asam kuat. Resin kation asam lemah memiliki gugus asam karboksil,  $-\text{CO}_2\text{H}$ , yang hanya terionisasi sebagian. Proton sebagai *counter ion* pada jenis resin ini dapat ditukarkan dengan kation lain. Persamaan reaksi pertukaran kationnya dituliskan sebagai berikut:



dan



dengan Pz menunjukkan matriks polimer resin (Christian, 1986). *Counter ion*  $\text{H}^+$  yang lepas ke dalam larutan dapat menaikkan keasaman larutan sehingga menyebabkan korosi pada berbagai peralatan logam. Korosi dapat dicegah dengan mengubah *counter ion*  $\text{H}^+$  dalam resin menjadi *counter ion*  $\text{Na}^+$  dengan regenerasi NaOH (Dorfner, 1991).

**Resin anion.** Jenis resin ini mengandung gugus ionik basa. Berdasarkan gugus ionik basanya, resin anion terdiri dari dua jenis yaitu resin anion basa kuat

dan basa lemah. Resin anion basa kuat memiliki gugus basa kuat,  $-\text{NR}_3\text{OH}$ , yaitu gugus ammonium kuartener sedangkan resin anion basa lemah memiliki gugus basa lemah,  $-\text{NH}_3\text{OH}$ , yaitu gugus amina. Anion hidroksil sebagai *counter ion* pada jenis resin ini dapat ditukarkan dengan anion lain. Persamaan reaksi pertukaran anionnya dapat dituliskan sebagai berikut:



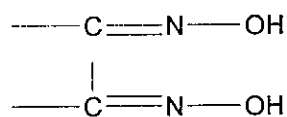
dan



dengan P menunjukkan matriks polimer resin, R menunjukkan gugus metil pada gugus ammonium kuartener dan Rz menunjukkan gugus metil yang terikat pada matriks polimer resin organik (Christian, 1986). *Counter ion*  $\text{OH}^-$  dalam resin dapat diubah menjadi *counter ion*  $\text{Cl}^-$  dengan regenerasi  $\text{HCl}$  (Dorfner, 1991).

### 2.3 Zat Khelat Dimetilglioksim ( $\text{H}_2\text{DMG}$ )

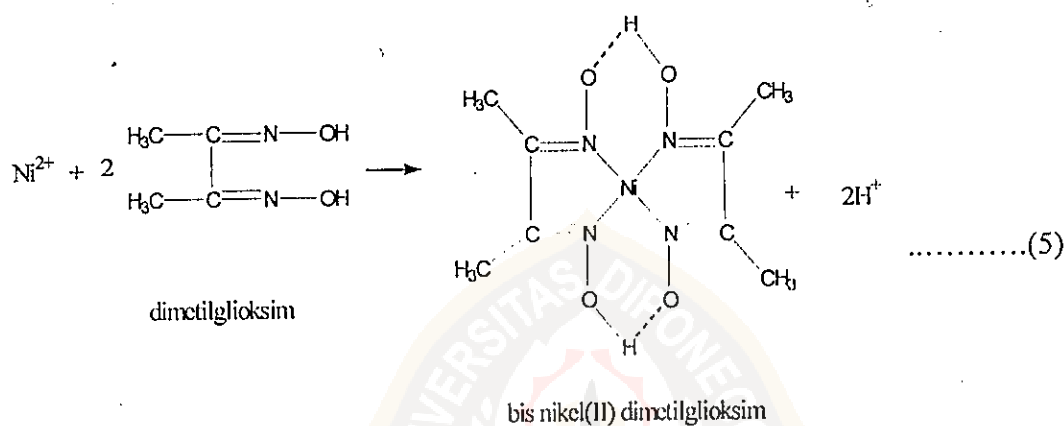
Suatu zat khelat merupakan tipe zat pengompleks yang memiliki dua atau lebih gugus asam atau basa yang mampu membentuk ikatan kompleks dengan ion logam (Christian, 1986). Dimetilglioksim merupakan zat khelat selektif untuk nikel. Dimetilglioksim memiliki gugus 1,2-dioxim (Kolthoff, 1969).



Gambar 2.1 Gugus 1,2- dioxim  
(Kolthoff, 1969 & Friest, 1975)

Dimetilglioksim (*dimethylglyoxime*; *diacetyldioxime*; *2,3-butanedione dioxime*) berupa serbuk kristal berwarna putih dan berbentuk jarum, tak larut dalam air dingin, larut dalam alkohol, eter, aseton dan larutan alkali (Friest, 1975).

Dimetilglioksim membentuk kompleks internal *bis nikel(II)dimetilglioksim* yang berupa endapan berwarna merah (Gould, 1955 & Alexeyev, 1979) dengan nikel dalam larutan netral, buffer asetat dan ammonia (Kolthoff, 1969; Friest, 1975 & Vogel, 1990). Pengendapan ini terjadi pada daerah pH 5 sampai 10 (Alexeyev, 1979). Persamaan reaksi pembentukan senyawa kompleks bis nikel(II) dimetilglioksim ditulis sebagai berikut:



(Kolthoff, 1969)

Struktur molekul senyawa kompleks *bis nikel(II)dimetilglioksim* berupa konfigurasi planar (Kolthoff, 1969). Kelarutan garam nikel dimetilglioksim sangat kecil dalam air yaitu sekitar  $4 \cdot 10^{-9}$  gram ion/L dengan konstanta hasil kali kelarutannya sebesar  $2,3 \cdot 10^{-25}$  (Alexeyev, 1979). Dimetilglioksim juga dapat membentuk kompleks yang larut dalam air dengan tembaga dan seng (Friest, 1975)

## 2.4 Kromatografi Pertukaran Ion

Kromatografi pertukaran ion merupakan teknik kromatografi yang tepat untuk pengambilan dan pemisahan ion-ion anorganik, kation maupun anion, karena pemisahannya didasarkan pada pertukaran ion dalam fasa diam (Christian, 1986).

#### 2.4.1 Teknik kromatografi pertukaran ion

Teknik kolom dan *batch* merupakan teknik dasar yang digunakan dalam kromatografi pertukaran ion (Dorfner, 1991). Kromatografi pertukaran ion menggunakan resin sebagai fasa diamnya (Christian, 1986).

**Teknik kolom.** Proses kolom merupakan teknik kromatografi pertukaran ion yang terpenting dan sering digunakan daripada teknik yang lain. Resin dibuat bubuk (*slurry*) di dalam pelarut sebelum dimasukkan ke dalam kolom untuk mencegah kolom pecah karena pemekaran resin. Pembentukan gelembung udara atau saluran yang timbul dalam kolom dicegah supaya tidak mengurangi keefektifan kerja kolom (Dorfner, 1991). Kaca masir atau *glass wool* sebaiknya diletakkan di dasar kolom untuk mencegah jatuhnya resin. Selanjutnya, sampel diteteskan dalam jumlah kecil di atas kolom. Eluen diteteskan ke dalam kolom dan dialirkan dengan kecepatan alir tertentu. Tetesan eluen ditampung dengan volume yang sama pada interval waktu tertentu. Volume eluen harus selalu dijaga tetap sedikit di atas permukaan fasa diam agar tidak merusak fasa diam. Selama aliran eluen melewati kolom, ion-ion akan mengalami pertukaran ion dengan ion lawan pada resin (Christian, 1986).

**Teknik *batch*.** Operasi *batch* merupakan proses pertukaran ion yang paling sederhana. Resin dikontakkan dengan larutan sampel dalam suatu wadah dengan pengadukkan atau pengocokkan. Setelah kesetimbangan dicapai, resin dipisahkan dari fase larutannya dengan penyaringan, sentrifugasi atau pendiaman. Selain diaplikasikan untuk proses pertukaran ion, operasi *batch* digunakan untuk

penentuan konstanta fisik, optimasi dan penelitian dasar tentang fenomena difusi pada pertukaran ion (Dorfner, 1991).

#### 2.4.2 Mekanisme pertukaran ion

Fenomena pertukaran ion ini ditemukan pertama kali oleh Thompson dan Way pada tahun 1850. Mereka menemukan bahwa tanah lahan pertanian dapat menukarkan berbagai basa seperti ammonium, kalsium dan magnesium. Kromatografi pertukaran ion terdiri dari resin yang mengandung *counter ions* A sebagai fase diam dan larutan yang mengandung ion-ion B yang bermuatan sama dengan A sebagai fase gerak. Pertukaran ion berlangsung melalui suatu mekanisme difusi yang menunjukkan suatu redistribusi dari ion-ion yang *mobile* dan mudah mengalami pertukaran antara fase resin dan fase larutan.

Mekanisme pertukaran ion terdiri dari empat tahap transfer massa. Empat tahap transfer massa yaitu (1) *counter ion* A dari posisi awal pada bagian dalam manik resin bergerak ke permukaan manik resin, (2) ion A bergerak dari permukaan ke dalam larutan, (3) ion B bergerak dari larutan ke permukaan manik resin, (4) ion B bergerak ke dalam manik resin. Pada saat kesetimbangan, kedua fase akan mengandung *counter ion* A dan ion B sekalipun biasanya tidak dalam perbandingan yang sama (Dorfner, 1991).

#### 2.4.3 Efek Zat Pengompleks dalam Kromatografi Pertukaran Ion

Beberapa logam dapat dipisahkan dalam kolom pertukaran anion dengan pembentukan senyawa kompleks. Anion seperti klorida, bromida atau fluorida sering digunakan sebagai zat pengompleks dalam kolom pertukaran anion. Beberapa logam akan membentuk kompleks anion dengan zat pengompleks

tersebut sehingga akan tertahan oleh resin anion dalam kolom sedangkan logam yang tidak dapat membentuk kompleks anion akan melewati kolom (Christian, 1986). Zat pengompleks juga dapat berupa zat khelat sehingga dapat diperoleh suatu resin khelat yang memiliki gugus khelat yang dapat mengikat logam tertentu dan membentuk senyawa kompleks khelat (Dorfner, 1991).

## 2.5 Aplikasi Kromatografi Pertukaran Ion

Aplikasi yang terpenting dari pertukaran ion adalah industri demineralisasi air. Air yang mengandung suatu garam terlarut dilewatkan dalam suatu kolom pertukaran ion *mixed-bed* yang terdiri dari resin kation asam kuat dan anion basa kuat. Ketika air yang mengandung garam terlarut dilewatkan pada kolom, kation divalen ditukarkan untuk dua *counter ion*  $H^+$  pada resin kation dan satu anion ditukarkan untuk satu *counter ion*  $OH^-$  pada resin penukar anion (Christian, 1986).

## 2.6 Spektroskopi Serapan Atom

Spektroskopi serapan atom berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Cahaya yang diabsorpsi ini digunakan sebagai energi transisi elektronik untuk suatu atom yang memiliki transisi elektronik yang spesifik. Dengan absorpsi energi ini, suatu atom yang memiliki tingkat energi pada keadaan dasar dapat dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Intensitas maksimum absorpsi cahaya pada panjang gelombang tertentu menghasilkan garis spektra yang tajam yang digunakan untuk analisis unsur (Khopkar, 1990).

Hubungan antara konsentrasi spesies penyerap yang dianalisis dan tingkat absorpsi dirumuskan oleh Beer (1859) yang menunjukkan bahwa:



$$\log\left(\frac{P_o}{P_t}\right) = k.C \dots\dots\dots (i)$$

$$A = \log\left(\frac{P_o}{P_t}\right) \dots\dots\dots (ii)$$

sehingga

$$A = k.C \dots\dots\dots (iii)$$

dengan A = absorbansi

k = konstanta

C = konsentrasi

$P_t$  = intensitas cahaya yang ditransmisikan

$P_o$  = intensitas radiasi yang masuk

(Day, 1996)

