

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sel Elektrolisis

Sel elektrokimia dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu sel galvanik dan sel elektrolisis. Pada sel galvanik energi yang dihasilkan oleh reaksi kimia timbul sebagai energi listrik (penghasil energi listrik). Sedangkan pada sel elektrolisis agar reaksi dapat terjadi memerlukan suatu energi listrik dari luar.

Suatu sel elektrokimia terdiri dari beberapa komponen, antara lain dua penghantar yang disebut elektroda dan komponen lain berupa larutan elektrolit. Elektroda yang merupakan tempat berlangsungnya oksidasi disebut anoda, sedangkan elektroda tempat berlangsungnya reduksi disebut katoda.

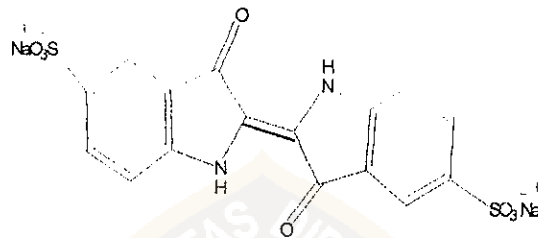
Dalam mempelajari suatu reaksi kimia kita tidak dapat mengabaikan energi yang menyertai selama berlangsungnya reaksi, karena hal tersebut berhubungan dengan kespontanan reaksi yang terjadi. Untuk suatu reaksi kimia dapat dikatakan spontan bila ΔG bernilai negatif, atau dengan harga negatif menyatakan jumlah kerja maksimum yang dikerjakan oleh sel tersebut, besarnya energi bebas yang dimiliki oleh suatu sel elektrokimia adalah:

$$\Delta G = -n.f.E_{sel}^0 \quad (1)$$

dimana n adalah jumlah mol elektron per mol reaksi, f adalah tetapan Faraday dan E_{sel}^0 adalah potensial reduksi standar (Keenan, dkk., 1990).

2.2 Zat Warna Indigo

Zat warna indigo carmin merupakan salah satu zat warna yang digunakan dalam industri tekstil, yang mempunyai warna biru. Berdasarkan proses penggunaannya dalam pewarnaan tekstil, zat warna indigo carmin digolongkan dalam zat warna bejana, yaitu zat warna yang harus di bejarakan (direduksi) terlebih dahulu membentuk larutan sehingga dapat digunakan untuk pewarnaan kain (Roesler dkk, 2001).



Gambar 2.1. Struktur senyawa indigo

Indigo carmine merupakan zat warna yang banyak digunakan pada industri tekstil sebagai pewarna jeans yang mempunyai rumus molekul $C_{16}H_{10}O_8N_2S_2H_2O$. Keberadaannya di pasaran berupa bubuk berwarna biru gelap, sangat peka terhadap agen pengoksidasi dan tiap satu gram larut dalam 100 ml air pada 25 °C. Sedikit larut dalam alkohol dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut organik (Budavari, 1989).

2.3 Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi adalah proses pemberian ion-ion dengan muatan yang berlawanan dengan muatan koloid ke dalam air sehingga mengakibatkan ketidakstabilan koloid. Flokulasi adalah proses pengumpulan partikel-partikel koloid yang telah mengalami koagulasi membentuk flok (gumpalan) yang mudah untuk diendapkan.

Secara sederhana dapat dikatakan bahwa proses koagulasi adalah suatu proses penambahan bahan koagulasi ke dalam air sehingga partikel-partikel yang stabil mengalami ketidakstabilan. Sedangkan proses flokulasi adalah suatu proses dimana partikel-partikel yang telah mengalami koagulasi (tidak stabil) saling bergabung sehingga diperoleh ukuran partikel yang lebih besar dari ukuran semula (Culp, R., 1979).

2.4 Ligan

Ligan adalah spesies yang memiliki atom yang dapat menyumbangkan sepasang elektron pada ion logam pusat pada tempat tertentu dalam lengkung koordinasi sehingga ligan merupakan basa lewis dan ion pusat adalah asam lewis (Huheey, 1979). Berdasarkan sifat magnet dan spektrum absorpsi dari kompleks logam transisi, maka urutan kekuatan ligan dari yang paling lemah berinteraksi dengan ion logam sampai yang berinteraksi paling kuat.

$I^- < Br^- < Cl^-$
Ligan medan lemah
(spin tinggi)

$< F^- < OH^- < NCS^-$
ligan medan sedang

$< NH_3 < en < CO, CN^-$
ligan medan kuat
(spin rendah)

Meskipun urutan ini tidak selamanya berlaku untuk setiap ligan dengan setiap atom logam pusat, cara ini cukup berguna. Urutan yang dihasilkan dari yang terlemah sampai yang terkuat dinamakan deret spektrokimia (*spectrochemical series*) (Oxtoby, 1986).

2.5 Faktor-Faktor yang Memengaruhi Stabilitas Kompleks

Menurut Huheey (1979) stabilitas kompleks dipengaruhi oleh ion pusat dan ligan penyusunnya.

1. Ion Pusat
 - a. Besar dan Muatan Ion

Kompleks stabil tersusun dari ion dengan jari-jari kecil dan muatan besar. Kombinasi dari keduanya dinyatakan dalam perbandingan muatan jari-jari. Makin besar perbandingan muatan jari-jari, makin stabil kompleks yang terbentuk.

- b. Faktor CFSE (Crystal Field Stabilization Energi)

Untuk kompleks spin tinggi dari Mn^{2+} sampai Zn^{2+} dengan ligan tertentu, urutan stabilitasnya naik sesuai dengan urutan jari-jari yang semakin kecil. Adanya CFSE dari masing-masing ion kompleks menambah kestabilan hingga harga K lebih besar daripada yang diharapkan.

- c. Faktor Distribusi Muatan

Logam elektropositif membentuk kompleks stabil dengan ligan yang atom donornya N, O atau F seperti NH_3 dan H_2O . Logam elektronegatif membentuk kompleks stabil dengan ligan yang atom donornya lebih berat dari N, O dan F seperti P, S dan I.

2. Pengaruh Ligan
 - a. Besar dan Muatan dari Ion

makin besar muatan dan semakin besar jari-jarinya makin stabil kompleks yang dibentuk.

b. Sifat Basa

Makin besar sifat basa dari ligan (dalam hal ini basa lewis) makin stabil kompleks yang dibentuk oleh ligan ini dengan logam elektropositif.

c. Faktor Pembentukan Chelat

Ligan-ligan multidentat, asal tidak terlalu besar membentuk kompleks stabil daripada ligan monodentat.

d. Faktor Besar Lingkaran

Bila ligan yang membentuk chelat tidak berikatan rangkap, kompleks yang paling stabil ialah yang terdiri dari lingkaran lima atom. Untuk ligan yang berikatan rangkap, lingkaran enam merupakan kompleks yang paling stabil.

e. Faktor Ruang

Ligan yang banyak cabangnya cenderung kurang stabil dibandingkan ligan sederhana.

2.6 Besi dengan Ligan Amonia

Besi murni adalah logam berwarna putih perak yang kukuh dan liat yang melebur pada 1535°C dan jarang terdapat sebagai besi komersial yang murni. Biasanya besi mengandung sejumlah kecil karbida, silida, fosfida, sulfida dari besi serta sedikit grafit. Zat-zat pencemar ini memberikan peranan penting dalam kekuatan struktur besi (Vogel, 1990).

Ligan amonia (NH_3) terbentuk dari ionisasi garam amonium hidroksida di dalam larutan. Persen disosiasi amonia tergantung pada pH larutan yang ditunjukkan dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Persen Disosiasi Amonia dari Larutan Amonium Hidroksida dalam Berbagai Kondisi pH

pH	% NH ₃	% NH ₄ ⁺
6	0	100
7	1	99
8	4	96
9	25	75
10	78	22
11	96	4

Kenaikan pH menyebabkan bertambahnya jumlah ligan amonia dalam larutan (Metelev, dkk., 1983). Besi bereaksi dengan ligan amonia akan membentuk endapan coklat merah seperti gelatin dari besi (III) hidroksida (Huheey, 1979).

2.7 Pengaruh jarak elektroda

Dalam sel elektrolisis, anoda besi mengalami oksidasi menjadi ion Fe²⁺ dan elektron sedangkan katoda karbon yang inert mereduksi H₂O menjadi gas H₂ dan ion OH⁻. Masing-masing ion bergerak dalam larutan yaitu ion Fe²⁺ bergerak menuju katoda dan ion OH⁻ bergerak menuju anoda. Perpindahan kation dan anion menimbulkan aliran listrik yang dinyatakan dalam daya hantar listrik larutan atau konduktifitas. Besarnya konduktifitas sebanding dengan luas permukaan elektroda dan berbanding terbalik dengan jarak elektroda. Jarak yang sangat dekat mempengaruhi ruang gerak migrasi ion-ion dalam larutan elektrolit. Sebaliknya jarak yang terlalu jauh juga menghambat aliran ion-ion yang terlibat dalam elektrolisis (Keenan, et al., 1990).

2.8 Spektrofotometer Serapan Ultraviolet Sinar Tampak

Penerapan spektrofotometer ultraviolet sinar tampak pada senyawa organik didasarkan pada transisi $n-\pi^*$ ataupun $\pi-\pi^*$ dan karenanya membutuhkan hadirnya gugus kromofor pada molekul itu. Transisi ini terjadi pada daerah spektrum sekitar 200 nm hingga 700 nm yang praktis digunakan dalam eksperimen.

Penyerapan sinar tampak atau ultraviolet oleh suatu molekul dapat menyebabkan terjadinya eksitasi molekul tersebut dari tingkat dasar (*ground state*) ke tingkat yang lebih tinggi (*excited state*). Penyerapan sinar ultraviolet dan sinar tampak oleh suatu molekul umumnya menghasilkan eksitasi elektron sehingga mengakibatkan panjang gelombang absorpsi maksimum dapat dikorelasi dengan jenis ikatan yang ada di dalam molekul yang sedang diselidiki.

Spektroskopi serapan ultraviolet dan sinar tampak dapat digunakan untuk analisis kuantitatif senyawa-senyawa yang mengandung gugus pengabsorpsi. Semua senyawa organik mampu mengabsorpsi cahaya karena semua senyawa organik mengandung elektron valensi yang dapat dieksitasikan ke tingkat energi yang lebih tinggi. Elektron-elektron yang bertanggungjawab terhadap pengabsorbsian cahaya oleh suatu molekul organik adalah: (1) elektron-elektron yang terlibat langsung di dalam pembentukan ikatan antar atom, (2) elektron-elektron bebas atau tak berpasangan seperti pada atom-atom oksigen, halogen, belerang dan nitrogen (Hendayana, dkk., 1994).