

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sel Elektrokimia

Suatu sel yang mengubah energi bebas dari reaksi kimia menjadi energi listrik disebut sebagai sel galvanik, sedangkan sel menggunakan energi listrik untuk berlangsungnya suatu reaksi kimia disebut sebagai sel elektrolisis.

Hubungan antara energi bebas dari reaksi kimia dengan tegangan sel dinyatakan dengan persamaan :

$$\Delta G = -n.F.E \dots\dots\dots(1)$$

dengan F adalah konstanta Faraday, E merupakan tegangan sel (dalam volt), sedangkan n adalah banyaknya elektron yang berperan pada reaksi kesetimbangan.

Pada sel elektrolisis tegangan yang diperlukan untuk berlangsungnya suatu reaksi akan sedikit lebih tinggi dari pada tegangan yang dihasilkan oleh reaksi kimia. Dan tegangan tersebut didapatkan dari lingkungannya^[8].

2.2 Proses Elektroflokulasi

Elektroflokulasi limbah minyak terjadi karena adsorpsi minyak oleh hidroksida besi yang dihasilkan dari elektrolisis.

Hubungan antara banyaknya zat dibebaskan pada elektroda dan potensial listrik yang dilewatkan pada rangkaian listrik dirumuskan oleh dua hukum

Faraday yaitu:

1. Banyaknya zat yang dibebaskan pada elektrolisis sebanding dengan banyaknya potensial listrik yang dilewatkan melalui larutan
2. Banyaknya zat yang berbeda yang dibebaskan pada elektroda dengan pemberian sejumlah potensial listrik yang sama akan sebanding dengan ekuivalen kimianya.

Massa besi yang dibebaskan selama elektrolisis menurut Faraday adalah:

$$W = \frac{e.I.t}{F} \dots\dots\dots(2)$$

Besaran e/F , I , dan t berturut-turut adalah berat ekuivalen molekul yang bersangkutan (Fe), kuat arus dalam ampere (A), dan waktu dalam detik (s) ^[7].

Kuat arus dapat dinyatakan dalam potensial, menurut persamaan Ohm:

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots(3)$$

Besaran V dan R masing-masing menyatakan beda potensial tegangan dalam volt dan tahanan dalam ohm ^[7].

Dengan memasukkan persamaan (3) ke dalam persamaan (2) diperoleh hubungan:

$$W = \frac{e.V.t}{F.R} \dots\dots\dots(4)$$

Dari persamaan dapat dinyatakan bahwa banyaknya zat yang dibebaskan pada elektroda berbanding lurus dengan tegangan yang diberikan:

$$W \propto V \dots\dots\dots(5)$$

2.3 Reaksi Elektroflokulasi

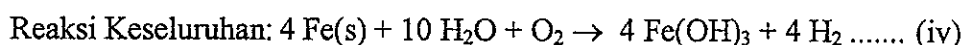
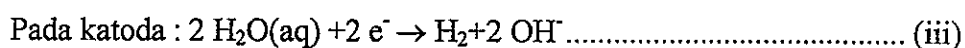
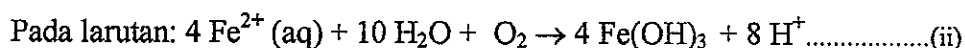
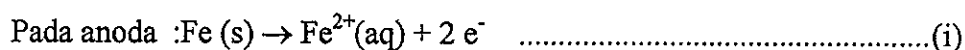
Elektrolisis adalah suatu proses reaksi kimia terjadi pada 2 elektroda yang tercelup dalam elektrolit. Elektroda yang bermuatan negatif disebut katoda dan elektroda yang bermuatan positif disebut anoda. Selama elektrolisis terjadi oksidasi pada anoda dan reduksi pada katoda.

Gambaran umum tipe reaksi elektroda sebagai berikut:

1. Arus listrik yang membawa ion akan dibebaskan pada elektroda
2. Apabila ion negatif sulit untuk dibebaskan pada anoda menyebabkan penguraian H_2O , pembentukan O_2 , H^+ , dan elektron.
3. Ion positif yang sulit untuk dibebaskan pada katoda menyebabkan penguraian H_2O , pembentukan H_2 , OH^- , dan absorpsi elektron.

Proses elektrolisis yang dikerjakan melibatkan elektroda besi sebagai anoda dan aluminium sebagai katoda. Pada anoda terjadi reaksi oksidasi besi menjadi ion-ionnya sedangkan pada katode ion positif aluminium sulit untuk dibebaskan sehingga menyebabkan penguraian air yang membentuk gas hidrogen, ion hidroksida, dan absorpsi elektron.

Mekanisme terbentuknya hidroksida besi sebagai berikut⁽¹⁹⁾:



Produksi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ berperan dalam penanganan limbah minyak.

Potensial nyata untuk pembentukan Fe^{2+} dan Fe^{3+} dinyatakan dalam persamaan Nernst:

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}]} \dots\dots\dots (6)$$

Harga $E = E^0$ apabila aktivitasnya sama, tetapi saat endapan mulai terbentuk, aktivitas spesi besi sangat berbeda. Hal tersebut ditentukan oleh kelarutan produk dari kedua bentuk hidroksidanya, yaitu:

$$[\text{Fe}^{2+}][\text{OH}^-]^2 \approx 8 \cdot 10^{-16} (\text{mol/l})^3 \text{ dan } [\text{Fe}^{3+}][\text{OH}^-]^3 \approx 2,5 \cdot 10^{-39} (\text{mol/l})^4$$

Jika $[\text{OH}^-] = 1 \text{ mol/l}$

Sehingga:

$$E \approx 0,771 - 0,05916 \ln 32 \cdot 10^{23}$$

$$E = 0,771 - 1,8931 = - 1,1231 \text{ volt}$$

Hasil ini menunjukkan harga potensial reduksi rendah, ini berarti kemungkinan besi (II) teroksidasi sangat besar ^[7,10].

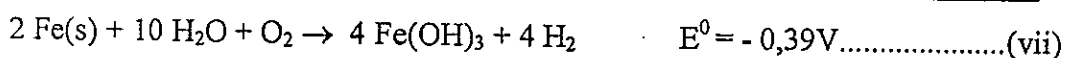
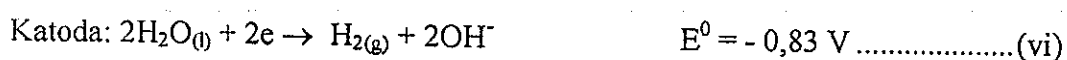
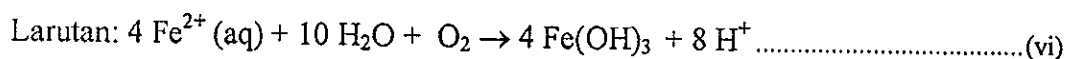
2.4 Aspek Kelistrikan

Potensial elektroda sangat menentukan mekanisme reaksi elektrokimia, karena adanya fenomena lapisan listrik ganda menyebabkan pada setiap antar muka timbul beda potensial secara spontan. Beda potensial sel terukur langsung pada voltameter dan tidak tergantung pada elektroda acuan, sehingga potensial sel meliputi potensial standart setengah sel katoda (E_k) dan anoda (E_a) serta potensial ohmik (IR).

$$E_{\text{sel}} = E_k + E_a + IR \dots\dots\dots (7)$$

Contoh reaksi dalam elektrolisis adalah pembentukan hidroksida besi

Bila reaksi pembentukan tersebut melalui mekanisme:



Maka perolehan harga $E^0 = -0,39 \text{ V}$ pada pembentukan hidroksida besi mengakibatkan energi bebas reaksi tersebut berharga positif, yang berarti reaksi pembentukan besi(II) hidroksida tidak berlangsung spontan. Bila ke dalam sel dialiri sebesar 7,5 volt maka E_{sel} akan berharga positif yang berarti reaksi pembentukan hidroksida besi dapat terjadi^[10].

2.5 Ekstraksi Pelarut^[16]

Ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu zat yang terbagi dalam dua pelarut yang tidak bercampur. Prinsip dari proses ini, berdasarkan koefisien distribusi atau koefisien partisi (K_D) yang merupakan tetapan kesetimbangan yang merupakan kelarutan relatif dari suatu senyawa terlarut dalam dua pelarut yang tidak saling bercampur.

$$K_D = \frac{C_1}{C_2} \dots\dots\dots (8)$$

Dengan keterangan, C_1 adalah kadar minyak dalam pelarut air, sedangkan C_2 adalah kadar minyak dalam pelarut organik (heksana).

Misalkan, X_0 adalah berat minyak dalam V_1 ml air yang diekstraksi dengan menggunakan V_2 ml heksana. Jika berat minyak sisa dalam air dinyatakan dalam X_1 ,

$$K_D = \frac{\left(\frac{X_1}{BM}\right) V_2}{\left(\frac{X_0 - X_1}{BM}\right) V_1} \dots\dots\dots(9)$$

$$K_D = \frac{X_1 \cdot V_2}{(X_0 - X_1) \cdot V_1} \dots\dots\dots(10)$$

$$X_1 = X_0 \left[\frac{K_D \cdot V_1}{K_D \cdot V_1 + V_2} \right] \dots\dots\dots(11)$$

Setelah ekstraksi sebanyak n kali maka berat minyak yang tertinggal dalam lapisan pelarut air adalah:

$$X_n = X_0 \left[\frac{K_D \cdot V_1}{K_D \cdot V_1 + V_2} \right]^n \dots\dots\dots(12)$$

2.6 Koagulasi dan Flokulasi^[9]

Subtansi dalam pengolahan air limbah melibatkan koagulasi dan flokulasi, secara umum digambarkan dalam rentang ukuran koloid lebih kecil. Koloid mempunyai sifat listrik yang mampu mencegah pengampulan dan pengendapan. Ini berdasarkan dari kestabilan ion yang akan memperkuat adsorpsi dalam lapisan yang mengandung partikel bermuatan.

Istilah koagulasi berasal dari bahasa latin *coagulare* yang artinya membawa bersama. Proses tersebut menerangkan destabilisasi sistem dispersi koloid yang terjadi akibat penambahan ion elektrolit sederhana, yang

mengakibatkan reduksi gaya tolak lapisan ganda listrik pada permukaan padatan-cairan.

Sedangkan istilah flokulasi berasal dari bahasa latin floccure yang artinya adalah membentuk flok. Proses tersebut menerangkan destabilisasi sistem koloid akibat kerja polielektrolit dengan berat molekul yang tinggi yang larut dalam fasa kontinu. Mekanisme kerja polielektrolit tersebut tak hanya mengurangi muatan tetapi juga melibatkan pembentukan ikatan antar partikel.

2.6 Adsorpsi

Adsorpsi adalah gejala pada permukaan karena adanya perbedaan potensial kimia suatu zat di permukaan terhadap konsentrasi dibagian dalam pada fasa terbatas. Hal tersebut terjadi apabila permukaan padatan menarik spesies ionik atau molekul dari larutannya.

Faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah:

A. Adsorben

Tiap jenis adsorben memiliki karakteristik sendiri. Adsorben yang baik untuk mengadsorpsi zat yang satu belum tentu baik untuk mengadsorpsi zat yang lain.

B. Adsorbat

Adsorbat dapat berupa zat elektrolit maupun zat non elektrolit. Untuk zat elektrolit adsorpsinya besar karena mudah mengion sehingga antara molekul-molekulnya saling tarik menarik. Zat non elektrolit memiliki adsorpsi yang kecil karena tak mengalami ionisasi.

C. Luas Permukaan

Semakin Luas permukaan adsorben, maka adsorpsi yang terjadi makin besar. Sebab kemungkinan adsorbat untuk diadsorpsi makin besar. Jadi semakin halus suatu adsorben adsorpsi akan makin besar.

D. Temperatur

Temperatur meningkat molekul gerak lebih cepat hingga kemungkinan untuk mengadsorpsi molekul-molekul akan semakin sulit. Sehingga jumlah adsorbat yang teradsorpsi akan makin kecil.

E. Waktu

Semakin lama waktu kontak antara adsorben dan adsorbat maka kontak antara adsorben dan adsorbat semakin besar. Sehingga, akan meningkatkan proses adsorpsi.

2.7 Minyak Kelapa Sawit^[18]

Minyak kelapa sawit merupakan salah satu komponen dari limbah rumah tangga. Minyak kelapa sawit terdiri dari fraksi padat dan cair dengan perbandingan setimbang. Penyusunan fraksi padat terdiri dari asam lemak jenuh antara lain asam miristat 1%, asam palmitat 45%, dan asam stearat 3%. Sedangkan fraksi cair tersusun dari asam lemak tak jenuh yang terdiri dari asam oleat 39%, dan asam linoleat 11%. Kandungan dalam jumlah kecil dalam minyak kelapa sawit antara lain karoten, tokoferol, sterol, alkohol, triterpena, fosfolipid.

2.8 Besi

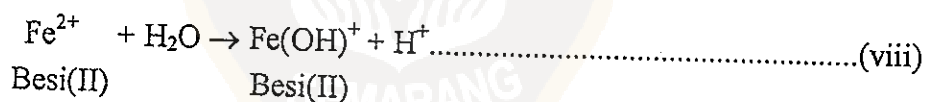
Besi bekas biasanya banyak dijumpai di pabrik-pabrik pelapisan logam sebagai limbah padat. Limbah padat ini apabila tidak dimanfaatkan akan menambah masalah pencemaran lingkungan. Sebagai alternatif diambil salah satu langkah untuk memanfaatkan besi bekas tersebut sehingga akan memperpanjang kegunaannya. Besi bekas yang dipakai disesuaikan dengan tingkat pencemaran yang terjadi.

Besi bekas harus dibersihkan terlebih dahulu dari pencemaran yang terikat pada bahan sehingga besi bebas korosi. Besi bekas diusahakan tidak terlalu keras teksturnya sehingga pelepasan besi (II) dapat berlangsung mudah ^[17].

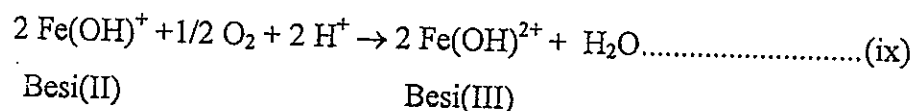
Jika besi berhubungan dengan oksigen (O₂), menyebabkan besi berubah. Karena oksidasi dari besi(II) yang larut menjadi besi(III) yang tidak larut.

Pembentukan FeO(OH) melalui beberapa tahap reaksi sebagai berikut⁽¹²⁾:

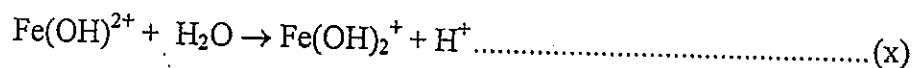
- a. Reaksi hidrolisis yang mampu meningkatkan keasaman



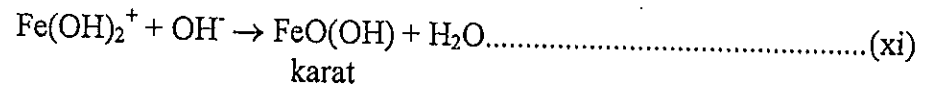
- b. Pembentukan ion besi (III). Pada tahap ini reaksi yang terjadi adalah reaksi oksidasi Fe(OH)⁺ yang menggunakan oksigen sebagai oksidator.



- c. Reaksi hidrolisis yang menyebabkan larutan semakin asam



- d. Hasil korosi adalah karat yang dinyatakan FeO(OH) yang terbentuk dari unsur-unsur ionik kompleks.



Flokulan FeO(OH) yang terbentuk juga berperan dalam penanganan limbah minyak. Flokulan tersebut memiliki muatan parsial positif. Hal ini yang menyebabkan adsorpsi terjadi antara flokulan FeO(OH) dengan senyawa minyak karena adanya perbedaan muatan dan dapat diasumsikan sebagai proses reaksi pembentukan kompleks.

