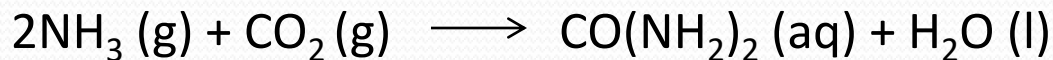


Pereaksi (Reaktan) Pembatas

Contoh Soal:

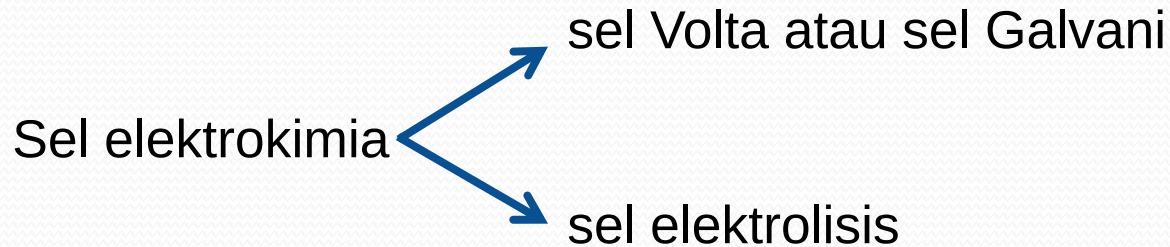
1. Urea [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] dibentuk dengan mereaksikan amonia dan karbondioksida menurut reaksi:



jika 750 g NH_3 direaksikan dengan 1250 g CO_2 , Tentukan :

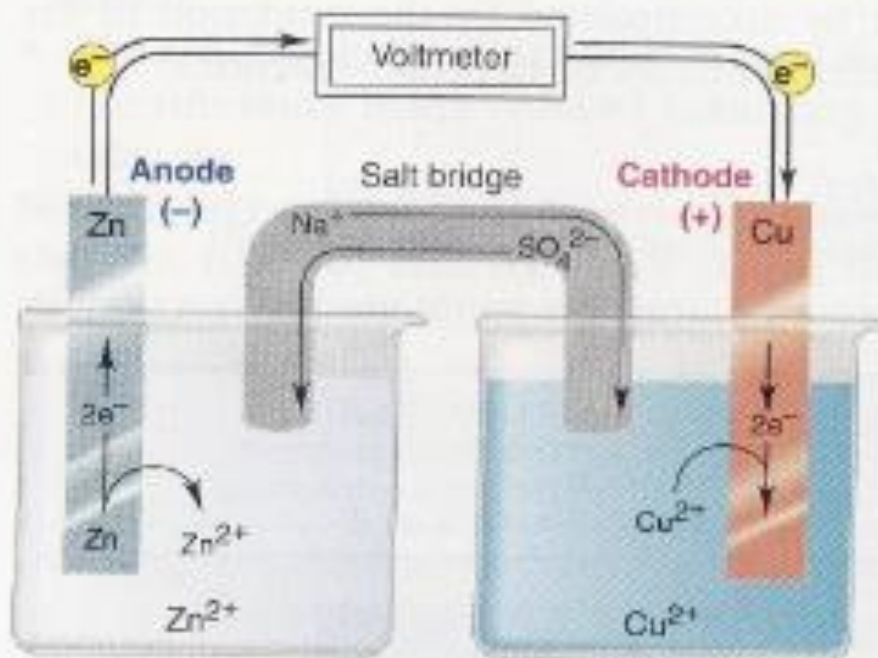
- Pereaksi pembatas
 - Massa urea yang terbentuk
 - massa reaktan yang berlebih diakhir reaksi
- (diket: Ar N=14, C=12, O=16, H=1)

Sel Elektrokimia



- Dalam sel elektrokimia, kedua sel setengah-reaksi berlangsung secara terpisah pada elektrode-elektrode.
- Elektrode yang mengalami oksidasi disebut *anoda*.
- Elektrode yang mengalami reduksi disebut *katoda*.
- Dalam sel Volta atau sel Galvani, terjadi perubahan energi kimia menjadi energi listrik.
- Dalam sel elektrolisis, terjadi perubahan energi listrik menjadi energi kimia.

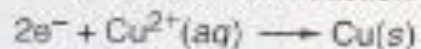
Sel Volta



Oxidation half-reaction



Reduction half-reaction



Overall (cell) reaction

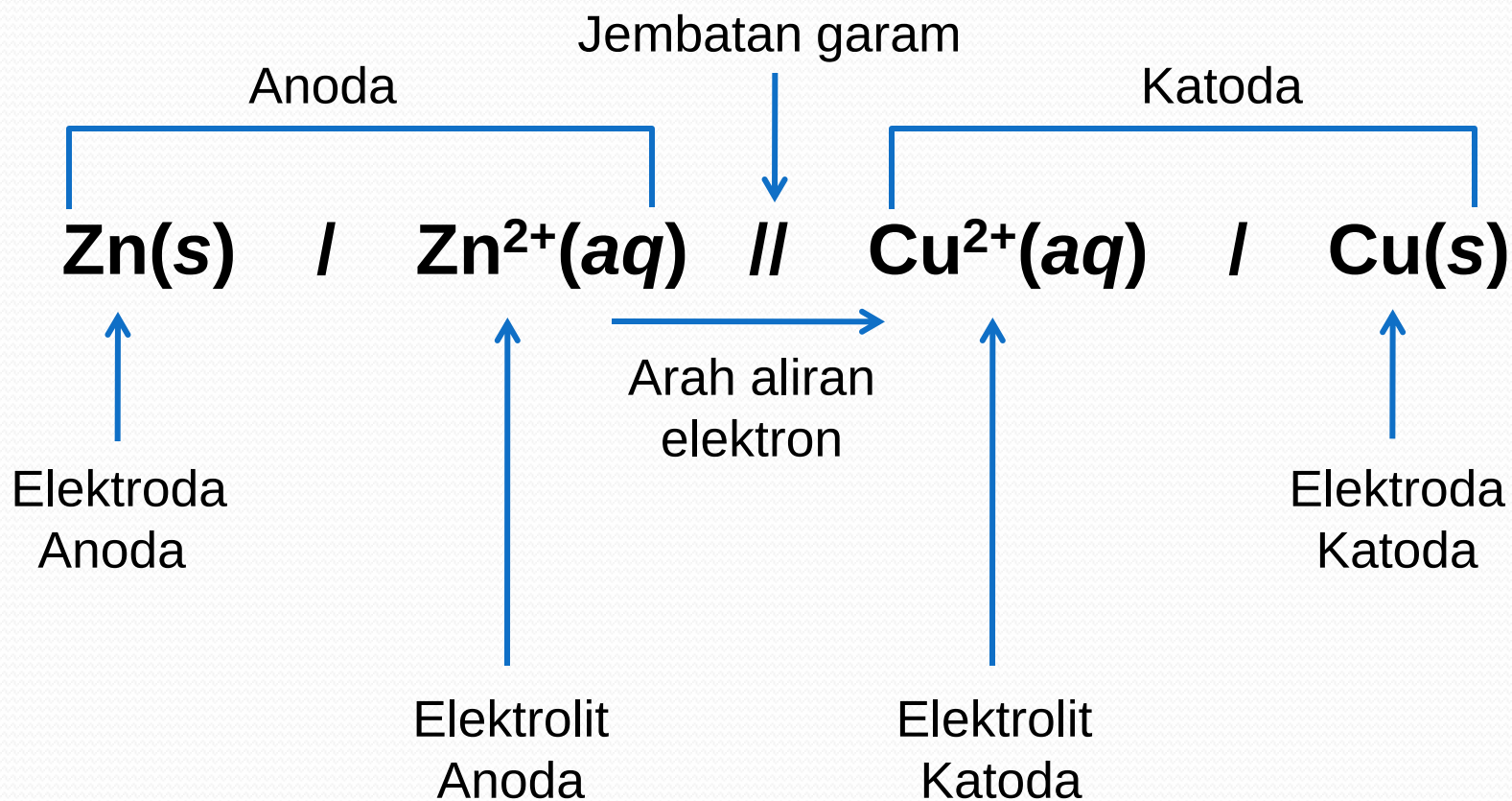


A



B

Notasi Sel



Deret volta

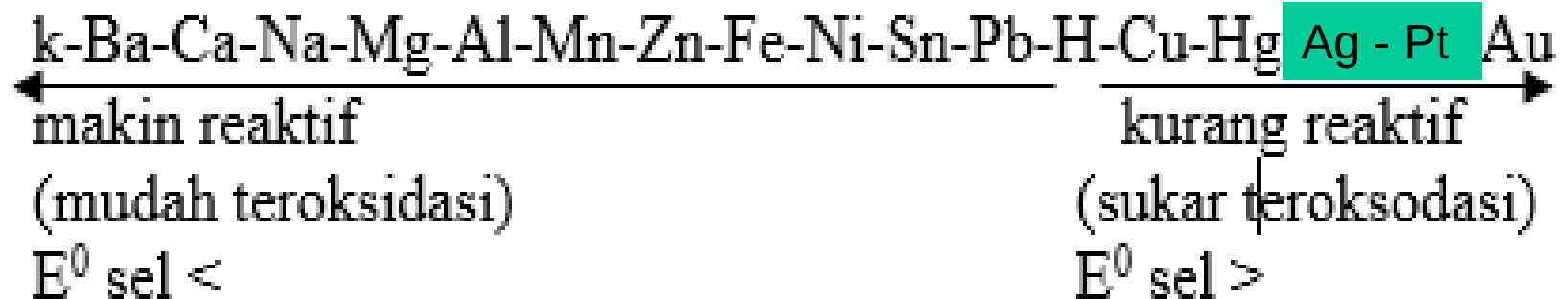


Table 21.2 Standard Electrode (Half-Cell) Potentials (298 K)*

Half-Reaction	E° (V)
$\text{F}_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{F}^-(aq)$	+2.87
$\text{O}_3(g) + 2\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{O}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$	+2.07
$\text{Co}^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons \text{Co}^{2+}(aq)$	+1.82
$\text{H}_2\text{O}_2(aq) + 2\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(l)$	+1.77
$\text{PbO}_2(s) + 4\text{H}^+(aq) + \text{SO}_4^{2-}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{PbSO}_4(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$	+1.70
$\text{Ce}^{4+}(aq) + e^- \rightleftharpoons \text{Ce}^{3+}(aq)$	+1.61
$\text{MnO}_4^-(aq) + 8\text{H}^+(aq) + 5e^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(aq) + 4\text{H}_2\text{O}(l)$	+1.51
$\text{Au}^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons \text{Au}(s)$	+1.50
$\text{Cl}_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{Cl}^-(aq)$	+1.36
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(aq) + 14\text{H}^+(aq) + 6e^- \rightleftharpoons 2\text{Cr}^{3+}(aq) + 7\text{H}_2\text{O}(l)$	+1.33
$\text{MnO}_2(s) + 4\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+}(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$	+1.23
$\text{O}_2(g) + 4\text{H}^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(l)$	+1.23
$\text{Br}_2(l) + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{Br}^-(aq)$	+1.07
$\text{NO}_3^-(aq) + 4\text{H}^+(aq) + 3e^- \rightleftharpoons \text{NO}(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$	+0.96
$2\text{Hg}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}(aq)$	+0.92
$\text{Hg}_2^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{Hg}(l)$	+0.85
$\text{Ag}^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}(s)$	+0.80
$\text{Fe}^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}(aq)$	+0.77
$\text{O}_2(g) + 2\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2(aq)$	+0.68
$\text{MnO}_4^-(aq) + 2\text{H}_2\text{O}(l) + 3e^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2(s) + 4\text{OH}^-(aq)$	+0.59
$\text{I}_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-(aq)$	+0.53
$\text{O}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l) + 4e^- \rightleftharpoons 4\text{OH}^-(aq)$	+0.40
$\text{Cu}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cu}(s)$	+0.34
$\text{AgCl}(s) + e^- \rightleftharpoons \text{Ag}(s) + \text{Cl}^-(aq)$	+0.22
$\text{SO}_4^{2-}(aq) + 4\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{SO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$	+0.20
$\text{Cu}^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \text{Cu}(s)$	+0.15
$\text{Sn}^{4+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+}(aq)$	+0.13
$2\text{H}^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2(g)$	0.00
$\text{Pb}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Pb}(s)$	-0.13
$\text{Sn}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sn}(s)$	-0.14
$\text{N}_2(g) + 5\text{H}^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_5^+(aq)$	-0.23
$\text{Ni}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ni}(s)$	-0.25
$\text{Co}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Co}(s)$	-0.28
$\text{PbSO}_4(s) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Pb}(s) + \text{SO}_4^{2-}(aq)$	-0.31
$\text{Cd}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Cd}(s)$	-0.40
$\text{Fe}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Fe}(s)$	-0.44
$\text{Cr}^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons \text{Cr}(s)$	-0.74
$\text{Zn}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Zn}(s)$	-0.76
$2\text{H}_2\text{O}(l) + 2e^- \rightleftharpoons \text{H}_2(g) + 2\text{OH}^-(aq)$	-0.83
$\text{Mn}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mn}(s)$	-1.18
$\text{Al}^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons \text{Al}(s)$	-1.66
$\text{Mg}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Mg}(s)$	-2.37
$\text{Na}^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \text{Na}(s)$	-2.71
$\text{Ca}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ca}(s)$	-2.87
$\text{Sr}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Sr}(s)$	-2.89
$\text{Ba}^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons \text{Ba}(s)$	-2.90
$\text{K}^+(aq) + e^- \rightleftharpoons \text{K}(s)$	-2.93

Potensial Reduksi dan Reaksi Redoks

- ❑ Potensial reduksi standar (E^0) setengah sel adalah potensial sel yang terdiri atas setengah sel Galvani dengan konsentrasi 1 M pada temperatur 25 °C dihubungkan dengan setengah sel hidrogen.
- ❑ Harga potensial reduksi setengah sel hidrogen = 0 volt.
- ❑ Elektrode yang potensial reduksi standarnya lebih besar daripada hidrogen (lebih mudah mengalami reduksi daripada ion H^+) diberi tanda positif, misalnya $E^0 \text{ Cu}^{2+}/\text{Cu} = +0,34 \text{ V}$.
- ❑ Elektrode yang potensial reduksi standarnya lebih kecil daripada potensial reduksi hidrogen (lebih sukar mengalami reduksi daripada ion H^+), potensial reduksinya diberi tanda negatif, misalnya $E^0 \text{ Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0,76 \text{ V}$.

Memperkirakan Berlangsungnya Reaksi Redoks dengan Potensial Sel

Suatu reaksi redoks dapat berlangsung spontan jika

$$E^0_{\text{sel}} = \left(\begin{array}{c} \text{Potensial reduksi} \\ \text{standar zat yang} \\ \text{tereduksi} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Potensial reduksi} \\ \text{standar zat yang} \\ \text{teroksidasi} \end{array} \right) > 0$$

atau

$$E^0_{\text{sel}} = \left(\begin{array}{c} \text{Potensial reduksi} \\ \text{standar zat yang} \\ \text{teroksidasi} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Potensial reduksi} \\ \text{standar zat yang} \\ \text{tereduksi} \end{array} \right) > 0$$

$$E^0_{\text{sel}} = E^0_{\text{katoda}} - E^0_{\text{anoda}} \quad \text{atau} \quad E^0_{\text{sel}} = E^0_{\text{oks}} + E^0_{\text{red}}$$

Contoh:

Diketahui:



Tentukan potensial sel Volta yang terdiri atas elektrode Ni dan Pb tersebut.

Jawab:

$$\begin{aligned} E^{\circ}_{\text{sel}} &= E^{\circ}_{\text{Ni/Ni}^{2+}} + E^{\circ}_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}} \\ &= E^{\circ}_{\text{oks}} + E^{\circ}_{\text{red}} \\ &= +0,25 \text{ V} + (-0,13 \text{ V}) \\ &= +0,12 \text{ V} \end{aligned}$$

Potensial reduksi tidak pernah dikalikan dengan faktor yang digunakan untuk menyamakan elektron yang dilepas dan elektron yang diterima untuk menghasilkan harga potensial sel.

5. Aplikasi Praktis Sel Galvani

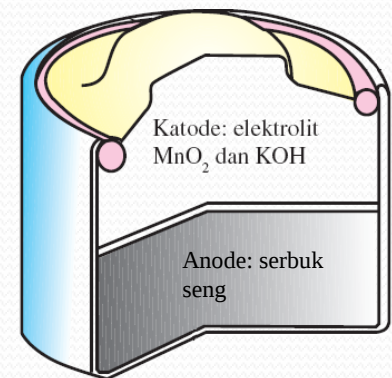
a. Sel Kering (Baterai)

- ✓ Potensial yang dihasilkan $\pm 1,5$ volt.
- ✓ **Keuntungan utama:** relatif murah harganya dan biasanya tidak terjadi kebocoran.
- ✓ **Kelemahan:** tidak dapat diisi kembali.



Juga dikenal baterai alkali atau sel kering alkali.

- ✓ Potensial yang dihasilkan $\pm 1,54$ V.
- ✓ Waktu hidup lebih lama.
- ✓ Dapat menghantarkan arus yang lebih tinggi daripada sel seng-karbon.



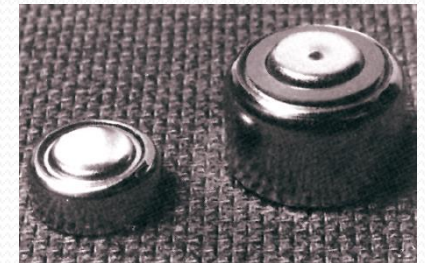
b. Sel Nikad (Nikel–Kadmium)

- ✓ Dapat diisi ulang (*rechargeable*).
- ✓ Menghasilkan potensial $\pm 1,4$ V.
- ✓ Dapat digunakan untuk baterai alat elektronik.



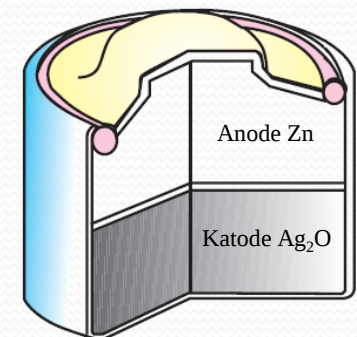
c. Baterai Merkurium

- ✓ Potensial yang dihasilkan $\pm 1,35$ V.
- ✓ **Keuntungan:** potensial yang dihasilkan mendekati konstan.



d. Baterai Perak Oksida

- ✓ Potensial yang dihasilkan $\pm 1,54$ V.



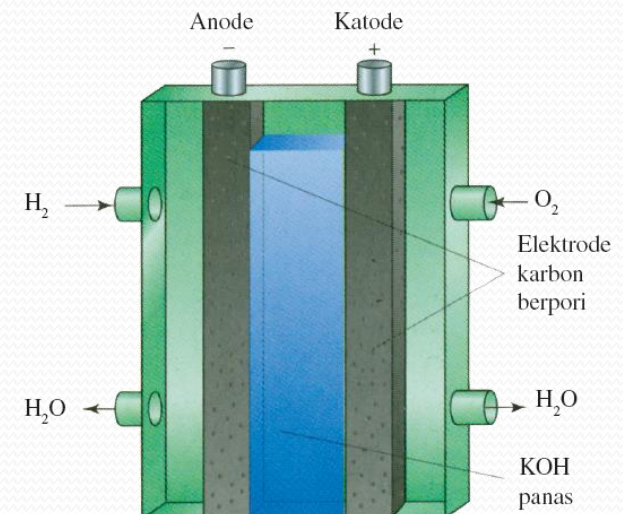
e. Baterai Litium

- ✓ Dapat diisi ulang, ringan, dan menghasilkan potensial yang tinggi (sekitar 3,0 V).
- ✓ Banyak digunakan dalam telepon seluler (HP), laptop, dan kamera digital.



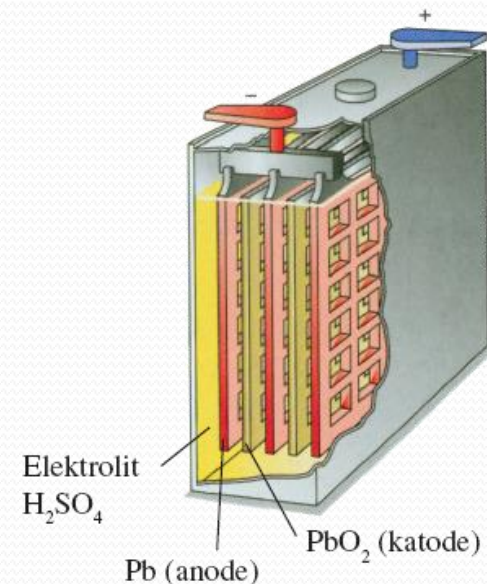
f. Sel Bahan Bakar

- ✓ **Keuntungan:** tidak perlu mengganti elektrode seperti baterai yang lain dan bahan bakar dapat dimasukkan secara kontinu untuk menghasilkan tenaga.
- ✓ **Kelemahan:** biaya tinggi dan ukurannya lebih besar.



g. Sel Aki (Baterai Penyimpan Timbal)

- ✓ Sel sekunder (*rechargeable*).
- ✓ Potensial yang dihasilkan tiap sel ± 2 V.
- ✓ Pb sebagai anode, PbO_2 sebagai katode, dan H_2SO_4 sebagai elektrolit.

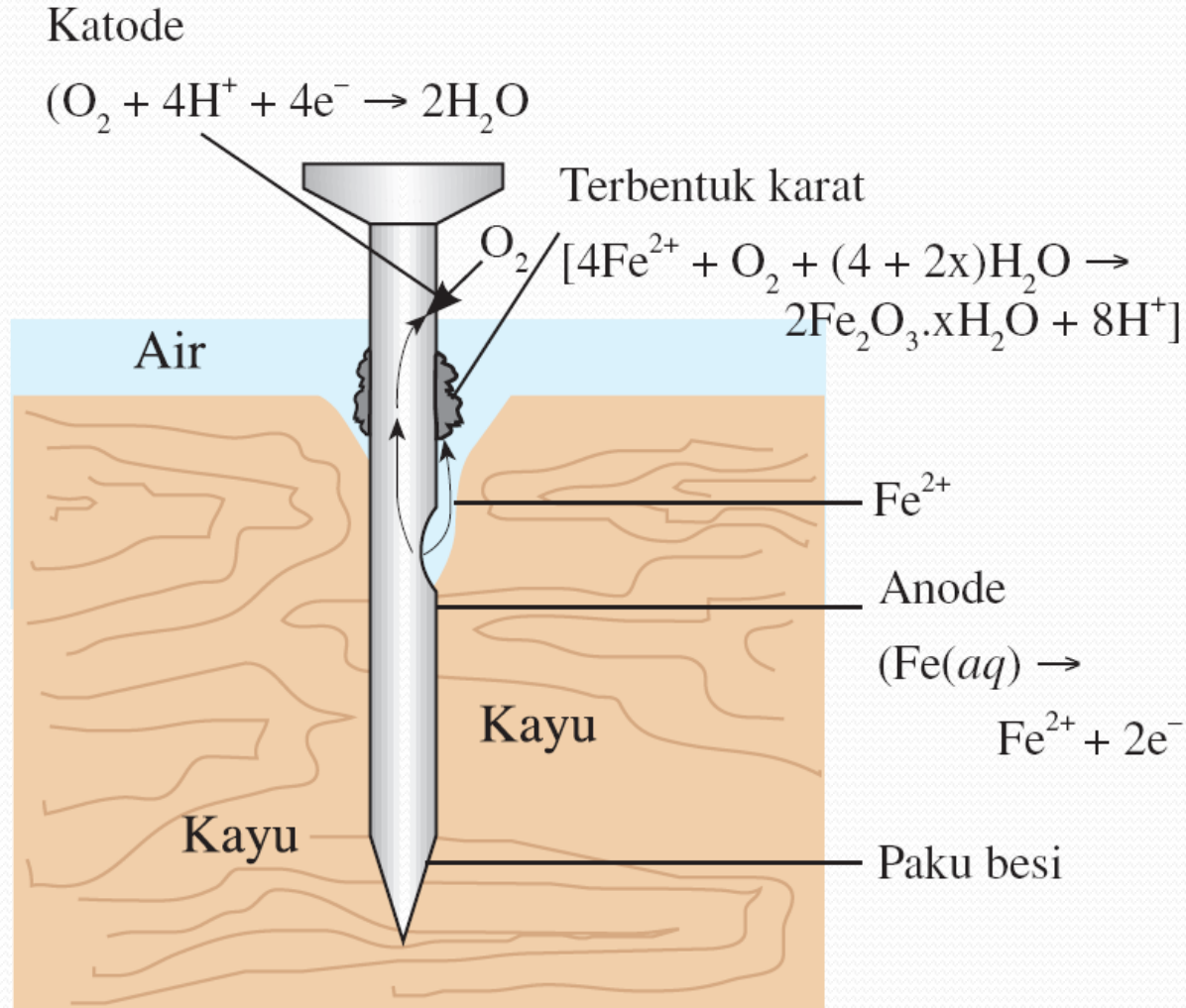


6. Korosi Besi

- ✓ Korosi merupakan suatu peristiwa elektrokimia.
- ✓ Besi akan berkarat jika kontak dengan air atau udara yang jenuh dengan uap air.
- ✓ Komposisi utama karat besi adalah besi(III) oksida terhidrat, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.
- ✓ Pembentukan karat besi dipercepat oleh adanya asam, garam, logam yang kurang reaktif, dan temperatur tinggi.
- ✓ Air dan oksigen merupakan unsur penting dalam pembentukan karat.



Skema perkaratan pada besi





SEL ELEKTROLISIS

2. Sel Elektrolisis

- Energi listrik $\longrightarrow$ Energi kimia
- Katoda (-) terjadi reduksi, Anoda (+) terjadi oksidasi

a. Elektrolisis Leburan (Lelehan)

Apabila suatu lelehan dialiri listrik maka di katoda terjadi reaksi reduksi kation, dan di anoda terjadi reaksi oksidasi anion.

Cth : Elektrolisis leburan MgCl_2

b. Elektrolisis Larutan

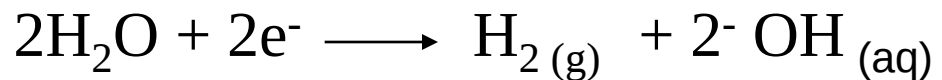
Bila larutan dialiri arus listrik maka berlaku ketentuan sebagai berikut :



SEL ELEKTROKIMIA

Reaksi di katoda

- a. Bila kation logam-logam gol I A, II A, Al, dan Mn maka yang tereduksi adalah air (H_2O)



- b. Bila kation H^+ maka akan tereduksi :



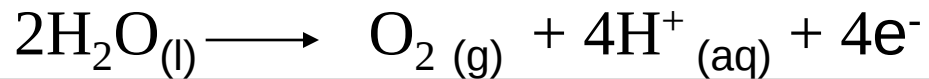
- c. Bila kation logam lain selain disebut di atas, maka logam tersebut akan tereduksi :



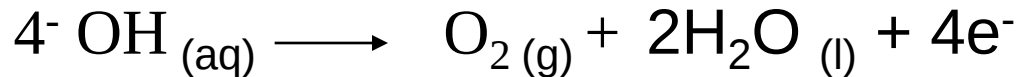
Reaksi di anoda

○ Anoda inert (tidak reaktif seperti Pt, Au, C)

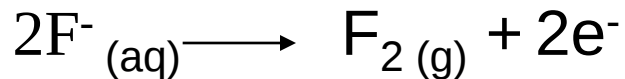
a. Bila anion sisa asam atau garam oksida seperti SO_4^{2-} , NO_3^- , dll, maka yang teroksidasi adalah air (H_2O)



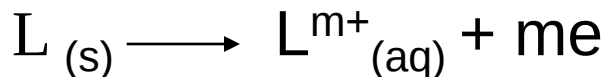
a. Bila anion ^-OH maka akan teroksidasi:



c. Bila anion golongan VII A (halida) maka akan teroksidasi:



Anoda tidak inert



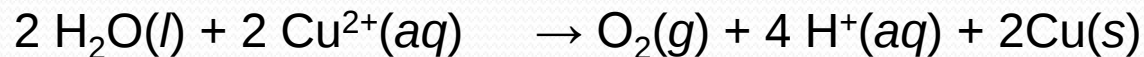
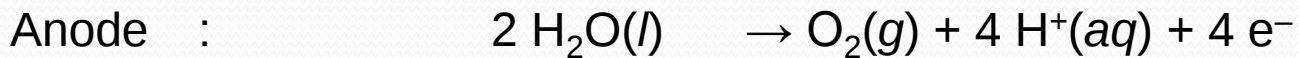
Contoh:

Apa yang terjadi pada elektrolisis larutan CuSO_4 dengan elektrode Pt?

Jawab:

Elektrode Pt tidak dapat teroksidasi.

Reaksi yang terjadi dalam sel adalah:



Latihan:

1. Perhatikan reaksi di bawah ini



Jika 0,86 mol MnO_2 bereaksi dengan 48,2 g HCl, tentukan pereaksi pembatas dan berapa gram Cl_2 dan H_2O yang terbentuk

2. Diketahui potensial elektroda perak dan tembaga sebagai berikut:



Tentukan potensial sel Volta dan notasi selnya

Latihan:

3. Tulis reaksi lengkap elektrolisis
 - a. Larutan CuCl_2 dengan elektroda Fe
 - b. Larutan KNO_3 dengan elektroda Pt