
Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi

Muhammad Ridwan Harahap

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Kopelma Darussalam, Banda Aceh, telp: (0651) 7551857

e-mail: ridwankimia@ar-raniry.ac.id

Abstrak

Sel elektrokimia merupakan pemanfaatan arus listrik yang dihasilkan dari sebuah reaksi kimia ataupun arus listrik yang menyebabkan terjadinya suatu reaksi kimia. Pemanfaatan sel elektrokimia banyak digunakan untuk menghasilkan teknologi terbarukan. Sel elektrolisis dan sel Volta merupakan hasil terapan dari sel elektrokimia yang menggunakan media elektroda dan larutan elektrolit. Sampai saat ini, sel elektrokimia masih memiliki peranan penting di dalam kemajuan teknologi modern mulai industri otomotif maupun rumah tangga.

Kata kunci: Sel elektrokimia, listrik, elektrolisis, Volta, elektroda.

Abstract

The electrochemical cell is the utilization of the electric current generated from a chemical reaction or electrical current that causes a chemical reaction. The application of electrochemical cells used to produce renewable technologies. Electrolysis cells and Volta applied cell is the result of an electrochemical cell that uses media electrodes and an electrolyte solution. Recently, the electrochemical cell has an important role in the advancement of modern technology from the automotive and also households industry.

Keywords: electrochemical cell, electric, Electrolysis, Volta, electrodes.

1. Pendahuluan

Elektrokimia merupakan ilmu kimia yang mempelajari tentang perpindahan elektron yang terjadi pada sebuah media pengantar listrik (elektroda). Elektroda terdiri dari elektroda positif dan elektroda negatif. Hal ini disebabkan karena elektroda tersebut akan dialiri oleh arus listrik sebagai sumber energi dalam pertukaran elektron. Konsep elektrokimia didasari oleh reaksi reduksi-oksidasi (redoks) dan larutan elektrolit. Reaksi redoks merupakan gabungan dari reaksi reduksi dan oksidasi yang berlangsung secara bersamaan. Pada reaksi reduksi terjadi peristiwa penangkapan elektron sedangkan reaksi oksidasi merupakan peristiwa pelepasan elektron yang terjadi pada media pengantar pada sel elektrokimia.

Proses elektrokimia membutuhkan media pengantar sebagai tempat terjadinya serah terima elektron dalam suatu sistem reaksi yang dinamakan larutan. Larutan dapat dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu larutan elektrolit kuat, larutan elektrolit lemah dan larutan bukan elektrolit. Larutan elektrolit kuat merupakan larutan yang mengandung ion-ion terlarut yang dapat mengantarkan arus listrik sangat baik sehingga proses serah terima elektron berlangsung cepat dan energi yang dihasilkan relatif besar. Sedangkan larutan elektrolit lemah merupakan larutan yang mengandung ion-ion terlarut cenderung terionisasi sebagian sehingga dalam proses serah terima elektron relatif lambat dan energi yang dihasilkan kecil. Namun demikian proses elektrokimia tetap terjadi. Untuk larutan bukan elektrolit, proses serah terima elektron tidak terjadi. Pada proses elektrokimia tidak terlepas dari logam yang dicelupkan pada larutan disebut elektroda. Terdiri dari katoda dan anoda.

Sebagai contoh sebuah elektroda seng (Zn) yang sudah dimasukkan kedalam sebuah larutan tembaga (Cu) maka akan mengalami reaksi reduksi dan reaksi oksidasi sebagai berikut:

Reaksi oksidasi : $Zn_{(s)} \rightarrow Zn_{(aq)}^{2+} + 2e$

Reaksi reduksi : $Cu_{(aq)}^{2+} + 2e \rightarrow Cu_{(s)}$

Pada proses ini zat yang mengalami oksidasi dinamakan reduktor, sedangkan zat yang mengalami reduksi disebut oksidator.

Sel elektrokimia terdiri dari sel volta dan sel elektrolisis. Walaupun masing-masing sel sama-sama akan mengalami proses kimia tetapi terdapat perbedaan yang sangat besar yang akan dipaparkan sebagai berikut :

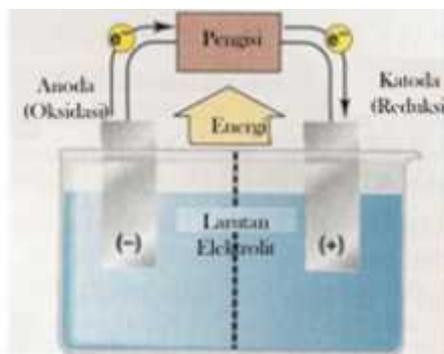
1. Sel Volta

Sel Volta merupakan sel elektrokimia yang menghasilkan energi listrik diperoleh dari reaksi kimia yang berlangsung spontan. Beberapa literatur menyebutkan juga bahwa sel volta sama dengan sel galvanic. Diperoleh oleh gabungan ilmuwan yang bernama Alexander Volta dan Luigi Galvani pada tahun 1786. Bermula dari penemuan baterai yang berasal dari cairan garam.

Pada sel Volta anoda adalah kutub negatif dan katoda kutub positif. Anoda dan katoda akan dicelupkan kedalam larutan elektrolit yang terhubung oleh jembatan garam. Jembatan garam memiliki fungsi sebagai pemberi suasana netral (grounding) dari kedua larutan yang menghasilkan listrik.

Dikarenakan listrik yang dihasilkan harus melalui reaksi kimia yang spontan maka pemilihan dari larutan elektrolit harus mengikuti kaedah deret volta. Deret volta disusun berdasarkan daya oksidasi dan reduksi dari masing-masing logam. Urutan deret tersebut sebagai berikut :

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, (H₂O), Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, (H), Cu, Hg, Ag, Pt, Au

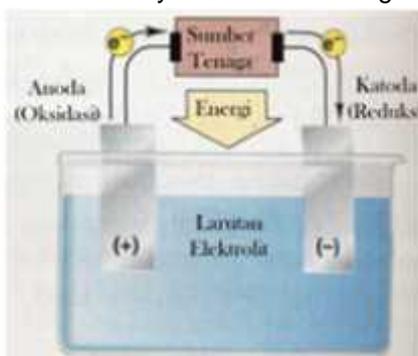


Gambar 1. Proses sederhana sel Volta

Sel Volta dibedakan menjadi tiga jenis yaitu sel Volta primer merupakan sel Volta yang tidak dapat diperbarui (sekali pakai) dan bersifat tidak dapat balik (irreversible) contohnya baterai kering. Sel Volta sekunder merupakan sel Volta yang dapat diperbarui (sekali pakai) dan bersifat dapat balik (reversible) ke keadaan semula contohnya baterai aki. Sel Volta bahan bakar (full cell) adalah sel Volta yang tidak dapat diperbarui tetapi tidak habis contohnya sel campuran bahan bakar pesawat luar angkasa.

2. Sel Elektrolisis

Sel elektrolisis merupakan sel elektrokimia yang menggunakan sumber energi listrik untuk mengubah reaksi kimia yang terjadi. Pada sel elektrolisis katoda memiliki muatan negatif sedangkan anoda memiliki muatan positif. Sesuai dengan prinsip kerja arus listrik. Terdiri dari zat yang dapat mengalami proses ionisasi, elektrode dan sumber listrik (baterai). Listrik dialirkan dari kutub negatif dari baterai ke katoda yang bermuatan negatif. Larutan akan mengalami ionisasi menjadi kation dan anion. Kation di katoda akan mengalami reduksi sedangkan di anoda akan mengalami oksidasi. Salah satu aplikasi dari sel elektrolisis yaitu penyepuhan logam emas dengan menggunakan larutan elektrolit yang mengandung unsur emas (Au). Hal ini dilakukan untuk melapisi kembali perhiasan yang kadar emasnya sudah berkurang.



Gambar 2. Proses sederhana sel elektrolisis

2. Pembahasan

Beberapa aplikasi sel elektrokimia juga dapat ditemukan dari beberapa penelitian-penelitian terbaru. Xuheng Liu et al (2015) melakukan penelitian tentang studi ekstraksi lithium (Li^+) dari danau air garam dengan elektrolisis membran [1]. Pada penelitian logam tersebut air garam diekstraksi menggunakan elektrolisis membran dengan parameter operasi pada pertukaran kapasitas Li^+ dan stabilitas elektroda. Berbagai parameter termasuk konsentrasi awal lithium dari larutan elektrolit, jarak anoda-katoda, suhu elektrolit, kepadatan permukaan substrat aktif dan waktu elektrolisis dioptimalkan. Di bawah kondisi optimal, elektroda menunjukkan kapasitas pertukaran Li^+ yang luar biasa pada 38,9 mg/g dan nilai pH larutan elektrolit kurang dari 8. Ekstraksi lithium dari air garam dengan elektrolisis membran memberikan hasil yang sangat bermanfaat. Logam lithium kedepannya digunakan untuk menyimpan cadangan energi listrik.

Selanjutnya Yanpin Hau et al (2015) melakukan penelitian tentang penggunaan Mikroba elektrolisis sel dengan elektroda spiral untuk pengolahan air limbah dan produksi gas metana [2]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan mikroba elektrolisis sel (MEC) dirancang dengan permukaan elektroda spiral dan untuk mengevaluasi efektivitas untuk pengolahan air limbah dan produksi gas metana (CH_4). Model spiral dirancang dapat menyediakan lebih dari 60 m^2/m^3 luas permukaan spesifik dari elektroda dan tahan pada internal rendah. Dengan asetat sebagai substrat dan mengatur tingkat tegangan 0,7 menjadi 1,3 V, rata-rata arus konstan dan produksi CH_4 meningkat masing-masing berturut 46 menjadi 132 A / m^3 dan 0,08 menjadi 0,17 $\text{m}^3/\text{m}^3\text{d}$. Dengan meningkatkan tegangan, efisiensi energi menurun dari 157% menjadi 69%, sedangkan nilai COD meningkat 0,31 menjadi 0,69 $\text{kg COD}/\text{m}^3\text{d}$. Tegangan optimal dari MEC permukaan elektroda spiral sekitar 0,95 V. Proses penjenhuan air limbah, MEC juga menunjukkan hasil yang baik dengan kepadatan rata-rata saat 24 A/m^3 , laju produksi CH_4 berkisar 0,03 $\text{m}^3/\text{m}^3\text{d}$, energi efisiensi 66%, dan nilai COD berkisar 0,20 $\text{kg COD}/\text{m}^3\text{d}$.

3. Kesimpulan

Sel elektrokimia merupakan pemanfaatan arus listrik yang dihasilkan dari sebuah reaksi kimia ataupun arus listrik yang menyebabkan terjadinya suatu reaksi kimia. Banyak pemanfaatan sel elektrokimia digunakan untuk menghasilkan teknologi terbarukan. Di dalam proses pengembangannya, sel elektrokimia dapat menghasilkan reaksi kimia berlangsung spontan atau pun tidak spontan berdasarkan tingkat oksidasi-reduksi suatu elektroda. Sel elektrolisis dan sel Volta merupakan hasil terapan dari sel elektrokimia yang menggunakan media elektroda dan larutan elektrolit. Elektroda akan mengalami reaksi kimia yang terjadi pada katoda maupun anoda. Hasil dari interaksi-interaksi pada elektroda ini yang akan menjadi media penghantar energi yang dihasilkan. Sampai saat ini, sel elektrokimia masih memiliki peranan penting di dalam kemajuan teknologi modern sampai industri otomotif maupun rumah tangga.

Referensi

- [1] Liu, X.; Chen, X.; He, L.; Zhao, Z.; Study on Extraction of Lithium from Salt Lake Brine by Membrane Electrolysis, *Desalination* 376, *Elsevier*, 2015.
- [2] Hou, Y.; Zhang R.; Luo H.; Liu G.; Kim, Y.; Yu, S.; Zeng, J.; Microbial electrolysis cell with spiral wound electrode for wastewater treatment and methane production, *Process Biochemistry*, *Elsevier*, 2015.
- [3] Chang, R., *General Chemistry: The Essential Concepts*, Third Edition, The McGraw-Hill Companies, 2003.
- [4] Silberberg, M.S., *Principles of General Chemistry*, The McGraw-Hill Companies, 2007.