

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian-penelitian sebelumnya yang dijadikan acuan, bahan masukan, dan bahan pertimbangan dalam penelitian ini antara lain yang dilakukan oleh Eko Budi Santoso (2012). Penelitian ini dilakukan dengan cara membuat alat baterai bertenaga buah mangga. Kandungan asam pada buah mangga dapat berfungsi sebagai elektrolit. Pada saat elektroda seng dan tembaga ditancapkan pada buah mangga, maka terjadi reaksi kimia yang menghasilkan energi listrik dan dapat menghidupkan sebuah lampu LED.²

Menurut Guru pembina SMK Negeri 1 Cerme, Gresik, Jawa Timur, Imam Mukhlis (2012), pemanfaatan kulit durian untuk sumber energi listrik bukan hal baru. Tujuannya memanfaatkan limbah baterai yang terbuang serta memanfaatkan kulit durian dan kulit pisang yang selama ini dianggap sampah, hasil penelitian bersama para muridnya menunjukkan, kulit pisang bisa menghasilkan tegangan 1,3 volt, sedangkan kulit durian bisa menghasilkan 1,5 volt. Tegangan yang dihasilkan bergantung kadar air dan kandungan kalsium, natrium, dan magnesium kulit buah, Tegangan harus minimal 1,3 volt untuk bisa dimanfaatkan. Baterai bisa pula diuji untuk menghidupkan radio, jam dinding, atau lampu senter.³

²Santoso. (2012). Baterai Bertenaga Buah Mangga. Skripsi, 1-3.

³Adi Sucipto K. Kulit Buah Jadi Sumber Listrik. 17 Desember 2012.

Sutikno bersama para siswanya (2008), guru SMPN 2 Wanadadi Jawa Tengah ini menemukan bahwa campuran buah salak dengan air dapat menghasilkan tegangan sebesar 0,56 volt.⁴

Seperti pendapat Eric Maass (Manajer Operasional, semikonduktor / produk komunikasi: 2010) bahwa “Kentang itu sendiri memiliki campuran pati dan garam dan sedikit air. Sebuah garam, seperti garam meja. Ion adalah atom yang memiliki muatan listrik. Jadi, kentang bisa menghasilkan arus listrik dan dapat menyalakan sebuah lampu LED.”⁵

Hasil yang sama ditunjukkan pula oleh seorang guru lulusan dari ITS Surabaya bernama Sunarto (2010). Sumber Energi Listrik dari Belimbing Wuluh ini bisa menghantarkan listrik dan menyalakan sebuah lampu hanya dengan menggunakan gelas tanah, jus belimbing wuluh, serta lempeng tembaga dan seng sebagai elektroda. Selain itu jika kita menancapkan pelat tembaga dan pelat seng pada buah apel, kemudian menghubungkan kedua pelat dengan kabel, akan terjadi arus listrik dari pelat tembaga menuju pelat seng. Hal ini berarti rangkaian tersebut

<https://nasional.kompas.com/read/2012/12/17/15501327/Kulit.Buah.Jadi.Sumber.Listrik>. (diakses Juni 3, 2016).

⁴ Kompas.com. (2008, Juli 07). *Wuih.Ada.Batere.Dari.Buah.Salak* Dipetik Mei 13, 2016, dari www.kompas.com: <https://nasional.kompas.com/read/2008/07/07/16594072/wuih.ada.batere.dari.buah.salak>

⁵ Yumeza, E. N. (2010, 11 20). *Baterai Kentang*. Dipetik Mei 13, 2016, dari yumeilmiah.blogspot.co.id: <http://yumeilmiah.blogspot.co.id/>

menghasilkan energi listrik.⁶

Dalam penelitian ini akan dikembangkan sistem yang pernah dibuat agar dapat digunakan, sebagai alternatif listrik untuk penerangan dari buah-buahan yakni dengan menggunakan alternatif buah-buahan lain yaitu buah lemon. Setelah mendapatkan dan memanfaatkan kandungan asam pada buah lemon dalam bentuk utuh dan buah lemon yang sudah diekstrak, untuk bisa menghantarkan listrik dan menghidupkan sebuah lampu LED, hasil buah lemon yang masih utuh dan ekstrak lemon akan dihubungkan dan dirangkai seperti baterai menggunakan lempeng tembaga (Cu) kutub positif (anode) dan lempeng seng (Zn) kutub negatif (katode) sebagai elektroda bagian utama elemen volta dari rangkaian tersebut akan dibandingkan hasilnya antara buah lemon yang masih utuh dan buah lemon yang diekstrak.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Ekstrak

Ekstrak adalah zat yang dihasilkan dari ekstraksi bahan mentah secara kimiawi. Senyawa kimia yang diekstrak meliputi senyawa aromatik, minyak atsiri, ester, dan sebagainya yang kemudian menjadi bahan baku proses industri atau digunakan secara langsung oleh masyarakat. Contoh

⁶ Ignatius Sawabi. (2017, Juli 07). *Listrik Sunarto dari Belimbing*. Dipetik Mei 13, 2013, dari [www.kompas.com: https://regional.kompas.com/read/2010/07/17/09331947/Listrik.Sunarto.dari.Belimbing.Wuluh](https://regional.kompas.com/read/2010/07/17/09331947/Listrik.Sunarto.dari.Belimbing.Wuluh)

bahan baku yang umumnya diekstrak yaitu daun mint, batang kayu pinus (ekstraksi resin), kayu manis, jahe, lemon, jeruk, vanilla, dan cengkeh.⁷

Metode ekstraksi yang umum dilakukan yaitu:

- Distilasi, yaitu ekstraksi berdasarkan beda titik didih antara ekstrak dengan senyawa lainnya.
- Pemisahan berdasarkan beda massa jenis bahan yang tidak dapat bercampur.
- Penyaringan, yaitu ekstraksi berdasarkan beda jenis dan/atau ukuran partikel.
- Absorpsi, yaitu penyerapan senyawa ekstrak dari bahan baku dengan bahan yang memiliki keterikatan atau kelarutan tinggi dengan senyawa ekstrak, misal menggunakan alkohol.
- Termal, yaitu pengambilan senyawa ekstrak dari bahan baku dengan menggunakan perubahan temperatur, seperti ekstraksi secara fluida super kritis
- Penumbukan, yaitu menghancurkan bahan hingga menjadi ukuran yang sangat kecil.

Buah-buahan yang dapat diekstrak umumnya merupakan buah-buahan yang memiliki kadar air tinggi dengan aroma yang kuat terutama pada buah lemon yang dapat diambil cairan buahnya, ekstrak buah yaitu

⁷ wikipedia. (2014, September 01). *Ekstrak*. Dipetik Mei 13, 2016, dari wikipedia.org: <https://id.wikipedia.org/wiki/Ekstrak>

cairan jernih atau keruh yang tidak difermentasi dari hasil pengepresan atau perasan buah-buahan yang telah masak dan masih segar.

Secara sederhana sari buah dibuat dengan cara menghancurkan daging buah dan menyaringnya untuk memisahkan antara cairan (sari buah) dengan seratnya (ampasnya). Secara lengkap dilakukan dengan mensortasi buah untuk memisahkan antara buah yang busuk (ditumbuhi jamur atau bonyok) dengan buah yang masih bagus. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kontaminasi awal. Setelah itu buah dicuci dengan air mengalir untuk membuang kotoran yang menempel pada kulit buah. ⁸

2.2.2 Pengertian Buah Lemon (Citrus Limon) / Sitrun



Gambar 2.1. Buah Lemon

⁸ Ingwan, A. (2015, April 11). *GRIYA BIOGREENSCIENCE*. Dipetik Mei 13, 2016, dari griyabiogreence.com: <http://griyabiogreence.blogspot.co.id/2015/04/tips-praktis-membuat-ekstrak-buah.html>

Sitrun, jeruk sitrun (dari bahasa Belanda, *citroen*), atau lemon adalah sejenis jeruk yang buahnya biasa dipakai sebagai penyedap dan penyegar dalam banyak seni boga dunia. Pohon lemon awalnya dibudidayakan di India, dan dibawa ke Italia sekitar tahun 200 Masehi, Selama abad kedelapan hingga kesebelas, pohon lemon terkenal di sebagian besar timur tengah dan mediterania, serta di Cina. Pohon lemon diperkenalkan ke amerika oleh penjelajah spanyol dan pertama kali ditanam di california pada pertengahan tahun 1700-an.

Negara penghasil lemon diantaranya adalah Guatemala, Argentina dan Chile di Amerika Tengah dan Selatan, serta Italia, Spanyol, Yunani dan Turki di Eropa. Beberapa kultivarnya antara lain 'Eureka', 'Lisbon' dan 'Meyer'. Pohon berukuran sedang ini (dapat mencapai 6 m) tumbuh di daerah beriklim tropis dan sub-tropis serta tidak tahan akan cuaca dingin.

Sitrun dibudidayakan di Spanyol, Portugal, Argentina, Brasil, Amerika Serikat dan negara-negara lainnya di sekitar Laut Tengah. Tumbuhan ini cocok untuk daerah beriklim kering dengan musim dingin yang relatif hangat. Suhu ideal untuk sitrun agar dapat tumbuh dengan baik adalah antara 15-30°C (60-85°F). Pohon lemon tumbuh baik di daerah beriklim hangat. Bunga dan buah lemon akan rontok serta pohon menjadi mati pada suhu di bawah titik beku.⁹

⁹ wikipedia. *Sitrun*. Dipetik Mei 13, 2016, dari [www.wikipedia.com: https://id.wikipedia.org/wiki/Sitrun](https://id.wikipedia.org/wiki/Sitrun)

Selain mengandung vitamin C yang baik pada tubuh banyak bagian yang bermanfaat dari pohon lemon mulai dari buahnya, daun yang memiliki nilai dekoratif, serta bunga yang berwarna menarik. Selain itu lemon juga dapat digunakan sebagai bumbu makanan hingga digunakan sebagai pembersih. Lemon Meyer biasanya dipilih sebagai penghias kebun atau ditanam di dalam ruangan karena bentuk pohon, buah yang manis, dan ketahanannya terhadap cuaca,

Klasifikasi ilmiah sebagai berikut :

Tabel 2.1. Klasifikasi ilmiah

Kerajaan	Plantae
Tidak Termasuk	Angiospermae
Tidak Termasuk	Eudikotil
Tidak Termasuk	Rosidae
Ordo	Sapindales
Family	Rutacea
Genus	Citrus
Spesies	C. limon
Nama Binomial	Citrus limon (L.) Burm.f

Pohon lemon bisa tumbuh hingga setinggi 6 meter. Meskipun tinggi, pohon lemon juga bisa ditanam di pot asal sering dipangkas agar tidak tumbuh terlalu tinggi. Daun pohon lemon memiliki panjang sekitar 5 cm

hingga 10 cm, dan memiliki buah dengan ukuran yang hampir sama. selain itu, pohon ini menghasilkan buah berwarna kuning yang memiliki rasa asam khas. Bunga pohon lemon memiliki aroma mirip buah lemon dan berwarna kemerahan saat masih kuncup dan berwarna putih setelah mekar.terdapat beberapa lusin varietas pohon lemon. Beberapa varietas memiliki biji, sedang yang lain tanpa biji. Beberapa varietas pohon lemon paling populer diantaranya termasuk Eureka dan Lisbon di AS, serta Ovale Femmine llo di Italia.¹⁰

Jeruk sangatlah beragam dan beberapa spesies dapat saling bersilangan dan menghasilkan hibrida antarspesies (*interspecific hybrid*) yang memiliki karakter yang khas, yang berbeda dari spesies tertuanya. Keanekaragaman ini seringkali menyulitkan klasifikasi, penamaan dan pengenalan terhadap anggota-anggotanya, karena orang baru dapat melihat perbedaan setelah bunga atau buahnya muncul. Akibatnya tidak diketahui dengan jelas berapa banyak jenisnya. Penelitian-penelitian terakhir menunjukkan adalah keterkaitan kuat *Citrus* dengan genus *Fortunella* (kumkuat), *Poncirus*, serta *Microcitrus* dan *Eremocitrus*, sehingga ada kemungkinan dilakukan penggabungan. *Citrus* sendiri memiliki dua anak marga (subgenus), yaitu *Citrus* dan *Papeda*.

Banyak anggota tumbuhan genus citrus (jeruk-jerukan) yang

¹⁰ sibolga. Pengertian Lemon. 19 Februari 2015. <http://www.sejarahnya.com/2015/02/pengertian-lemon.html> (diakses Mei 13, 2016).

dimanfaatkan oleh manusia sebagai bahan pangan, wewangian, maupun industri. Buah jeruk adalah sumber vitamin C dan wewangian/parfum penting. Daunnya juga digunakan sebagai rempah-rempah. Selain mengandung vitamin C yang baik pada tubuh, ternyata buah jeruk juga mengandung zat kimia asam sitrat ($C_6H_8O_7$) yang bila terhubung dengan elektroda (seng/Zn dan tembaga/Cu) atau (seng/Zn dan karbon/C) maka akan berubah menjadi ion (-) dan ion (+) yang merupakan unsur dari tegangan listrik. ¹¹

2.2.3 Tembaga (Cu)



Gambar 2.2. Pelat Tembaga

Tembaga adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cu dan nomor atom 29. Lambangnya berasal dari bahasa latin *Curprum*. Tembaga (Cu) merupakan logam yang banyak sekali digunakan karena mempunyai sifat hantaran arus dan panas yang baik.

¹¹ Nurjanah, S. (2011, Desember 29). *Orange blog*. Dipetik Mei 13, 2016, dari [tithyrhenatan.blogspot.co.id: http://tithyrhenatan.blogspot.co.id/2011/12/penjelasan-tentang-jeruk.html](http://tithyrhenatan.blogspot.co.id/2011/12/penjelasan-tentang-jeruk.html)

Unsur ini mempunyai titik lebur 1.083° celsius dan titik didih 2.595°C.

Tembaga merupakan konduktor panas dan listrik yang baik.¹²

Sifat-sifat tembaga antara lain :

- Kuat dan Ulet
- Dapat ditempa
- Tahan Korosi
- Penghantar listrik dan panas yang baik
- Logam yang kurang aktif

2.2.4 Seng (Zn)



Gambar 2.3. Pelat Seng

Dalam ilmu kimia kita kenal suatu atom pada golongan transisi II B yaitu zink atau seng, sebuah unsur kimia dengan lambang Zn, dengan nomor atom 30 dan massa atom relatif 65,39 g/mol. Dan ditemukan oleh Andreas Marggraf di Jerman pada tahun 1764. Seng adalah mikromineral yang ada

¹² wikipedia. (2017, Desember 2). *Tembaga*. Dipetik Desember 12, 2017, dari wikipedia.com: <https://id.wikipedia.org/wiki/Tembaga>

di mana-mana dalam jaringan manusia/hewan dan terlibat dalam fungsi berbagai enzim dalam proses metabolisme. Di dalam tubuh manusia dewasa mengandung 2-2,5 gram seng. Mineral yang mengandung seng di alam bebas antara lain kalaminit, franklinit, smithsonit ($ZnCO_3$), willemit, zinkit (ZnO) serta dapat dijumpai dalam sfalerit atau zink blende (ZnS) yang berasosiasi dengan timbal sulfida. Seng terlibat pada lebih dari 90 enzim yang hubungannya dengan metabolisme karbohidrat dan energi, degradasi/sintesis protein, sintesis asam nukleat, biosintesis heme, transpor CO_2 (anhidrase karbonik) dan reaksi-reaksi lainnya. Dibandingkan dengan logam-logam lainnya, titik lebur seng merupakan yang terendah dibandingkan dengan logam-logam transisi selain raksa dan kadmium.

Dalam bahasa sehari-hari, seng juga dimaksudkan sebagai pelat seng yang digunakan sebagai bahan bangunan.¹³

Dalam industri zink mempunyai arti penting:

- Melapisi besi atau baja untuk mencegah proses karat.
- Digunakan untuk bahan baterai.
- Zink dan aliansinya digunakan untuk cetakan logam, penyepuhan listrik dan metalurgi bubuk.
- Zink dalam bentuk oksida digunakan untuk industri kosmetik (mencegah kulit agar tidak kering dan tidak terbakar sinar

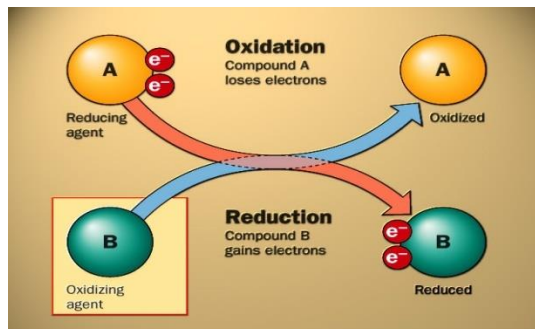
¹³ wikipedia. (2017, Desember 21). *Seng*. Dipetik Desember 27, 2017, dari wikipedia.org: https://id.wikipedia.org/wiki/Seng#Sifat_kimiawi

matahari), plastik, karet, sabun, pigmen warna putih dalam cat dan tinta (ZnO).

- Zink dalam bentuk sulfida digunakan sebagai pigmen fosfor serta untuk industri tabung televisi dan lampu pendar.
- Zink dalam bentuk klorida digunakan sebagai deodoran dan untuk pengawetan kayu.
- Zink sulfat untuk mordan (pewarnaan), stiptik (untuk mencegah pendarahan), sebagai supply seng dalam makanan hewan serta pupuk.

2.2.5 Reaksi Redoks dan Sel Volta

Reaksi Redoks adalah reaksi yang didalamnya terjadi perpindahan elektron secara berurutan dari satu spesies kimia ke spesies kimia lainnya, yang sesungguhnya terdiri atas dua reaksi yang berbeda, yaitu oksidasi (kehilangan elektron) dan reduksi (memperoleh elektron). Reaksi ini merupakan pasangan, disebabkan elektron yang hilang pada reaksi oksidasi sama dengan elektron yang diperoleh pada reaksi reduksi. Masing-masing reaksi (oksidasi dan reduksi) disebut *reaksi paruh (setengah reaksi)*, sebab diperlukan dua *setengah reaksi* ini untuk membentuk sebuah reaksi dan reaksi keseluruhannya disebut reaksi redoks.



Gambar 2.4. Reaksi Redoks

Ada tiga definisi yang dapat digunakan untuk oksidasi, yaitu *kehilangan elektron, memperoleh oksigen, atau kehilangan hidrogen*. Dalam pembahasan ini, kita menggunakan definisi *kehilangan elektron*. Sementara definisi lainnya berguna saat menjelaskan proses fotosintesis dan pembakaran.

Oksidasi adalah reaksi dimana suatu senyawa kimia kehilangan elektron selama perubahan dari reaktan menjadi produk. Sebagai contohnya adalah, ketika logam Kalium bereaksi dengan gas Morin membentuk garam Kalium Klorida (KCl), logam Kalium kehilangan satu elektron yang kemudian akan digunakan oleh klorin. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Ketika Kalium kehilangan elektron, para ahli kimiawan mengatakan bahwa logam Kalium itu telah teroksidasi menjadi kation Kalium.

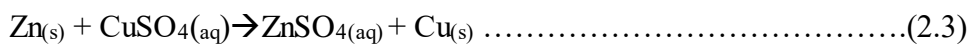
Seperti halnya oksidasi, ada tiga definisi yang dapat digunakan

untuk menjelaskan reduksi, yaitu *memperoleh elektron, kehilangan oksigen*, atau *memperoleh hidrogen*. Reduksi sering dilihat sebagai proses memperoleh elektron. Sebagai contohnya, pada proses penyepuhan perak pada perabot rumah tangga, kation perak direduksi menjadi logam perak dengan cara memperoleh elektron. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

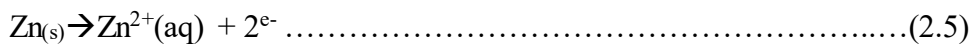


Ketika mendapatkan elektron, para kimiawan mengatakan bahwa kation perak telah tereduksi menjadi logam perak.

Baik oksidasi maupun reduksi tidak dapat terjadi sendiri, harus keduanya. Ketika elektron tersebut hilang, sesuatu harus mendapatkannya. Sebagai contohnya, reaksi yang terjadi antara logam seng dengan larutan tembaga (II) sulfat dapat dinyatakan dalam persamaan reaksi berikut :

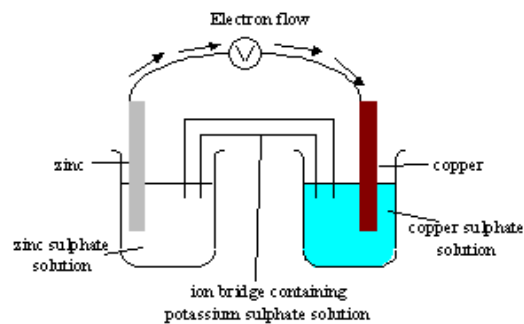


Sebenarnya, reaksi keseluruhannya terdiri atas dua *reaksi paruh*



Logam seng kehilangan dua elektron, sedangkan kation tembaga (II)

mendapatkan dua elektron yang sama. Logam seng teroksidasi. Tetapi, tanpa adanya kation tembaga (II), tidak akan terjadi suatu apa pun. Kation tembaga (II) disebut zat pengoksidasi (oksidator). Oksidator menerima elektron yang berasal dari spesies kimia yang telah teroksidasi.



Gambar 2.5. Reaksi Redoks

Sementara kation tembaga (II) tereduksi karena mendapatkan elektron. Spesies yang memberikan elektron, disebut zat pereduksi (reduktor). Dalam hal ini, reduktornya adalah logam seng. Dengan demikian, oksidator adalah spesies yang tereduksi dan reduktor adalah spesies yang teroksidasi. Baik oksidator maupun reduktor berada di ruas kiri (reaktan) persamaan redoks.

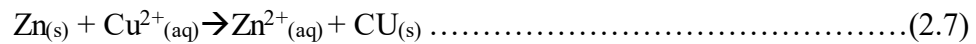
Elektrokimia adalah salah satu dari cabang ilmu kimia yang mengkaji tentang perubahan bentuk energi listrik menjadi energi kimia dan sebaliknya. Proses elektrokimia melibatkan reaksi redoks. Proses transfer elektron akan menghasilkan sejumlah energi listrik. Aplikasi elektrokimia dapat diterapkan. Dalam dua jenis sel, yaitu sel volta dan sel dektrolisis.

Sebelum membahas kedua jenis sel tersebut, kita terlebih dahulu akan mempelajari metode penyetaraan reaksi redoks.

Persamaan reaksi redoks biasanya sangat kompleks, sehingga metode penyetaraan reaksi kimia biasa tidak dapat diterapkan dengan baik. Dengan demikian, para kimiawan mengembangkan dua metode, untuk menyetarakan persamaan redoks. Salah satu metode disebut metode perubahan bilangan oksidasi (PBO), yang berdasarkan pada perubahan bilangan oksidasi yang terjadi selama reaksi. Metode lain, disebut metode setengah reaksi (metode ion-elektron). Metode ini melibatkan dua buah *reaksi paruh*, yang kemudian digabungkan menjadi reaksi redoks keseluruhan.

Berikut ini penjelasan sekilas tentang metode setengah reaksi. Persamaan redoks yang belum setara diubah menjadi persamaan ion dan kemudian dipecah menjadi dua reaksi paruh, yaitu reaksi oksidasi dan reaksi reduksi; setiap reaksi paruh ini disetarakan dengan terpisah dan kemudian digabungkan untuk menghasilkan ion yang telah disetarakan; akhirnya, ion-ion pengamat kembali dimasukkan ke persamaan ion yang telah disetarakan, mengubah reaksi menjadi bentuk molekulnya.

Pada pembahasan sebelumnya, kita telah mengetahui bahwa saat sepotong logam seng dicelupkan ke dalam larutan tembaga (II) sulfat, akan terjadi reaksi redoks. Logam seng akan teroksidasi menjadi ion Zn^{2+} , sementara ion Cu^{2+} akan tereduksi menjadi logam tembaga yang menutupi permukaan logam seng. Persamaan untuk reaksi ini adalah sebagai berikut:



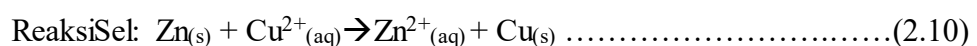
Ini merupakan contoh *perpindahan elektron langsung*. Logam seng memberikan dua elektron (menjadi teroksidasi) ke ion Cu^{2+} yang menerima kedua electron tersebut (mereduksinya menjadi logam tembaga). Logam tembaga akan melapisi permukaan logam seng. Seandainya kedua *reaksi paruh* tersebut dapat dipisahkan, sehingga ketika logam seng teroksidasi, elektron akan dilepaskan dan dialirkan melalui kawat penghantar untuk mencapai ion Cu^{2+} (*perpindahan elektron tidak langsung*), kita akan mendapatkan sesuatu yang bermanfaat. Selama reaksi kimia berlangsung, akan terjadi aliran elektron yang menghasilkan energi listrik. Peralatan yang dapat mengubah energi kimia (reaksi redoks) menjadi arus listrik (aliran elektron = energi listrik) dikenal dengan Sel Volta atau Sel Galvani.

Sel Daniell diberi nama menurut penemunya, John Frederic Daniell, seorang kimiawan Inggris yang menemukannya pada tahun 1836. Pada Sel Daniell, sepotong logam seng dimasukkan ke dalam larutan seng (II) sulfat, $\text{ZnSO}_{4(aq)}$, pada satu wadah. Sementara, sepotong logam tembaga juga dimasukkan ke dalam larutan tembaga (II) sulfat, $\text{CuSO}_{4(aq)}$, pada wadah lainnya. Potongan logam tersebut disebut elektroda yang berfungsi sebagai ujung akhir atau penampung elektron. Kawat penghantar akan menghubungkan elektroda elektrodanya. Selanjutnya, rangkaian sel dilengkapi pula dengan jembatan garam. Jembatan garam, biasanya berupa tabung berbentuk U yang terisi penuh dengan larutan garam pekat, memberikan jalan bagi ion untuk bergerak dari satu tempat ke tempat

lainnya, untuk menjaga larutan agar muatan listriknya tetap netral. Sel Daniell bekerja atas dasar prinsip reaksi redoks. Logam seng teroksidasi dan membebaskan elektron yang mengalir melalui kawat menuju elektroda tembaga. Selanjutnya, elektron tersebut digunakan oleh ion Cu^{2+} yang mengalami reduksi membentuk logam tembaga. Ion Cu^{2+} dari larutan tembaga (II) sulfat akan melapisi elektroda tembaga, sedangkan elektroda seng semakin berkurang (habis). Kation-kation di dalam jembatan garam berpindah ke wadah yang mengandung elektroda tembaga untuk menggantikan ion tembaga yang semakin habis. Sebaliknya, anion-anion pada jembatan garam berpindah ke sisi elektroda seng, yang menjaga agar larutan yang mengandung ion Zn^{2+} tetap bermuatan listrik netral.

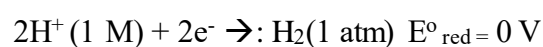
Elektroda seng disebut anoda, yaitu elektroda yang menjadi tempat terjadinya reaksi oksidasi. Oleh karena anoda melepaskan elektron, maka anoda kaya akan elektron sehingga diberi tanda *negatif* (kutub negatif). Sementara, elektroda tembaga disebut katoda, yaitu elektroda yang menjadi tempat terjadinya reaksi reduksi. Oleh karena katoda menerima elektron, maka katoda kekurangan elektron sehingga diberi tanda *positif* (kutub positif).

Reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda (reaksi setengah sel) adalah sebagai berikut :

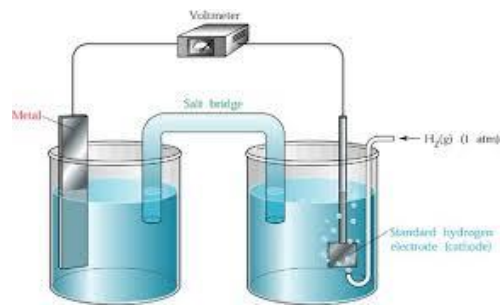


Munculnya arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari pergerakan elektron-elektron, mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu (pergerakan aliran elektron) yang terjadi dari anoda menuju katoda disebabkan oleh *perbedaan potensial elektrik* antara kedua elektroda tersebut. Melalui percobaan, perbedaan potensial elektrik antara katoda dan anoda dapat diukur dengan voltmeter dan hasilnya berupa potensial standar sel (E°_{sel}). Semakin *besar perbedaan potensial elektrik*, semakin besar pula arus listrik dan potensial standar sel yang dihasilkan.

Potensial standar reduksi masing-masing elektroda dapat ditentukan dengan membandingkannya terhadap elektroda *standar (acuan)*, yaitu elektroda hidrogen standar (SHE = *Standard Hydrogen Electrode*). Keadaan standar yang dimaksud adalah saat tekanan gas H_2 sebesar 1 atm, konsentrasi larutan ion H sebesar 1M, dan pengukuran dilakukan pada suhu 25°C . Sesuai dengan kesepakatan, SHE memiliki potensial standar reduksi sebesar nol ($E^{\circ}_{\text{red SHE}} = 0$).



SHE dapat digunakan untuk menentukan besarnya potensial standar reduksi (E°_{red}) elektroda lainnya. Dengan demikian, kita dapat menyusun suatu daftar yang berisi urutan nilai E°_{red} elektroda-elektroda, dari yang terkecil (paling negatif) hingga, yang terbesar (paling positif). Susunan elektroda-elektroda tersebut dikenal dengan istilah Deret Volta (*deret kereaktifan logam*).



Gambar 2.6. Reaksi Redoks

Li - K - Ba - Sr - Ca - Na - Mg - Al - Mn - Zn - Cr - Fe - Cd - Co - Ni - Sn -
 Pb - H^+ - Cu - Ag - Hg - Pt - Au

Logam-logam yang terletak di sisi kiri H^+ memiliki E°_{red} bertanda negatif semakin ke kiri, nilai E°_{red} semakin kecil (semakin negatif). Hal ini menandakan bahwa logam-logam tersebut semakin sulit mengalami reduksi dan cenderung mengalami oksidasi. Oleh sebab itu, kekuatan reduktor akan meningkat dari kanan ke kiri. Sebaliknya, logam-logam yang terletak di sisi kanan H^+ memiliki E°_{red} bertanda positif. Semakin ke kanan, nilai E°_{red} semakin besar (semakin positif). Hal ini berarti bahwa logam-logam tersebut semakin mudah mengalami reduksi dan sulit mengalami oksidasi.

Oleh sebab itu, kekuatan oksidator akan meningkat dari kiri ke kanan. Singkat kata, logam yang terletak disebelah kanan relatif terhadap logam lainnya, akan mengalami reduksi. Sementara, logam yang terletak di sebelah kiri relatif terhadap logam lainnya, akan mengalami oksidasi. Logam yang terletak di sebelah kiri relatif terhadap logam lainnya mampu mereduksi ion logam menjadi logam (*mendesak ion dari larutannya*

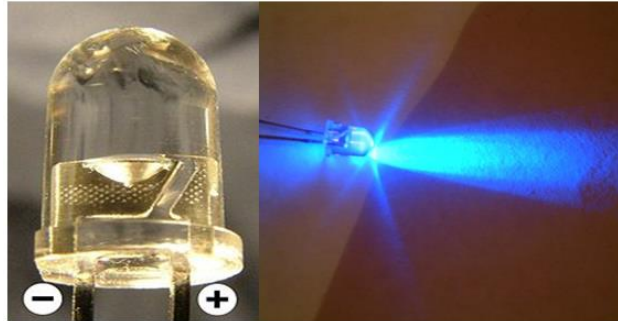
menjadi logam). Sebaliknya, logam yang terletak di sebelah kanan relatif terhadap logam lainnya mampu mengoksidasi logam menjadi ion logam (*melarutkan logam menjadi ion dalam larutannya*).

Selama proses reaksi redoks berlangsung, elektron akan mengalir dari anoda menuju katoda. Akibatnya, konsentrasi ion reaktan akan berkurang, sebaliknya konsentrasi ion produk akan bertambah. Nilai Q akan meningkat, yang menandakan bahwa nilai E°_{sel} akan menurun. Pada saat reaksi mencapai kesetimbangan, aliran elektron akan berhenti. Akibatnya, $E^{\circ}_{\text{sel}} = 0$ dan $Q = K$ (K = konstanta kesetimbangan kimia). Dengan demikian, konstanta kesetimbangan kimia (K) dapat ditentukan melalui sel volta.

Aplikasi pengetahuan sel volta dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Baterai adalah sel galvanik, atau gabungan dari beberapa sel galvanik yang dapat digunakan sebagai sumber arus listrik.¹⁴

¹⁴ Nashiruddin. (2011, Januari 30). *Penyetaraan Reaksi Redoks dan Sel Volta*. Dipetik Mei 13, 2016, dari Nass Share: <https://4nass.wordpress.com/2011/01/30/penyetaraan-reaksi-redoks-dan-sel-volta/>

2.2.6 Led



Gambar 2.7. Led

Diode pancaran cahaya (bahasa Inggris: light-emitting diode; LED) adalah suatu semi konduktor yang memancarkan cahaya monokromatik yang tidak koheren ketika diberi tegangan maju. Karakteristik chip LED pada, umumnya adalah sama dengan karakteristik diode yang hanya memerlukan tegangan tertentu untuk dapat beroperasi. Namun bila diberikan tegangan yang terlalu besar, LED akan rusak walaupun tegangan yang diberikan adalah tegangan maju. Tegangan yang diperlukan sebuah diode untuk dapat beroperasi adalah tegangan maju (V_f).

Lampu led adalah suatu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang biasanya memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. Pengembangan LED-dimulai dengan alat inframerah dan merah dibuat dengan gallium arsenide. Perkembangan dalam ilmu material telah memungkinkan produksi alat dengan panjang gelombang yang lebih pendek, menghasilkan cahaya dengan warna bervariasi.

Led konvensional terbuat dari mineral inorganik yang bervariasi,

menghasilkan warna sebagai berikut:

- aluminium gallium arsenide (AlGaAs) - merah dan inframerah.
- gallium aluminium phosphide - hijau
- gallium arsenide/phosphide (GaAsP) - merah, oranye-merah, oranye, dan kuning
- gallium nitride (GaN) - hijau, hijau murni (atau hijau emerald), dan biru
- gallium phosphide (GaP) - merah, kuning, dan hijau.
- zinc selenide (ZnSe) - biru
- indium gallium nitride (InGaN) - hijau kebiruan dan biru
- indium gallium aluminium phosphide - oranye-merah, oranye, kuning, dan hijau silicon carbide (SiC) – biru
- diamond (C) – ultraviolet
- silicon (Si) - biru (dalam pengembangan)
- sapphire (Al₂O₃) - biru

Led biru pertama yang dapat mencapai keterangan komersial menggunakan substrat galium nitrida yang ditemukan oleh Shuji Nakamura tahun 1993 sewaktu berkarir di Nichia Corporation di Jepang.

Led dengan cahaya putih sekarang ini mayoritas dibuat dengan cara melapisi substrat galium nitrida (GaN) dengan fosfor kuning. Karena warna kuning merangsang penerima warna merah dan hijau di mata manusia, kombinasi antara warna kuning dari fosfor dan warna biru dari substrat akan memberikan kesan warna putih bagi mata manusia.

Led putih juga dapat dibuat dengan cara melapisi fosfor biru, merah dan hijau di substrat ultraviolet dekat yang lebih kurang sama dengan cara kerja lampu fluoresen. Metode terbaru untuk menciptakan cahaya putih dari Led adalah dengan tidak menggunakan fosfor sama sekali melainkan menggunakan substrat seng selenida yang dapat memancarkan cahaya biru dari area aktif dan cahaya kuning dari substrat itu sendiri.

Pada umumnya led super bright dapat menyala apabila dialiri tegangan listrik rendah 3V DC (normalnya). Lampu led ini digunakan untuk mengetahui apakah tegangan listrik yang dihasilkan buah jeruk peras dapat menghidupkan lampu led super bright ini.¹⁵

Spesifikasi:

- Warna cahaya : ultra bright (631 nm)
- Warna lensa : water clear
- Forward voltage : 2,1 V @ $I_f = 20\text{mA}$
- Material : AlGaInP
- Sudut pancaran : 10 derajat
- Luminasi : 2000mCd @ $I_f = 20\text{mA}$

¹⁵ wikipedia. (2017, Januari 29). Diode Pancaran Cahaya. Dipetik Januari 30, 2017, dari [id.wikipedia.org: https://id.wikipedia.org/wiki/Diode_pancaran_cahaya](https://id.wikipedia.org/wiki/Diode_pancaran_cahaya)

2.2.7 Indikator Asam Basa dan pH Meter

Asam dan basa didefinisikan oleh ahli kimia berabad-abad lalu dalam sifat-sifat larutan air mereka. Dalam pengertian ini suatu zat yang larutan airnya berasa asam, memerahkan lakmus biru, bereaksi dengan logam aktif untuk membentuk hidrogen dan menetralkan basa. Dengan mengikuti pola yang serupa, basa didefinisikan sebagai suatu zat yang larutan airnya berasa pahit, membirukan lakmus merah, terasa licin sabun dan menetralkan asam.¹⁶

Beberapa konsep, asam dan basa diantaranya:

1. Asam dan basa Arrhenius
 - Asam ialah zat yang melarut kedalam air untuk memberikan ion H^+
 - Basa ialah zat yang larut kedalam air untuk memberikan ion OH^- .
2. Asam dan basa Bronsted-Lowry
 - Asam : donor proton
 - Basa : penerima proton
3. Asam dan basa Lewis
 - Asam ialah penerima pasangan elektron

¹⁶ kimiadahsyat's. (2010, Mei 15). *Konsep Asam dan Basa 2*. Dipetik Mei 13, 2016, dari [kimiadahsyat.wordpress.com: https://kimiadahsyat.wordpress.com/2010/05/15/konsep-asam-dan-basa-2/](https://kimiadahsyat.wordpress.com/2010/05/15/konsep-asam-dan-basa-2/)

- Basa ialah donor pasangan elektron.

Suatu penetapan kasar pH suatu larutan dapat dilakukan dengan menggunakan indikator asam basa dan pH meter. Indikator asam basa adalah asam atau basa suatu organik yang mempunyai satu warna jika konsentrasi hidrogen lebih tinggi daripada suatu harga tertentu dan suatu warna lain jika konsentrasi itu lebih rendah sedangkan pH meter adalah alat yang digunakan untuk mengetahui kadar keasaman dan kebasahan dari suatu larutan.

Dengan menggunakan beranekaragam indikator dan mencatat warna-warna mereka dalam larutan-larutan contoh, maka kita dapat memperkirakan keasaman atau kebasahan.

Tujuh dari zat yang berguna ditampilkan pada. Tabel 2.2 Indikator untuk Asam dan Basa berikut :

Tabel 2.2. Indikator untuk Asam dan Basa

Nama	Jangka pH dalam mana terjadi perubahan warna	Warna Asam	Warna Basa
Kuning metal	2-3	Merah	Kuning
Dinitrofenol	2.4-4.0	Tak berwarna	Kuning
Jingga metal	3-4.5	Merah	Kuning
Merah metal	4.4-6.6	Merah	Kuning
Lakmus	6-8	Merah	Biru
Fenolftalein	8-10	Tak berwarna	Merah
Timolftalein	10-12	Kuning	Ungu
Trinitobenzena	12-13	Tak berwarna	Jingga

Sejauh mana keasaman dan kebasahan suatu larutan, dinyatakan secara lengkap dan ringkas oleh biaya pH-nya:

- Jika pH 7,0 maka larutan itu netral
- Jika pH di bawah 7,0 maka larutan itu asam
- Jika pH di atas 7,0 maka larutan itu basa.

Kuat relatif asam dan basa dapat dilihat pada Tabel 2.3 Kuat relatif asam dan basa berikut:

Tabel 2.3. Kuat relatif asam dan basa

Asam	Keterangan	Basa Konjugat	Keterangan
HClO ₄	Asam kuat	ClO ₄ ⁻	Basa lemah
HCl		Cl ⁻	
H ₂ SO ₄		HSO ₄ ⁻	
HNO ₃		NO ₃ ⁻	
H ₃ O ⁺		H ₂ O	
H ₂ SO ₃		HSO ₃ ⁻	
HSO ₄ ⁻		SO ₄ ²⁻	
H ₃ PO ₄		H ₂ PO ₄ ⁻	
HF		F ⁻	
HC ₂ H ₃ O ₂	Kekuatan menurun	C ₂ H ₃ O ₂ ⁻	Kekuatan meningkat
H ₂ CO ₃		HCO ₃ ⁻	
H ₂ S		HS ⁻	
HSO ₃ ⁻		SO ₃ ²⁻	

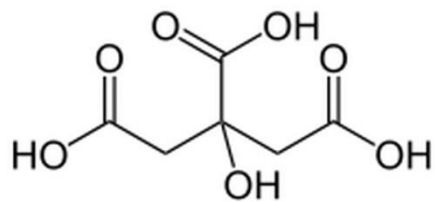
Tabel 2.3. lanjutan Kuat relatif asam dan basa

Asam	Keterangan	Basa Konjugat	Keterangan
HCN		CN ⁻	
NH ₄ ⁺		NH ₃	
HCO ₃ ⁻		CO ₃ ²⁻	
HS ⁻		S ²⁻	
H ₂ O		OH ⁻	
NH ₃		NH ₂ ⁻	
OH ⁻	Asam lemah	O ²⁻	Basa kuat

Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang ditemukan pada daun dan buah tumbuhan genus *Citrus* (jeruk-jerukan). Senyawa ini merupakan bahan pengawet yang baik dan alami, selain digunakan sebagai penambah rasa masam pada makanan dan minuman ringan. Dalam biokimia, asam sitrat dikenal sebagai senyawa antara dalam siklus asam sitrat yang terjadi di dalam mitokondria, yang penting dalam metabolisme makhluk hidup. Zat ini juga dapat digunakan sebagai zat pembersih yang ramah lingkungan dan sebagai antioksidan. Asam sitrat terdapat pada berbagai jenis buah dan sayuran, namun ditemukan pada konsentrasi tinggi, yang dapat mencapai 8% bobot kering, pada jeruk lemon dan limau (misalnya jeruk nipis dan jeruk purut).

Rumus kimia asam sitrat adalah C₆H₈O₇ dan Struktur asam ini tercermin pada nama IUPAC-nya, asam 2-hidroksi-1, 2, 3-propanatrikarboksilat. Keasaman asam sitrat didapatkan dari tiga gugus

karboksil COOH yang dapat melepas proton dalam larutan. Jika hal ini terjadi, ion yang dihasilkan adalah ion sitrat. Sitrat sangat baik digunakan dalam larutan penyangga untuk mengendalikan pH larutan. Ion sitrat dapat bereaksi dengan banyak ion logam membentuk garam sitrat. Selain itu, sitrat dapat mengikat ion-ion logam dengan pengkelatan, sehingga digunakan sebagai pengawet, dan penghilang.¹⁷



Gambar 2.8. Struktur molekul asam sitrat

¹⁷ wikipedia. (2017, November 13). *Asam Sitrat*. Dipetik Desember 25, 2017, dari id.wikipedia.org: https://id.wikipedia.org/wiki/Asam_sitrat