

**STUDI SIFAT LISTRIK DARI BUAH-BUAHAN SEBAGAI
BATERAI ALAM**

Tugas Akhir

*Diajukan kepada Tim Penguji Tugas Akhir Jurusan Fisika sebagai
salah satu persyaratan Guna memperoleh Gelar Sarjana*



Oleh :

**DENI YULIA ROZA
46770 / 2004**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2009**

PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

STUDI SIFAT LISTRIK DARI BUAH-BUAHAN SEBAGAI BATERAI ALAM

Nama : Deni Yulia Roza
NIM : 46770
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 17 Februari 2009

Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Drs. Ratnawulan, M.Si
NIP. 132 056 379

Pembimbing II,

Drs. Hufri, M.Si
NIP. 132 051 379

PENGESAHAN

**Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang**

Judul : **Studi Sifat Listrik Dari Buah-Buahan Sebagai
Baterai Alam**

Nama : Deni Yulia Roza

NIM : 46770

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 17 Februari 2009

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
1. Ketua	: Dr. Ratnawulan, M.Si	_____
2. Sekretaris	: Drs. Hufri, M.Si	_____
3. Anggota	: Drs. Gusnedi, M.Si	_____
4. Anggota	: Dr. Hamdi, M.Si	_____
5. Anggota	: Yohandri, S.Si, M.Si	_____

ABSTRAK

Deni Yulia Roza : Studi Sifat Listrik dari Buah-buahan sebagai Baterai Alam

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh semakin meningkatnya kebutuhan akan energi. Penelitian tentang studi sifat listrik dari buah-buahan sebagai baterai alam ini bertujuan untuk mengetahui apakah buah jeruk, apel, pear, kentang, ubi kayu, dan bengkuang dapat menghasilkan energi listrik dan bagaimana urutan energi listrik yang dihasilkan (dari yang paling besar ke yang paling kecil). Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana hubungan variasi massa, wujud sampel dan lamanya arus mengalir pada elektroda terhadap arus dan GGL yang dihasilkan.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Fisika Material dan Biofisika FMIPA UNP pada bulan Juni sampai dengan bulan Desember 2008. Variabel-variabel yang akan ditentukan dalam penelitian ini yaitu, besar arus dan GGL yang dihasilkan sebagai variabel terikat, massa buah-buahan sebagai variabel bebas, jenis buah-buahan, jarak antara 2 elektroda, jenis elektroda, kedalaman penancapan elektroda, panjang kabel penghubung dan lama waktu penancapan elektroda sebagai variabel kontrol. Setiap sampel buah ditusuk dengan elektroda, di mana elektroda yang dipilih adalah seng dan tembaga. Kedua elektroda ini dihubungkan dengan multimeter untuk mengukur besarnya arus dan GGL yang dihasilkan.

Setelah diperoleh data kuat arus dan GGL dari masing-masing percobaan, dapat disimpulkan bahwa dari 6 jenis buah-buahan yang dijadikan sampel percobaan, semua buah-buahan dapat menghasilkan arus listrik. Urutan buah yang menghasilkan arus dan GGL dari yang paling besar ke yang paling kecil adalah jeruk, apel, pear, kentang, ubi kayu, bengkuang. Dari data yang dihasilkan diperoleh hubungan linier antara variasi massa sampel dengan kuat arus dan GGL yang dihasilkan. Hubungan antara variasi waktu penancapan elektroda pada sampel dengan kuat arus dan GGL yang dihasilkan adalah berkurang terhadap pertambahan waktu dalam bentuk eksponensial. Semakin lama penancapan elektroda, arus yang mengalir dalam buah akan semakin kecil, hal ini karena kandungan elektrolit dalam buah tersebut berkurang oleh reaksi yang terjadi pada buah tersebut dengan elektroda.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah yang dilimpahkan sebagai sumber kekuatan hati dan peneguh iman sampai akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “*Studi Sifat Listrik Dari Buah-Buahan Sebagai Baterai Alam*”. Shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan bagi seluruh umat di alam semesta ini.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis banyak mendapat arahan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak dalam menyusun, membuat dan menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini izinkan penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Dr. Ratnawulan, M.Si, sebagai pembimbing I yang telah dengan tulus dan ikhlas memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan semangat kepada penulis.
2. Bapak Drs. Hufri, M.Si, sebagai pembimbing II yang dengan segenap kesabaran dan penuh semangat memberi bimbingan kepada penulis.
3. Bapak Harman Amir, S.Si, M.Si, sebagai Penasehat Akademis yang memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
4. Bapak Dr. Ahmad Fauzi, M.Si, sebagai ketua Jurusan Fisika FMIPA, UNP.
5. Ibu Dra. Hidayati, M.Si sebagai ketua Program Studi Fisika FMIPA, UNP.
6. Bapak Drs. Gusnedi, M.Si, Bapak Dr. Hamdi Rifai, M.Si, dan Bapak Yohandri, S.Si, M.Si sebagai tim penguji pada tugas akhir ini.
7. Bapak/Ibu Dosen staf pengajar di Jurusan Fisika FMIPA UNP.
8. Seluruh keluarga tercinta atas doa dan dorongannya baik secara materil maupun spiritual.
9. Teman-teman yang telah melakukan penelitian bersama penulis yang banyak membantu dan memberikan motivasi.

10. Semua senior, teman-teman Fisika 2004 dan junior yang selama ini telah memberikan semangat, motivasi dan masukan pada penulis.

Terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berjasa dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Penulis yakin bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran dari pembaca demi kelengkapannya. Semoga semua bantuan, kritik dan saran yang telah diberikan menjadi masukan positif bagi kita.

Padang, Februari 2009

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Batasan masalah	3
C. Perumusan Masalah.....	4
D. Pertanyaan Penelitian	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Kontribusi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Sumber Arus Listrik.....	6
B. Elektroda dan Potensial Elektroda Standar (E°).....	10
C. Energi Listrik.....	14
D. Larutan Elektrolit Dan Larutan Non Elektrolit	17
E. Sumber Listrik dari Buah-buahan.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Rancangan Penelitian	24
B. Tempat dan Waktu Penelitian	24

C. Variabel Penelitian	24
D. Prosedur penelitian.....	25
E. Teknik Pengumpulan Data	30
F. Teknik Analisa Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	32
B. Pembahasan	53
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	60
B. Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Elemen Volta.....	8
2. Elemen Kering (Baterai)	9
3. Sel Galvani dan Sel Elektrolisis.....	10
4. Arah arus listrik berlawanan arah dengan aliran elektron	15
5. Perbedaan daya hantar larutan	22
6. Multimeter digital, Multimeter Analog.....	25
7. Kawat tembaga dan seng.....	25
8. Kabel penghubung	26
9. Neraca digital	26
10. Buah yang diteliti	26
11. Sampel dengan elektroda seng dan tembaga.....	27
12. Sampel yang dihubungkan dengan kabel.....	28
13. Penambahan sampel (diserikan).....	28
14. Sampel yang dihubungkan seri	29
15. Kotak indikator, kertas lakmus	30
16. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Massa pada jeruk	33
17. Hubungan GGL terhadap Variasi Massa pada jeruk.....	34
18. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Massa pada Apel.....	35
19. Hubungan GGL terhadap Variasi Massa pada Apel	35
20. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Massa pada Pear	36
21. Hubungan GGL terhadap Variasi Massa pada Pear.....	36

22. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Massa pada Kentang.....	37
23. Hubungan GGL terhadap Variasi Massa pada Kentang	38
24. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Massa pada Ubi Kayu.....	39
25. Hubungan GGL terhadap Variasi Massa pada Ubi Kayu	39
26. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Massa pada Bengkuang	40
27. Hubungan GGL terhadap Variasi Massa pada Bengkuang.....	40
28. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Massa pada Apel (dijus)	41
29. Hubungan GGL terhadap Variasi Massa pada Apel (dijus).....	42
30. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Waktu pada jeruk.....	43
31. Hubungan GGL terhadap Variasi Waktu pada jeruk	44
32. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Waktu pada Apel	45
33. Hubungan GGL terhadap Variasi Waktu pada Apel.....	45
34. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Waktu pada Pear	46
35. Hubungan GGL terhadap Variasi Waktu pada Pear	47
36. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Waktu pada Kentang	47
37. Hubungan GGL terhadap Variasi Waktu pada Kentang.....	48
38. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Waktu pada Ubi Kayu	49
39. Hubungan GGL terhadap Variasi Waktu pada Ubi Kayu.....	49
40. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Waktu pada Bengkuang.....	50
41. Hubungan GGL terhadap Variasi Waktu pada Bengkuang	51
42. Hubungan Kuat Arus terhadap Variasi Waktu pada Apel (dijus).....	52
43. Hubungan GGL terhadap Variasi Waktu pada Apel (di Jus).....	52
44. Urutan buah yang menghasilkan arus paling besar.....	53

45. Urutan buah yang menghasilkan tegangan (GGL) paling besar	54
46. Hubungan jenis buah dengan GGL setelah 25 menit.....	56
47. Hubungan jenis buah dengan arus setelah 25 menit	57
48. Arus yang dihasilkan pada buah dengan wujud sampel berbeda.....	58
49. GGL yang dihasilkan pada buah dengan wujud sampel berbeda	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Pengukuran arus listrik dan GGL untuk variasi massa buah	63
2. Pengukuran arus listrik dan GGL untuk variasi waktu pengukuran	67
3. Pengukuran tingkat keasaman (pH) sampel.....	71

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan energi di Indonesia meningkat pesat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Sedangkan, jalan menuju energi yang andal dan terjangkau merupakan pra-syarat utama untuk meningkatkan standar hidup masyarakat. Terjadinya krisis energi dalam rangka memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat, membuat Indonesia perlu mencari sumber-sumber energi alternatif yang mungkin dikembangkan di Indonesia. Saat ini sudah mulai dikembangkan berbagai energi alternatif, di antaranya energi terbarukan. Energi terbarukan, seperti: biomassa, energi surya, energi air, energi angin dan energi samudera (arus dan gelombang laut), sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan, padahal potensi energi terbarukan di Indonesia sangatlah besar.

Saat ini, sebagian besar kebutuhan akan energi listrik dipenuhi oleh sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil. Sumber energi listrik yang berasal dari batu bara atau bahan bakar minyak seperti bahan bakar solar, menimbulkan polusi udara, dan sumbernya tidak dapat diperbaharui dalam waktu singkat. Kedua sumber energi tersebut dapat habis. Pembangkit listrik yang ideal seharusnya dapat memenuhi 3 syarat, yaitu tidak menimbulkan polusi, sumber energi tersedia dalam jumlah yang banyak, dan dapat dibangun dengan teknologi sederhana.

Untuk itu perlu rasanya mencari sumber-sumber energi alternatif yang memenuhi syarat tersebut. Indonesia sebagai salah satu negara tropis yang memiliki sumber daya hayati yang sangat potensial, sangat memungkinkan untuk pencari sumber energi alternatif tersebut. Usaha pertanian merupakan usaha yang sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia karena Indonesia memiliki potensi sumber daya lahan, dan sumber daya manusia yang memadai. Kondisi iklim tropis dengan curah hujan yang cukup, ketersediaan lahan yang masih luas, serta telah berkembangnya teknologi optimalisasi produksi dapat mendukung kelayakan pengembangan usaha agribisnis.

Pemanfaatan hasil alam sebagai sumber energi alternatif perlu dipilih seperti pemanfaatan tanaman jarak pagar sebagai sumber bahan bakar (biodiesel), pemanfaatan minyak kelapa sawit, pemanfaatan ubi kayu (singkong) sebagai penghasil bioethanol. Namun sumber energi ini dapat digunakan setelah mengalami proses yang cukup panjang dan tidak bisa langsung digunakan.

Selama ini yang kita tahu bahwa hasil pertanian berupa buah-buahan hanya dimanfaatkan untuk konsumsi. Padahal selain untuk dikonsumsi buah-buahan tersebut diduga juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Contoh buah apel, selain dikonsumsi ternyata buah apel mempunyai potensi untuk menghasilkan energi listrik. Listrik yang diperoleh sebenarnya berasal dari proses kimiawi yang terjadi dalam buah apel yang kemudian direspon

secara elektrik oleh probe/pin yang terbuat dari dua logam yang berbeda (Priyatmono, 2006).

Seperti halnya apel, maka tidak tertutup kemungkinan ada jenis tanaman yang memiliki kandungan kimiawi yang dapat dimanfaatkan sebagai penghasil listrik. Bila potensi listrik tersebut dalam jumlah yang lebih besar maka dapat dipastikan akan menghasilkan akumulasi potensial listrik yang besar pula. Sehingga energi listrik tersebut dapat disimpan dalam penyimpanan energi listrik berupa baterai atau akumulator. Sehingga bila sewaktu-waktu diperlukan dapat digunakan dengan mudah.

Meskipun sudah ada peneliti lain menginformasikan tentang sifat listrik dari buah-buahan khususnya apel, tetapi belum cukup memadai untuk menggambarkan sifat listrik buah-buahan tersebut. Penelitian tersebut baru sekedar menginformasikan adanya listrik pada buah-buahan, namun berapa massa buah untuk menghasilkan besar arus yang kita inginkan dan berapa lama arus tersebut dihasilkan sepengetahuan peneliti belum ada yang melaporkannya. Selain buah apel tentunya masih ada hasil pertanian (buah-buahan) lain yang dapat dijadikan sebagai sumber energi listrik. Hal ini membuat peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai studi sifat listrik dari buah-buahan sebagai baterai alam.

B. Pembatasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini, studi sifat listrik buah-buahan ini dilakukan pada buah-buahan yang mengandung banyak air dan rasanya agak asam. Buah-buahan yang dipilih

adalah jeruk, apel, pir, kentang, bengkuang, dan singkong. Sifat listrik yang dikaji adalah besarnya arus dan ggl yang dihasilkan.

C. Perumusan Masalah

Berkaitan dengan permasalahan yang dijabarkan dalam latar belakang, maka dapat dirumuskan sebagai permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana sifat listrik dari buah-buahan. Bagaimana arus dan GGL yang dihasilkan masing-masing buah, dan bagaimana hubungannya terhadap massa dan waktu.

D. Pertanyaan Penelitian

Untuk melengkapi penelitian, penulis membuat pertanyaan mengenai apa yang akan diteliti. Adapun pertanyaannya adalah:

1. Bagaimana urutan besarnya arus listrik yang dihasilkan dari buah-buahan yang dipilih?
2. Bagaimana hubungan massa buah dengan besar arus yang dihasilkan buah?
3. Bagaimana hubungan massa buah dengan besar GGL yang dihasilkan buah?
4. Bagaimana hubungan lamanya (t) arus listrik yang mengalir dengan GGL dan arus yang dihasilkan?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui urutan besarnya arus listrik yang dihasilkan dari buah-buahan yang dipilih.
2. Mengetahui hubungan massa buah dengan besar arus yang dihasilkan buah.
3. Mengetahui hubungan massa buah dengan besar GGL yang dihasilkan buah.
4. Mengetahui hubungan lamanya (t) arus listrik yang mengalir dengan GGL dan arus yang dihasilkan.

F. Kontribusi Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk hal-hal berikut:

1. Laboratorium Fisika Material dan Biofisika, dalam pengembangan penelitian untuk mencari energi alternatif baru.
2. Dijadikan sebagai informasi dan acuan bagi masyarakat pada umumnya dan peneliti lanjutan pada khususnya .
3. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sumber Arus Listrik

Alat-alat yang dapat menghasilkan arus listrik disebut sumber arus. Sumber arus berfungsi sebagai sumber energi untuk mengalirkan muatan melalui peralatan listrik. Energi diperoleh sumber arus dari berbagai macam bentuk energi yang kemudian diubah menjadi energi listrik. Beberapa contoh bentuk energi itu adalah:

1. Energi kinetik,
2. Energi kalor,
3. Energi cahaya,
4. Energi kimia.

Sumber arus yang memperoleh energi dari proses kimiawi disebut sel elektrokimia atau elemen elektrokimia (Foster, 2000). Sel elektrokimia tersusun atas dua elektroda, yaitu anoda dan katoda. Dalam elemen ini energi kimia diubah menjadi energi listrik melalui proses kimiawi, yaitu reaksi redoks (reduksi-oksidasi), yang merupakan reaksi serah terima elektron. Pada anoda terjadi reaksi oksidasi, sedangkan pada katoda terjadi reaksi reduksi. Reaksi redoks yang spontan merupakan sumber arus searah.

Secara garis besar, sel elektrokimia dapat digolongkan menjadi :

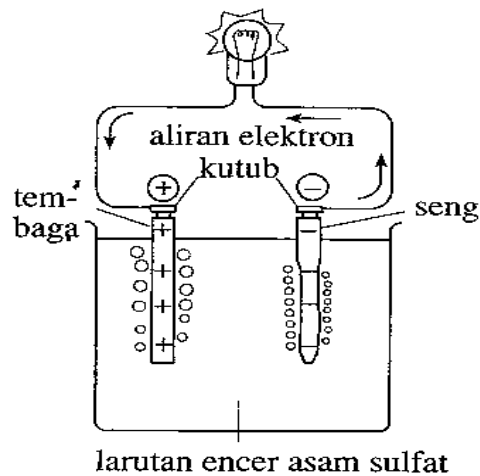
a. Sel Galvani (Elemen Volta)

Sel Galvani merupakan sel yang menghasilkan arus listrik (Foster, 2000). Pada sel galvani, anoda berfungsi sebagai elektroda bermuatan negatif dan katoda bermuatan positif. Arus listrik mengalir dari katoda menuju anoda. Reaksi kimia yang terjadi pada sel galvani berlangsung secara spontan.

Bila sebatang logam dimasukkan kedalam larutan elektrolit, batang logam menjadi negatif sedangkan larutan menjadi bermuatan positif atau potensial larutan menjadi lebih tinggi daripada potensial logam. Perbedaan potensial logam dengan larutan dinamakan dengan potensial kontak. Setiap logam mempunyai potensial kontak yang berbeda-beda. Susunan sederet logam-logam berdasarkan potensial kontak dari yang besar hingga yang kecil (deret volta), yaitu:

K Na Ca Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb H Cu Ag Pt Au C.

Sebuah elemen sederhana dapat dibuat berdasarkan prinsip di atas, yaitu dengan mencelupkan batang tembaga (Cu) dan batang seng (Zn) ke dalam larutan elektrolit asam sulfat (H_2SO_4) encer. Batang tembaga menjadi kutub positif (anoda) dan batang seng (Zn) menjadi kutub negatif (katoda) seperti tampak pada Gambar 1. Beda potensial antara anoda (Cu) dan katoda (Zn) adalah 1 volt.



Gambar 1
Elemen Volta (elemen galvani) (Foster, 2000)

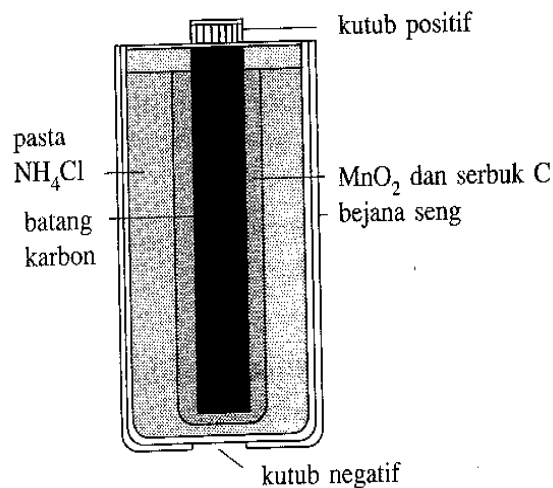
Pada larutan, molekul-molekul H_2SO_4 akan terurai menjadi ion-ion hidrogen yang bermuatan positif dan ion-ion sulfat yang bermuatan negatif seperti dalam reaksi



Ion-ion hidrogen (H^+) bergerak ke arah tembaga (Cu) dan ion-ion sulfat (SO_4^{2-}) bergerak ke arah seng (Zn). Bila kutub anoda, Cu (+) dan kutub Zn (-) tersebut dihubungkan dengan kawat membentuk suatu rangkaian tertutup, maka akan terjadi aliran arus listrik. Elektron-elektron di dalam kawat bergerak dari Zn menuju Cu karena perbedaan potensial antara keduanya. Sementara ion-ion hidrogen yang bergerak dari arah batang Zn menuju batang Cu membentuk molekul-molekul gas hidrogen.

Salah satu aplikasi sel galvani adalah penggunaan sel $\text{Zn}/\text{Ag}_2\text{O}_3$ untuk baterai. Baterai adalah sumber listrik-kimiawi yang menyimpan energi dan mengeluarkannya dalam bentuk listrik. Alat-alat yang dapat berfungsi dengan adanya baterai adalah mobil-mobilan, jam dinding, jam tangan,

senter, robot, radio dan lain-lain. Baterai terdiri dari tiga komponen penting, yaitu: batang karbon sebagai anoda (kutub positif baterai), seng (Zn) sebagai katoda (kutub negatif baterai), pasta sebagai elektrolit (penghantar) seperti tampak pada Gambar 2.

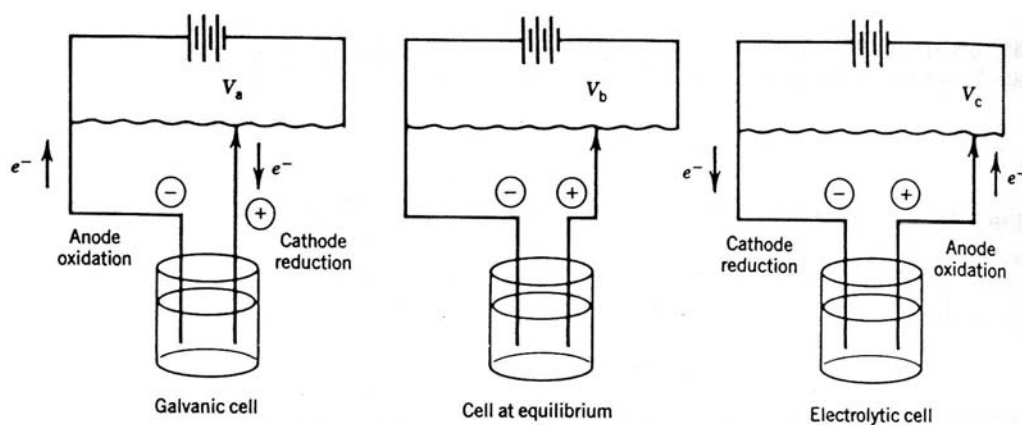


Gambar 2
Elemen kering (baterai)
(Foster, 2000)

Baterai merupakan perangkat yang mampu menghasilkan tegangan DC, yaitu dengan cara mengubah energi kimia yang terkandung didalamnya menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia, Redoks (Reduksi-Oksidasi). Baterai terdiri dari beberapa sel listrik, sel listrik tersebut menjadi penyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia. Sel baterai tersebut terdiri dari dua elektroda. Elektroda negatif disebut katoda, yang berfungsi sebagai pemberi elektron. Elektroda positif disebut anoda yang berfungsi sebagai penerima elektron. Antara anoda dan katoda akan mengalir arus yaitu dari kutub positif (anoda) ke kutub negatif (katoda). Sedangkan elektron akan mengalir dari katoda menuju anoda.

b. Sel Elektrolisis

Sel Elektrolisis merupakan sel yang menggunakan arus listrik. Pada sel elektrolisis, reaksi kimia tidak terjadi secara spontan tetapi melalui perbedaan potensial yang dipicu dari luar sistem. Anoda berfungsi sebagai elektroda bermuatan positif dan katoda bermuatan negatif, sehingga arus listrik mengalir dari anoda ke katoda. Sel elektrolisis banyak digunakan untuk produksi aluminium atau pemurnian tembaga. Arah aliran elektron pada sel Galvani dan sel Elektrolisis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3
Sel Galvani dan Sel Elektrolisis
(www.elektrokimia.com)

B. Elektroda dan Potensial Elektroda Standar (E^0)

Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit (misal semikonduktor, elektrolit atau vakum). Sel elektrokimia umumnya tersusun atas dua elektroda, yaitu anoda dan katoda. Setiap elektroda disebut sebagai setengah sel (*half cell*). Reaksi yang terjadi pada tiap elektroda disebut reaksi setengah sel atau

reaksi elektroda. Berdasarkan jenisnya, elektroda dapat digolongkan menjadi (www.elektrokimia.com):

1. Elektroda logam-ion logam

Elektroda logam-ion logam yaitu elektroda yang berisi logam yang berada dalam kesetimbangan dengan larutan ionnya, contohnya elektroda $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+}$.

2. Elektroda amalgam

Amalgam adalah larutan logam dalam Hg cair. Pada elektroda ini, amalgam logam M akan berada dalam kesetimbangan dengan ionnya (M^{2+}). Logam-logam aktif seperti Na dan Ca dapat digunakan sebagai elektroda amalgam.

3. Elektroda redoks

Elektroda redoks yaitu elektroda yang melibatkan reaksi reduksi-oksidasi di dalamnya, contohnya elektroda $\text{Pt} | \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}$.

4. Elektroda logam-garam tak larut

Elektroda ini berisi logam M yang berada dalam kesetimbangan dengan garam sangat sedikit larutnya $\text{M}_{\text{v}+}\text{X}_{\text{v}-}$ dan larutan yang jenuh dengan $\text{M}_{\text{v}+}\text{X}_{\text{v}-}$ serta mengandung garam atau asam terlarut dengan anion $\text{X}^{\text{Z}-}$. Contoh : elektroda Ag-AgCl yang terdiri dari logam Ag, padatan AgCl, dan larutan yang mengandung ion Cl^- dari KCl atau HCl.

5. Elektroda gas

Elektroda gas yaitu elektroda yang berisi gas yang berda dalam kesetimbangan dengan ion-ion dalam larutan, misalnya elektroda $\text{Pt} \mid \text{H}_{2(\text{g})} \mid \text{H}^+_{(\text{aq})}$.

6. Elektroda non logam non gas

Elektroda non logam non gas yaitu elektroda yang berisi unsur selain logam dan gas, misalnya elektroda brom ($\text{Pt} \mid \text{Br}_{2(\text{l})} \mid \text{Br}^-_{(\text{aq})}$) dan yodium ($\text{Pt} \mid \text{I}_{2(\text{s})} \mid \text{I}^-_{(\text{aq})}$).

7. Elektroda membran

Elektroda membran yaitu elektroda yang mengandung membran semi permeabel.

Untuk menggerakkan muatan dari satu titik ke titik lain diperlukan beda potensial listrik antara kedua muatan. Beda potensial diukur antara dua elektroda yaitu elektroda pengukur dan elektroda pembanding. Sebagai elektroda pembanding umumnya digunakan elektroda hidrogen ($\text{H}^+ \mid \text{H}_2 \mid \text{Pt}$) atau elektroda kalomel ($\text{Cl}^- \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_{2(\text{s})} \mid \text{Hg}$). Beda potensial inilah yang dinyatakan sebagai daya gerak listrik (DGL). Untuk menghitung DGL sel, digunakan potensial elektroda standar (E°) yang nilainya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Potensial elektroda standar pada 25°C

Elektroda	E° (V)	Reaksi Setengah Sel
$\text{F}^- \mid \text{F}_{2(\text{g})} \mid \text{Pt}$	2,87	$\frac{1}{2} \text{F}_{2(\text{g})} + \text{e}^- = \text{F}^-$
$\text{Au}^{3+} \mid \text{Au}$	1,50	$\frac{1}{3} \text{Au}^{3+} + \text{e}^- = \text{Au}^{3+}$

$\text{Pb}^{2+} \text{PbO}_2 \text{Pb}$	1,455	$\frac{1}{2} \text{PbO}_2 + 2\text{H}^+ + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
$\text{Cl}^- \text{Cl}_{2(\text{g})} \text{Pt}$	1,3604	$\frac{1}{2} \text{Cl}_{2(\text{g})} + \text{e}^- = \text{Cl}^-$
$\text{H}^+ \text{O}_2 \text{Pt}$	1,2288	$\text{H}^+ + \frac{1}{4} \text{O}_2 + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$
$\text{Ag}^+ \text{Ag}$	0,7992	$\text{Ag}^+ + \text{e}^- = \text{Ag}$
$\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+} \text{Pt}$	0,771	$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$
$\text{I}^- \text{I}_{2(\text{s})} \text{Pt}$	0,5355	$\frac{1}{2} \text{I}_2 + \text{e}^- = \text{I}^-$
$\text{Cu}^+ \text{Cu}$	0,521	$\text{Cu}^+ + \text{e}^- = \text{Cu}$
$\text{OH}^- \text{O}_2 \text{Pt}$	0,4009	$\frac{1}{4} \text{O}_2 + \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{OH}^-$
$\text{Cu}^{2+} \text{Cu}$	0,339	$\frac{1}{2} \text{Cu}^{2+} + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{Cu}$
$\text{Cl}^- \text{Hg}_2\text{Cl}_{2(\text{s})} \text{Hg}$	0,268	$\frac{1}{2} \text{Hg}_2\text{Cl}_2 + \text{e}^- = \text{Hg} + \text{Cl}^-$
$\text{Cl}^- \text{AgCl}_{(\text{s})} \text{Ag}$	0,2224	$\text{AgCl} + \text{e}^- = \text{Ag} + \text{Cl}^-$
$\text{Cu}^{2+}, \text{Cu}^+ \text{Pt}$	0,153	$\text{Cu}^{2+} + \text{e}^- = \text{Cu}^+$
$\text{Br}^- \text{AgBr}_{(\text{s})} \text{Ag}$	0,0732	$\text{AgBr} + \text{e}^- = \text{Ag} + \text{Br}^-$
$\text{H}^+ \text{H}_2 \text{Pt}$	0,0000	$\text{H}^+ + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{H}_2$
$\text{D}^+ \text{D}_2 \text{Pt}$	-0,0034	$\text{D}^+ + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{D}_2$
$\text{Pb}^{2+} \text{Pb}$	-0,126	$\frac{1}{2} \text{Pb}^{2+} + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{Pb}$
$\text{Sn}^{2+} \text{Sn}$	-0,140	$\frac{1}{2} \text{Sn}^{2+} + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{Sn}$
$\text{Ni}^{2+} \text{Ni}$	-0,250	$\frac{1}{2} \text{Ni}^{2+} + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{Ni}$
$\text{Cd}^{2+} \text{Cd}$	-0,4022	$\frac{1}{2} \text{Cd}^{2+} + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{Cd}$
$\text{Fe}^{2+} \text{Fe}$	-0,440	$\frac{1}{2} \text{Fe}^{2+} + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{Fe}$
$\text{Zn}^{2+} \text{Zn}$	-0,763	$\frac{1}{2} \text{Zn}^{2+} + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{Zn}$
$\text{OH}^- \text{H}_2 \text{Pt}$	-0,8279	$\text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{H}_2 + \text{OH}^-$
$\text{Mg}^{2+} \text{Mg}$	-2,37	$\frac{1}{2} \text{Mg}^{2+} + \text{e}^- = \frac{1}{2} \text{Mg}$
$\text{Na}^+ \text{Na}$	-2,714	$\text{Na}^+ + \text{e}^- = \text{Na}$
$\text{Li}^+ \text{Li}$	-3,045	$\text{Li}^+ + \text{e}^- = \text{Li}$

(www.elektrokimia.com)

Pada Tabel 1. terlihat bahwa elektroda hidrogen ($\text{H}^+ | \text{H}_2 | \text{Pt}$) merupakan batas pembanding dengan nilai potensial 0,0000 V. Bila elektroda pengukur mempunyai nilai lebih besar dari elektroda hidrogen (bernilai

positif), maka elektroda tersebut mempunyai kecenderungan untuk tereduksi (bersifat oksidator). Sedangkan bila elektroda pengukur mempunyai nilai lebih kecil dari elektroda hidrogen (bernilai negatif), maka elektroda tersebut mempunyai kecenderungan untuk teroksidasi (bersifat reduktor). Karena reaksi setengah sel pada elektroda ditulis dalam bentuk reduksi, maka nilai potensial elektroda standar juga dapat disebut potensial reduksi standar.

Pada penelitian ini jenis elektroda yang digunakan adalah tembaga (Cu) sebagai elektroda positif dan seng (Zn) sebagai elektroda negatif. Alasan kedua elektroda ini digunakan karena mudah mendapatkannya. Bahan tembaga dan seng ini banyak digunakan dalam kehidupan seperti pada peralatan elektronika, misalnya penggunaan tembaga pada kabel listrik.

C. Energi listrik

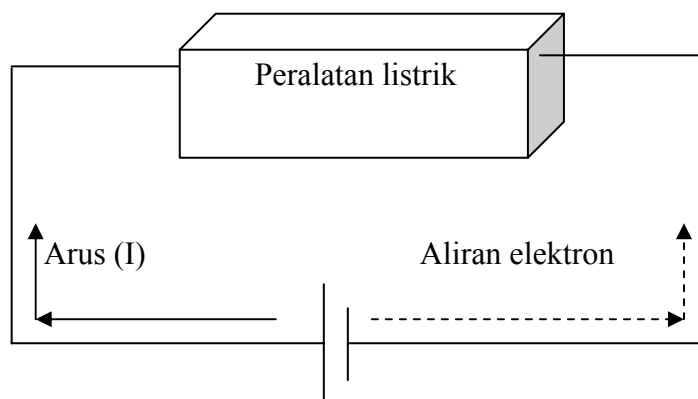
Energi listrik adalah energi yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain. Energi yang dihasilkan ini dapat berasal dari berbagai sumber misalnya, air, minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari dan lainnya. Energi ini besarnya dari beberapa volt sampai ribuan hingga jutaan volt. Energi listrik dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$W = q V = V I t \quad (1)$$

Dari Persamaan 1 di atas diketahui bahwa parameter dari energi listrik sebagai berikut:

1. Arus listrik (I)

Arus listrik adalah gerakan atau aliran muatan listrik. Pergerakan muatan ini terjadi pada bahan yang disebut konduktor. Konduktor bisa berupa logam, gas, atau larutan, sedangkan pembawa muatannya tergantung pada jenis konduktor, yaitu pada logam, pembawa muatannya adalah elektron-elektron. Pada gas, pembawa muatannya adalah ion positif dan elektron, dan pada larutan, pembawa muatannya adalah ion positif dan ion negatif. Arus listrik pada konduktor mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah (berlawanan arah dengan gerak elektron), seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4 :



Gambar 4
Arah arus listrik berlawanan arah dengan aliran elektron
(Foster, 2000)

Kuat arus listrik didefinisikan sebagai banyaknya muatan yang mengalir (melewati) suatu penampang dalam waktu tertentu. Arus listrik dinyatakan dengan lambang I dengan satuan Ampere. Definisi arus listrik dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{\partial q}{\partial t} \quad (2)$$

atau

$$I = \frac{Q}{t} \quad (3)$$

dimana:

I = kuat arus listrik (A), 1 ampere = 1 coulomb/detik

Q = muatan listrik (coulomb)

t = waktu (detik).

2. Tegangan/beda potensial (V)

Besar arus yang mengalir ditentukan oleh besarnya beda potensial (dinyatakan dengan satuan volt). Jadi untuk sebuah konduktor semakin besar beda potensial akan semakin besar pula arus yang mengalir. Hubungan arus yang mengalir dengan potensial diatur oleh Hukum Ohm yang berbunyi, kuat arus di dalam suatu penghantar berbanding lurus dengan beda potensial antara kedua ujung penghantar itu dan berbanding terbalik dengan tahanan penghantar itu (Soetarmo, 1981). Besarnya arus yang mengalir dan beda potensial mempunyai hubungan linier sederhana, dituliskan sebagai:

$$V = IR \quad \text{atau} \quad R = \frac{V}{I} \quad (4)$$

dimana:

V = tegangan listrik dalam volt (V)

I = kuat arus dalam ampere (A)

R = tahanan listrik dalam ohm (Ω).

3. Hubungan Kuat Arus dan GGL terhadap Waktu (Pengosongan Kapasitor)

Pengukuran kuat arus dan GGL terhadap variasi waktu analogi dengan prinsip pengosongan pada kapasitor. Suatu kapasitor yang sedang

bermuatan, jika dikosongkan akan terjadi penurunan tegangan pada kapasitor. Dalam proses pengosongan kapasitor, kapasitor tidak langsung kosong tetapi pengosongan kapasitor merupakan fungsi dari waktu. Semakin lama, muatan pada kapasitor akan berkurang. Jika kuat arus dan tegangan pada kapasitor dinyatakan dalam bentuk muatan listrik akan menghasilkan persamaan dalam bentuk diferensial. Muatan yang tersimpan pada kapasitor dan kuat arus masing-masing dapat ditulis dalam bentuk:

$$q(t) = q_0 (1 - e^{-t/RC}) \quad (5)$$

$$I(t) = I_0 e^{-t/RC} \quad (6)$$

Berdasarkan hubungan antara tegangan dengan muatan didapatkan tegangan pada kapasitor sebagai fungsi waktu dalam bentuk eksponensial seperti:

$$V_C(t) = V_0 (1 - e^{-t/RC}) \quad (7)$$

Kapasitor yang penuh dapat dikosongkan dengan cara menghubungkan singkatkan tegangan sumber pada rangkaian tertutup. Muatan kapasitor akan berkurang dengan pertambahan waktu. Akibatnya tegangan pada kapasitor juga berkurang terhadap waktu. Tegangan kapasitor dalam waktu t detik dapat ditentukan melalui persamaan berikut ini:

$$V_C(t) = V_0 e^{-t/RC} \quad (8)$$

D. Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit

Larutan adalah campuran homogen (serbasama). Larutan terdiri atas zat terlarut dan zat pelarut. Pada umumnya zat pelarut dalam larutan

jumlahnya lebih banyak dari zat terlarut. Air merupakan zat pelarut karena larutan sebagian besar zat pelarutnya adalah air. Air murni merupakan penghantar listrik yang buruk. Air murni hanya dapat terionisasi menjadi ion-ion (H^+ dan OH^-) dalam jumlah yang sama dan relative kecil, yaitu 0,0000001 atau 10^{-7} ion. Air sungai dapat mengalirkan arus listrik, karena air sungai bukan air murni melainkan air yang sudah tercampur dengan berbagai kotoran yang berupa sampah organik maupun anorganik. Sampah-sampah tersebut memungkinkan adanya senyawa kimia yang dapat terionisasi sehingga pada saat dialiri listrik air sungai menghantarkan listrik.

Berdasarkan daya hantar listriknya, larutan terbagi menjadi 2 golongan yaitu larutan elektrolit dan larutan non elektrolit. Perbedaan zat elektrolit kuat, elektrolit lemah, dan non elektrolit adalah dinyatakan dengan derajat ionisasi. Derajat ionisasi merupakan besaran yang menyatakan banyaknya molekul yang telah terionisasi atau banyaknya zat yang terionisasi di bagi zat mula-mula dengan simbol α . Harga α berkisar antara 0 sampai 1 ($0 < \alpha < 1$), yaitu $\alpha = 1$ berarti zat terionisasi sempurna, sedangkan $\alpha = 0$ zat tidak terionisasi.

1. Larutan elektrolit

Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan listrik karena terjadi proses ionisasi (penguraian zat menjadi ion-ion yang bergerak bebas pada larutannya). Elektrolit merupakan senyawa yang berikatan ion dan kovalen polar. Sebagian besar senyawa yang berikatan ion merupakan elektrolit. Sebagai contoh ikatan ion NaCl yang merupakan

salah satu jenis garam yakni garam dapur termasuk pada larutan elektrolit. NaCl dapat menjadi elektrolit dalam bentuk larutan dan lelehan.

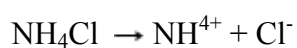
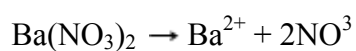
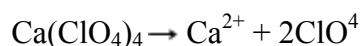
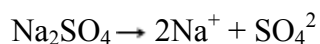
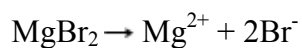
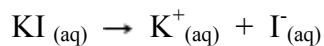
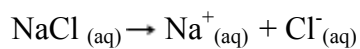
Larutan elektrolit mengandung atom-atom bermuatan listrik (ion-ion) yang bergerak bebas, sehingga mampu untuk menghantarkan arus listrik melalui larutan. Sebagai contoh larutan HCl, larutan HCl dalam air mengurai menjadi kation (H^+) dan anion (Cl^-). Terjadinya hantaran listrik pada larutan HCl disebabkan ion H^+ menangkap elektron pada katoda dengan membebaskan gas hydrogen. Sedangkan ion-ion Cl^- melepaskan elektron pada anoda dengan menghasilkan gas klorin.

Larutan elektrolit dapat dibedakan menjadi elektrolit kuat dan elektrolit lemah. Jenis dan konsentrasi (kepekatan) suatu larutan dapat berpengaruh terhadap daya hantar listriknya. Untuk menunjukkan kekuatan elektrolit digunakan derajat ionisasi yaitu jumlah ion bebas yang dihasilkan oleh suatu larutan. Makin besar harga α , makin kuat elektrolit tersebut (www.belajaronline.com).

a. Larutan elektrolit kuat

Larutan elektrolit kuat adalah larutan dimana zat-zat elektrolit yang terdapat dalam larutan ini terurai menjadi ion-ion secara sempurna dalam air. Umumnya yang merupakan elektrolit kuat adalah larutan garam. Dalam proses ionisasinya, elektrolit kuat menghasilkan banyak ion maka $\alpha = 1$, pada persamaan reaksi ionisasi elektrolit kuat ditandai dengan anak panah satu arah ke kanan.

Contoh:

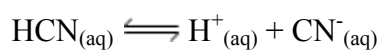
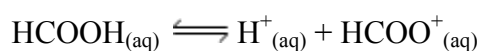
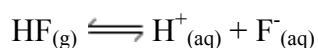
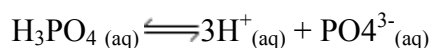
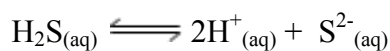
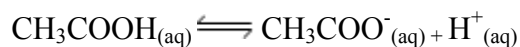


NaCl adalah senyawa ion, jika dalam keadaan kristal ion-ion itu terikat satu sama lain dengan rapat dan kuat, sehingga tidak bebas bergerak. Akibatnya, dalam keadaan kristal (padatan) senyawa ion tidak dapat menghantarkan listrik. Jika garam tersebut dalam keadaan lelehan atau larutan, maka ion-ionnya akan bergerak bebas, sehingga dapat menghantarkan listrik.

b. Larutan elektrolit lemah

Pada larutan elektrolit lemah zat-zat elektrolitnya yang terurai hanya sebagian. Daya hantar larutan ini buruk dan memiliki α (derajat ionisasi) kecil karena sedikit larutan yang terurai (terionisasi). Makin sedikit yang terionisasi, makin lemah elektrolit tersebut. Dalam persamaan reaksi ionisasi elektrolit lemah ditandai dengan panah dua arah (bolak-balik) artinya tidak semua molekul terurai (ionisasi tidak sempurna).

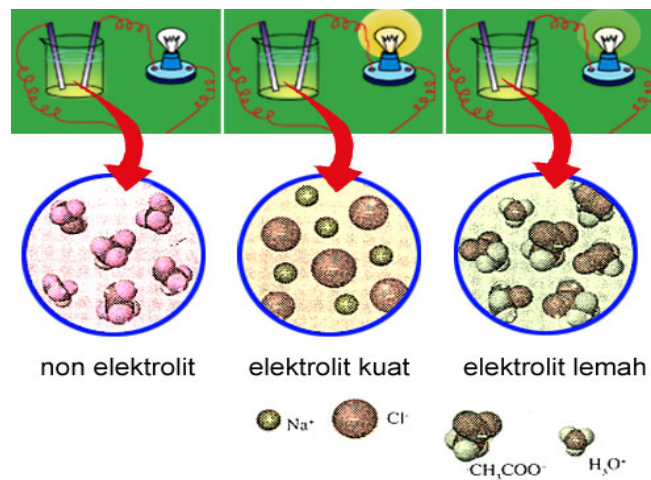
Contoh:



2. Larutan non elektrolit

Larutan non elektrolit merupakan larutan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik, hal ini karena pada larutan ini tidak terjadi proses ionisasi. Contohnya larutan gula.

Secara percobaan, larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit dapat dibedakan dengan tes nyala lampu seperti pada Gambar 5. Jika bola lampu menyala terang maka larutan tersebut merupakan elektrolit kuat. Jika bola lampu menyala redup maka larutan tersebut merupakan elektrolit lemah. Sedangkan jika bola lampu tidak menyala maka larutan tersebut merupakan larutan nonelektrolit.



Gambar 5
Perbedaan daya hantar larutan
(www.belajaronline.com)

E. Sumber Listrik dari Buah-buahan

Energi listrik selain dapat diperoleh dari bahan nonorganik, juga dapat diperoleh dari bahan organik, seperti buah-buahan. Ada berbagai buah-buahan yang dapat menghasilkan listrik terutama buah-buahan yang rasanya asam misalnya apel, jeruk lemon dan lain-lain (www.ukhtipeni.multiply.com, 2008). Misalnya jeruk lemon, lemon seperti halnya sebuah baterai mengandung asam yang bersifat elektrolit yang dapat menghasilkan energi listrik. Energi listrik dapat dihasilkan ketika reaksi kimia berlangsung antara asam pada lemon dan lempengan-lempengan (elektroda).

Demikian juga halnya dengan kentang, apel dan buah yang lainnya. Energi listrik yang dihasilkan buah-buahan berasal dari larutan elektrolit yang terkandung dalam buah-buahan tersebut. Jika dua buah elektroda yang terbuat dari seng dan tembaga yang mempunyai elektrogenativitas yang berbeda (menimbulkan beda tegangan) ditancapkan pada buah, maka terjadilah reaksi

elektrokimia yang menghasilkan arus listrik. Sejumlah kecil senyawa garam yang terdapat dalam buah memungkinkan tersedianya ion-ion bebas, yang kemudian terkumpul di kedua kutub elektroda tersebut. Secara umum semakin asam rasa buah maka memiliki konsentrasi elektrolit yang semakin besar pula.

Berdasarkan hasil analisis fisika kimia dari masing-masing buah-buahan yang digunakan diperoleh kandungan garam dan mineral yang terdapat pada masing-masing buah tersebut. Apel (*Malus sylvestris*), mempunyai kandungan garam mineral antara lain kalium, kalsium, fosfor, besi, senyawa asam yang berasal dari vitamin C (www.ipteknet.com, 2008). Jeruk merupakan sumber serat tak cerna atau serat kasar sehingga berperan dalam pencernaan, juga mengandung asam-asam yang berperan pada pembentukan rasa masam buah muda. Buah jeruk merupakan sumber mineral dan senyawa asam yang berasal dari vitamin C. Buah pir (*Pyrrus L communis*) mengandung senyawa mineral antara lain Kalsium (Ca), Besi (Fe), Magnesium (Mg), Fospor (P), Kalium (K), Natrium (Na), Seng (Zn) dan vitamin C (www.ipteknet.com, 2008). Bengkuang (*Pachyrrhizuz erosus*), Kentang (*Solanum tuberosum L*), Ubi kayu (*Manihot esculenta*) mengandung senyawa mineral Kalsium, Fosfor, Besi dan Vitamin C (www.ipteknet.com, 2008).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan pengukuran terhadap keenam jenis buah-buahan yang dijadikan sampel penelitian disimpulkan bahwa keenam sampel buah-buahan tersebut dapat menghasilkan arus listrik, dengan urutan buah yang menghasilkan arus dan ggl dari yang paling besar ke yang paling kecil adalah jeruk, apel, pear, kentang, ubi kayu, dan bengkuang.
2. Hubungan antara variasi massa sampel dengan kuat arus yang dihasilkan adalah linier. Semakin besar massa yang diberikan maka arus yang dihasilkan akan semakin besar juga.
3. Hubungan antara variasi massa sampel dengan GGL yang dihasilkan adalah linier. Semakin besar massa yang diberikan maka GGL yang dihasilkan akan semakin besar juga.
4. Arus dan GGL yang dihasilkan merupakan fungsi eksponensial dari waktu. Kuat arus dan GGL yang dihasilkan berkurang seiring dengan pertambahan waktu. Semakin lama waktu arus listrik mengalir pada elektroda, semakin berkurang arus dan GGL yang dihasilkan sampel, hal ini disebabkan karena kandungan elektrolit dan ion-ion yang terdapat dalam sampel berkurang oleh reaksi elektrokimia yang terjadi antara sampel dan elektroda yang digunakan.

5. Pada sampel dalam wujud larutan (di jus) menghasilkan arus dan GGL yang lebih besar dibandingkan dengan sampel dalam bentuk potongan buah.

B. Saran

1. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, diharapkan dapat meneliti arus dan GGL yang dihasilkan dengan variasi massa yang lebih banyak dalam jarak pengukuran yang lebih kecil.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, diharapkan dapat meneliti arus dan GGL yang dihasilkan dengan variasi waktu yang lebih banyak dengan jarak pengukuran yang lebih kecil yang lebih kecil dari yang telah dilakukan.
3. Untuk peneliti berikutnya, agar dapat dilanjutkan dengan mencari energi alternatif dari bahan-bahan bio lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. "Biolistrik". <http://id.wikipedia.org/.../b/i/o/Biolistik.html>.
- Anonim. "Elektrolit". <http://id.wikipedia.org/wiki/Elektrolit>
- Anonim. "Elektrolit dan Bukan Elektrolit". www.geocities.com.
- Arifianto. 2008. "Tanya Sumber Arus Listrik dari Kentang atau Sayur-Sayuran". www.opensubscriber.
- Astuti, Imelda. 2008. *Tenaga Listrik dari Buah Apel*. Tugas individu. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Bachtiar, Yanmarshus. 2004. "Energi Listrik Alternatif". www.daunsalam.net.
- Bishop, Owen. 2004. *Dasar-dasar Elektronika*. Jakarta: Erlangga.
- Blocher, Richard. 2003. *Dasar Elektronika*. Yogyakarta: Andi
- Foster, Bob. 2000. *Terpadu Fisika*. Jakarta: Erlangga.
- Gatra. 2000. "Perkenalkan Elektrokentang". www.gatra.com.
- Kirkup, L. (1994). *Experiment Method An Introduction to The Analysis and Presentation of Data*. John Willy & Sons : Singapura.
- Mentari. 2008. "Pengertian Batere". www.mentari.blogspot.
- Mutiarawati, Fadilla. 2004. "Baterai Masa Depan". www.pcmedia.com.
- Priyatmono, Agus. Maret 2006. "Biolistrik dari Tumbuhan". www.alfurqon.or.id.
- Pustekkom. 2005. "Larutan Elektrolit dan Larutan Non Elektrolit". www.ftp.ui.edu.
- Soetarmo, 1981. *Fisika*. Surakarta: Widya Duta.
- Sunarya, Yayan. 2001. *Kimia SMU kelas II*. Bandung: Grafindo Media Utama.
- www.belajaronline.com.
- www.ukhtipeni.multiply.com.