



**PEMANFAATAN SAMPAH KULIT PISANG DAN KULIT
DURIAN SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF
PENGANTI PASTA BATU BATERAI**

**Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Ujian Akhir Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik dari Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi**

SKRIPSI

OLEH

**NAMA : MAYKEL SURANTA S. DEPARI
NPM : 1724210363
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
KONSENTRASI : TEKNIK ENERGI LISTRIK**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
MEDAN
2019**

Pemanfaatan Sampah Kulit Pisang dan Kulit Durian sebagai Bahan Alternatif Pengganti Pasta Batu Baterai

Maykel Suranta S. Depari *

Zuraidah Tharo **

Siti Anisah **

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTAK

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) produksi buah pisang dan durian meningkat setiap tahunnya, Sehingga butuh tindakan terhadap permasalahan kulit pisang dan kulit durian yang terus bertambah. Sampah kulit pisang dan kulit durian bisa didaur ulang kembali menjadi bahan pengganti pasta batu baterai. Kulit durian dan kulit pisang terkandung zat K dan Cl. KCl adalah elektrolit kuat yang dapat terionisasi dan menghantarkan arus listrik. Besar V maksimal yang diperoleh dari pasta kulit pisang lebih tinggi terhadap kulit durian, yaitu kulit pisang 1,23 volt dan kulit durian 1,13 volt. Kulit pisang angka memiliki tegangan yang paling besar dalam penelitian ini sebagai pengganti pasta batu baterai.

Kata Kunci: Kulit Pisang, Kulit Durian, Pasta Batu Baterai

* Mahasiwa Teknik Eletro: maykeldepari@gmail.com

** Dosen Pembimbing Teknik elektro

***Utilization Waste of Banana Skin and Durian Skin as a
Substitute Alternative for Stone Battery Paste***

Maykel Suranta S. Depari *

Zuraidah Tharo **

Siti Anisah **

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAC

Based on data from the Central Statistics Agency (BPS) the production of bananas and durians increases every year, so it needs action on the problems of banana peels and growing durian skin. Banana skin waste and durian skin can be recycled again as a substitute for battery stone paste. Durian and banana peels contain K and Cl. KCl is a strong electrolyte that can be ionized and conducts electric current. The maximum V magnitude obtained from banana peel paste is higher for durian skin, ie 1.23 volts of banana peel and 1.13 volt durian skin. The skin of jackfruit banana has the greatest stress in this study as a substitute for battery stone paste.

Keyword: Banana Skin, Durian Skin, Stone Battery Paste

* Student of Electrical Engineering: maykeldepari@gmail.com

** Lecture of Electrical Engineering

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Tanaman Pisang.....	7
2.2 Kulit Buah Pisang.....	8
2.3 Kandungan Kimia dalam Kulit Pisang	9
2.3.1 Hal-Hal yang Menyebabkan Kulit Pisang dapat Menghantarkan Arus Listrik	11
2.4 Tanaman Durian	12
2.4.1 Kulit Durian	14
2.5 Komposisi Kimia Kulit Durian.....	14
2.6 Karbon Aktif.....	15
2.6.1 Proses Karbonisasi.....	16
2.7 Pengertian Batu Baterai	18
2.8 Komponen-Komponen Baterai	20
2.9 Macam- Macam Baterai	21
2.9.1 Baterai Primer	21
2.9.1 Baterai Sekunder.....	24

2.10	Prinsip Kerja Batu Baterai	28
2.11	Pasta Batu Baterai	29
2.12	Reaksi Kimia pada Baterai	31
2.13	Reaksi Kimia Sel Kering (Sel Leclanche)	33
2.14	Sel Elektrolisis	34
2.15	Muatan Listrik	34
2.15.1	Kuat Arus Listrik	36
2.15.2	Energi Potensial Listrik	38
2.15.3	Potensial Listrik	41
2.15.4	Daya	42
2.16	Kapasitansi	43
2.17	Kapasitansi Pelat Sejajar	43
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Pendekatan Penelitian	47
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	48
3.3	Menyimpulkan Data	48
3.4	Metode Proses Pembuatan	49
3.4.1	Alat dan Bahan	49
3.4.2	Metodologi	22
3.5	Blok Diagram	50
3.6	Diagram Alir	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pengukuran Tegangan dan Arus	53
4.2	Perhitungan Daya	54
4.3	Grafik	55
4.4	Hasil dan Pembahasan	59
4.4.1	Massa vs Tegangan	59
4.4.2	Massa vs Arus	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	60

5.2 Saran 61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala nikmat, karunia dan kesempatan yang telah diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul Pemanfaatan Sampah Kulit Pisang dan Kulit Durian sebagai Bahan Alternatif Pengganti Pasta Batu Baterai.

Selesainya laporan ini tidak terlepas dari bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan ungkapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Dr. H. Muhammad Isa Indrawan, S.E., M.M selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Ibu Sri Shindi Indira, S.T., M.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi
3. Bapak Hamdani, S.T., M.T selaku ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi
4. Ibu Zuraidah Tharo, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
5. Ibu Siti Anisah, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
6. Seluruh Dosen Teknik Elektro yang telah menjadi inspirasi dan membantu penulisan dalam pembuatan laporan
7. Seluruh Pegawai di Departemen Teknik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi
8. Kedua Orang Tua tercinta ayah Ulung Depari dan ibu Annarita br Pinem serta kakak-kakak saya Desi Depari, Nievika Depari dan Jenni Depari yang telah memberikan nasihat dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas akhir ini hingga dapat diselesaikan.
9. Terima kasih kepada teman – teman, William Fernandes, Armin, Dimas Prambasto, Lita Adelia Matondang, Siti Zahrina Jasmine dan teman – teman seperjuangan yang telah memberikan waktu dan memotivasi penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir.

10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung selama menjalani masa perkuliahan di Universitas Pembangunan Panca Budi.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan pada laporan Tugas Akhir ini sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Medan, Juli 2019

Maykel Suranta S. Depari
1724210363

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian pada percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- a. Kulit pisang dan kulit durian bisa menjadi pengganti Mangan Oksida atau elektrolit pada baterai yang tidak digunakan, sehingga baterai bekas tersebut bisa dipakai kembali.
- b. Listrik yang mengalir pada baterai menggunakan kulit pisang dan kulit durian disebabkan karena perpindahan perbedaan muatan antara kutub positif dan negatif.
- c. Jenis kulit pisang pada percobaan ini yang paling baik digunakan sebagai elektrolit baterai adalah pisangangka.

Jenis Kulit	V	mA
Nangka	1.23	2.66
Barangan	1.18	2.10
Kepok	1.15	1.84
Durian	1.13	0,76

- d. Kulit pisang dan kulit durian mengandung zat elektrolit seperti K dan Cl. KCl bereaksi membentuk garam kalium klorida, sehingga mampu menghantarkan aruslistrik.
- e. Kulit pisang mengandung K dan Cl lebih besar daripada kulit durian, hal ini menyebabkan tegangan yang diperoleh baterai menggunakan elektrolit kulit pisang lebih tinggi dibandingkan baterai yang

- f. menggunakan elektrolit dari kulit durian.
- g. Massa elektrolit dalam baterai, juga mempengaruhi nilai tegangan. Dimana massa yang lebih banyak menghasilkan nilai tegangan yang lebih besar dari pada massa yang sedikit.
- h. Pembungkus kulit baterai yang sudah terbuka juga berpengaruh terhadap nilai tegangan, karena elektrolit menjadi lembab dan tidak kering. Sehingga menyebabkan nilai tegangan yang diperoleh tidak maksimal
- i. Korosi pada baterai bekas, juga mempengaruhi nilai tegangan yang diperoleh.

5.2 Saran

- a. Membuat percobaan penelitian menggunakan sampah buah–buahan yang lainnya, tidak hanya sampah sebatas dari kulit pisang dan durian.
- b. Membuat percobaan menggunakan media lain, seperti membuat baterai dengan anoda dan katoda sendiri, tidak hanya dari baterai bekas.

BAB IV

ANALISA HASIL

4.1 Pengukuran Tegangan dan Arus

Dari hasil percobaan untuk mengetahui apakah kulit pisang dan kulit durian berpotensi sebagai bahan alternatif pengganti pasta batu bateraiternyata benar, bahwa memang kulit pisang berpotensi menjadi baterai kering ramah lingkungan. Percobaan yang dilakukan dapat membuktikan kalau baterai kulit pisang yang dibuat dapat menghasilkan listrik.

Tabel 4.1.1 Hasil pengukuran tegangan dan arus kulit pisang nangka

No	Massa Baterai AA Kosong (gr)	Massa elektrolit (gr)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	7	2	0.98	1.45
2	7	3	1.10	1.73
3	7	4	1.17	2.10
4	7	5	1.20	2.43
5	7	6	1.23	2.66

Sumber: Penulis

Tabel 4.1.2 Hasil pengukuran tegangan dan arus kulit pisang barangan

No	Massa Baterai AA Kosong (gr)	Massa elektrolit (gr)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	7	2	0.87	0.74
2	7	3	0.94	0.86
3	7	4	1	1.32
4	7	5	1	1.52
5	7	6	1.18	2.10

Sumber: Penulis

Tabel 4.1.3 Hasil pengukuran tegangan dan arus kulit pisang kepok

No	Massa Baterai AA Kosong (gr)	Massa elektrolit (gr)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	7	2	0.88	0.72
2	7	3	0.98	0.74
3	7	4	1	0.87
4	7	5	1.05	1.45

5	7	6	1.15	1.84
---	---	---	------	------

Sumber: Penulis

Tabel 4.1.4 Hasil pengukuran tegangan dan arus kulit durian

No	Massa Baterai AA Kosong (gr)	Massa elektrolit (gr)	Tegangan (V)	Arus (mA)
1	7	2	0.57	0.64
2	7	3	0.60	0.70
3	7	4	0.63	0.72
4	7	5	0.82	0.75
5	7	6	1.13	0.76

Sumber: Penulis

4.2 Perhitungan Daya

Tabel 4.2.1 Perhitungan daya kulit pisang nangka

No	Massa Baterai AA Kosong (gr)	Massa elektrolit (gr)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (mW)
1	7	2	0.98	1.45	1.421
2	7	3	1.10	1.73	1.903
3	7	4	1.17	2.10	2.457
4	7	5	1.20	2.43	2.916
5	7	6	1.23	2.66	3.2718

Sumber: Penulis

Tabel 4.2.2 Perhitungan daya kulit pisang barangan

No	Massa Baterai AA Kosong (gr)	Massa elektrolit (gr)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (mW)
1	7	2	0.87	0.74	0.6438
2	7	3	0.94	0.86	0.8084
3	7	4	1	1.32	1.32
4	7	5	1	1.52	1.52
5	7	6	1.18	2.10	2.478

Sumber: Penulis

Tabel 4.2.3 Perhitungan daya kulit pisang kepok

No	Massa Baterai AA Kosong (gr)	Massa elektrolit (gr)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (mW)
1	7	2	0.88	0.72	0.6336
2	7	3	0.98	0.74	0.7252

3	7	4	1	0.87	0.87
4	7	5	1.05	1.45	1.5225
5	7	6	1.15	1.84	2.116

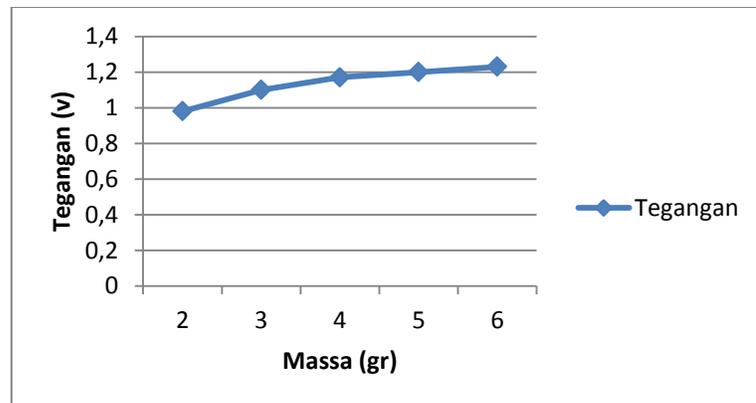
Sumber: Penulis

Tabel 4.2.4 Perhitungan daya kulit durian

No	Massa Baterai AA Kosong (gr)	Massa elektrolit (gr)	Tegangan (V)	Arus (mA)	Daya (mW)
1	7	2	0.57	0.64	0.3648
2	7	3	0.60	0.70	0.42
3	7	4	0.63	0.72	0.4536
4	7	5	0.82	0.75	0.615
5	7	6	1.13	0.76	0.8588

Sumber: Penulis

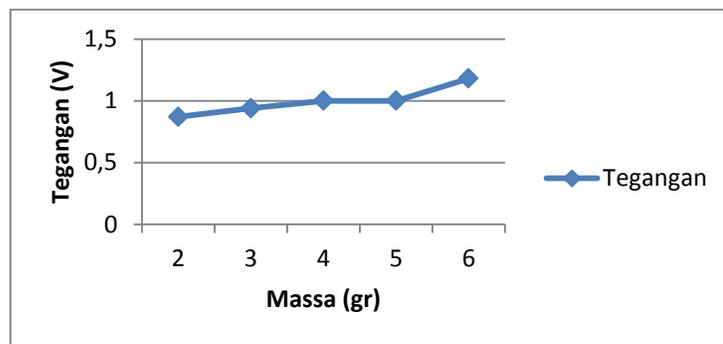
4.3 Grafik



Gambar 4.3.1 Grafik massa terhadap tegangan kulit pisang nangka

Sumber: Penulis

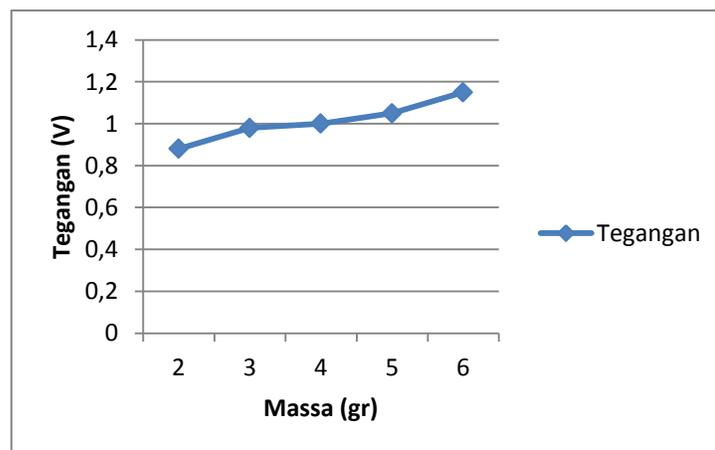
Pada grafik ini dapat dilihat bahwa untuk 2gr massa kulit pisang tegangan sebesar 0.98V, 3gr 1.10V, 4gr 1.17V, 5gr 1.20V, 6gr 1.23V. Dapat dilihat saat massa ditambah maka tegangan yang dihasilkan juga ikut bertambah. Hal ini memperlihatkan massa berbanding lurus dengan tegangan



Gambar 4.3.2 Grafik massa terhadap tegangan kulit pisang barangan

Sumber: Penulis

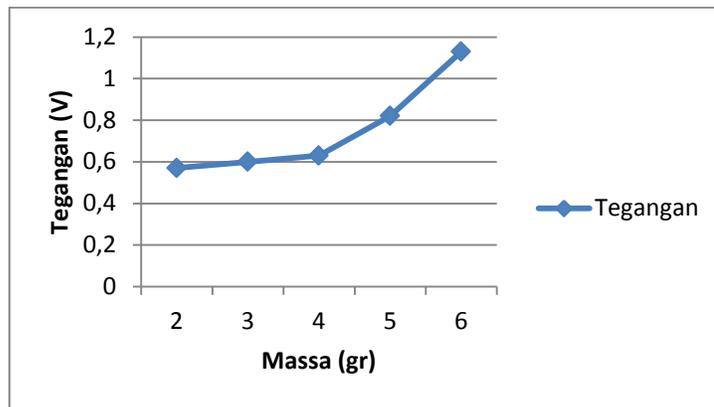
Pada grafik ini dapat dilihat bahwa untuk 2gr massa kulit pisang tegangan sebesar 0.87V, 3gr 0.94V, 4gr 1V, 5gr 1V, 6gr 1.18V. Dapat dilihat saat massa ditambah maka tegangan yang dihasilkan juga ikut bertambah. Hal ini memperlihatkan massa berbanding lurus dengan tegangan



Gambar 4.3.3 Grafik massa terhadap tegangan kulit pisang kepok

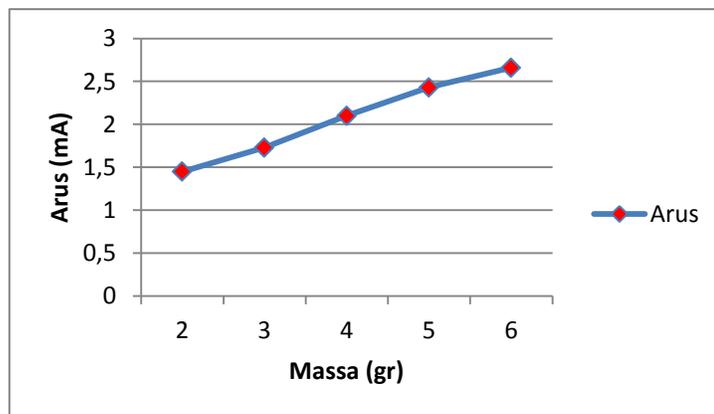
Sumber: Penulis

Pada grafik ini dapat dilihat bahwa untuk 2gr massa kulit pisang tegangan sebesar 0.88V, 3gr 0.98V, 4gr 1V, 5gr 1.05V, 6gr 1.15V. Dapat dilihat saat massa ditambah maka tegangan yang dihasilkan juga ikut bertambah. Hal ini memperlihatkan massa berbanding lurus dengan tegangan



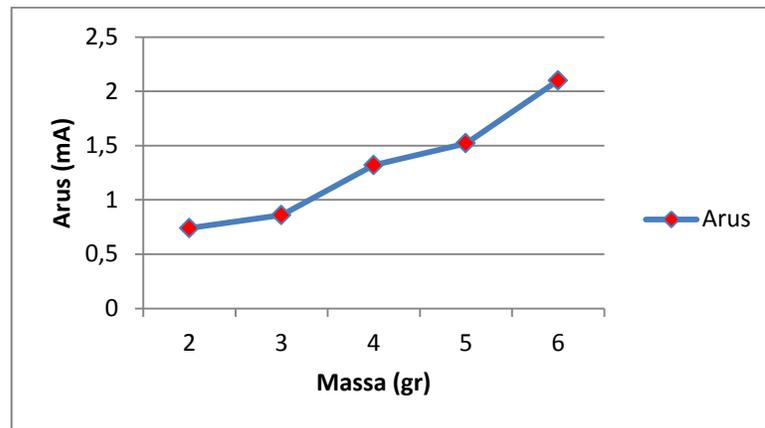
Gambar 4.3.4 Grafik massa terhadap tegangan kulit durian
Sumber: Penulis

Pada grafik ini dapat dilihat bahwa untuk 2gr massa kulit pisang tegangan sebesar 0.57V, 3gr 0.60V, 4gr 0.63V, 5gr 0.82V, 6gr 1.13V. Dapat dilihat saat massa ditambah maka tegangan yang dihasilkan juga ikut bertambah. Hal ini memperlihatkan massa berbanding lurus dengan tegangan



Gambar 4.3.5 Grafik massa terhadap arus kulit pisang nangka
Sumber: Penulis

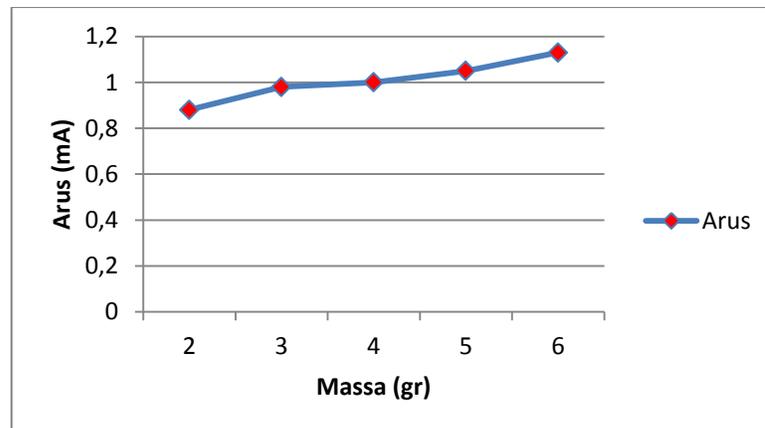
Pada grafik ini dapat dilihat bahwa untuk 2gr massa kulit pisang arus sebesar 1.45mA, 3gr 1.73mA, 4gr 2.10mA, 5gr 2.43mA, 6gr 2.66mA. Dapat dilihat saat massa ditambah maka arus yang dihasilkan juga ikut bertambah. Hal ini memperlihatkan massa berbanding lurus dengan arus



Gambar 4.3.6 Grafik masa terhadap arus kulit pisang barangan

Sumber: Penulis

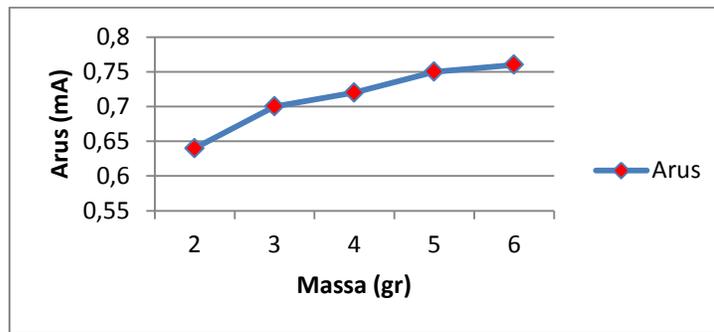
Pada grafik ini dapat dilihat bahwa untuk 2gr massa kulit pisang arus sebesar 0.74mA, 0.86mA, 4gr 1.32mA, 5gr 1.52mA, 6gr 2.10mA. Dapat dilihat saat massa ditambah maka arus yang dihasilkan juga ikut bertambah. Hal ini memperlihatkan massa berbanding lurus dengan arus



Gambar 4.3.7 Grafik masa terhadap arus kulit pisang kepok

Sumber: Penulis

Pada grafik ini dapat dilihat bahwa untuk 2gr massa kulit pisang arus sebesar 0.72mA, 3gr 0.74mA, 4gr 0.87mA, 5gr 1.45mA, 6gr 1.84mA. Dapat dilihat saat massa ditambah maka arus yang dihasilkan juga ikut bertambah. Hal ini memperlihatkan massa berbanding lurus dengan arus



Gambar 4.3.8 Grafik massa terhadap arus kulit durian

Sumber: Penulis

Pada grafik ini dapat dilihat bahwa untuk 2gr massa kulit pisang arus sebesar 0.64mA, 3gr 0.70mA, 4gr 0.72mA, 5gr 0.75mA, 6gr 0.76mA. Dapat dilihat saat massa ditambah maka arus yang dihasilkan juga ikut bertambah. Hal ini memperlihatkan massa berbanding lurus dengan arus

4.4 Hasil dan Pembahasan

4.4.1 Massa vs Tegangan

Dari keempat hasil pengamatan yang sudah diinterpretasikan ke dalam grafik Microsoft excel maka terdapat perbandingan yang ideal antara massa dengan tegangan yang dihasilkan oleh pasta elektrolit limbah kulit pisang dan kulit durian yang mana saat massa ditambah maka tegangan yang dihasilkan juga ikut bertambah. Hal ini memperlihatkan massa berbanding lurus dengan tegangan.

4.4.2 Massa vs Arus

Sama halnya dengan tegangan, terlihat dari keempat hasil pengamatan dimana terdapat hubungan yang ideal juga antara massa pasta elektrolit limbah kulit pisang dan kulit durian dengan arus yang dihasilkan yakni berbanding lurus, semakin besar massa yang dibuat maka semakin besar pula nilai arus listrik yang dihasilkan dari pasta elektrolit limbah kulit durian tersebut.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2012)

Menurut Bogdan dan Biklen (dalam Sugiyono, 2012) Metode kuantitatif dinamakan metode tradisional, karena metode ini sudah cukup lama digunakan sehingga sudah mentradisi sebagai metode untuk penelitian. Metode ini disebut sebagai metode positivistik karena berlandaskan pada filsafat positivisme. Metode ini sebagai metode ilmiah/ *scientific* karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkrit/empiris, obyektif, terukur, rasional, dan sistematis. Metode ini juga disebut metode discovery, karena dengan metode ini disebut metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi, dimana penelitian berkenaan dengan proses kerja, gejala-gejala alam dan responden yang diamati tidak terlalu besar. Observasi merupakan suatu proses yang kompleks, suatu proses yang tersusun dari berbagai proses biologis dan psikologis. Dua di antara yang terpenting adalah proses-proses pengamatan dan ingatan. (Sugiyono, 2012)

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dan perancangan dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Panca Budi dilaksanakan mulai bulan Oktober 2018 sampai dengan Januari 2019

3.3 Menyimpulkan Data

Batu baterai dari kulit pisang dibuat dengan memanfaatkan batu baterai bekas yang sudah tidak terpakai lagi. Batu baterai tersebut pada bagian serbuk karbonnya digantikan dengan kulit pisang dan durian yang sudah dipotong kecil-kecil lalu di blender. Kulit pisang dan durian ini yang selanjutnya menggantikan fungsi dari serbuk karbon untuk menghasilkan listrik dengan kandungan natrium, kalium, dan magnesium yang terdapat didalam kulit pisang dan durian tersebut.



Gambar 3.1 Desain baterai dari kulit pisang dan kulit durian

Batu baterai dari kulit pisang dapat digunakan untuk mengganti baterai alat – alat elektronik seperti jam dinding, senter, dan remot televisi. Untuk penggunaan alat elektronik dengan voltase yang tinggi seperti dinamo listrik, baterai belum mampu karna hanya memiliki tegangan yang kecil. Untuk ketahanan, secara teori baterai dari kulit pisang dan kulit durian memiliki umur yang pendek karena terbuat

dari bahan organik tanpa campuran bahan-bahan lain.

Untuk dapat menghidupkan perangkat elektronik, batu baterai harus memiliki tegangan minimal 1,2 V. Tegangan dalam baterai kulit pisang dapat lebih tinggi atau lebih rendah tergantung kandungan di dalam kulit pisang dan besar massa elektrolit di dalamnya

3.4 Metode Proses Pembuatan

3.4.1 Alat dan Bahan

1. Multimeter
2. Baterai bekas bertegangan 1,5volt
3. Kulit durian yang dihaluskan
4. Kulit pisang yang dihaluskan
5. Obeng
6. Gunting seng
7. Alat penumbuk kulit durian
8. Pisau
9. Blender

3.4.2 Metodologi

Langkah pembuatan batu baterai dari kulit pisang yaitu sebagai berikut:

1. Kulit pisang dan kulit durian diiris tipis-tipis lalu diblender sampai halus.
2. Setelah dihaluskan, kulitnya di jemur hingga kering.
3. Batu baterai dibuka pada bagian sumbu positifnya lalu dikeluarkan serbuk karbonnya dengan hati-hati agar tidak merusak batang karbon.
4. Kulit pisang atau kulit durian yang sudah kering lalu dimasukkan kedalam

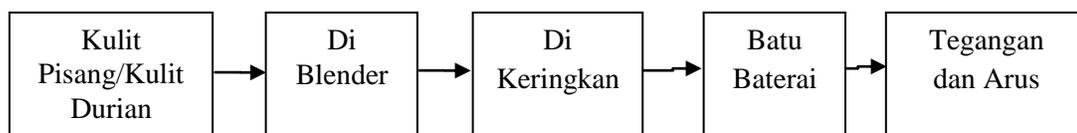
baterai tadi menggantikan serbuk karbon.

5. Baterai ditutup kembali lalu deberi selotip agar aman
6. Batu baterai lalu di uji dengan voltmeter

Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian tegangan dan juga arus. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan dan arus pada baterai yang telah di buat menggunakan pasta kulit durian dan kulit pisang. Setelah kita dapatkan hasil pengukuran tegangan dan arus, maka kita dapat menghitung daya dari baterai tersebut.

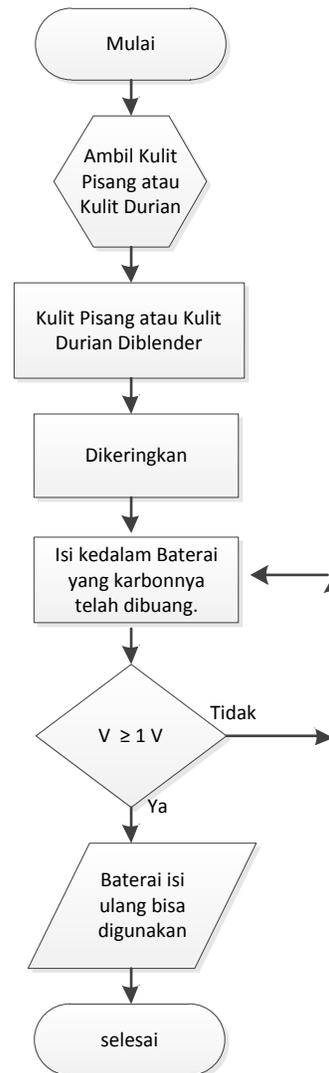
3.5 Blok Diagram

Diagram blok merupakan salah satu bentuk cara proses penelitian berdasarkan dasar teori yang ada. Selain dari pada bentuk translasi teori ke perancangan, diagram blok merupakan cara termudah untuk memahami cara kerja suatu bahan.



Gambar 3.2 Diagram Blok System

3.6 Diagram Alir



Perancangan

Pada perancangan ini yaitu membuat batu baterai ramah lingkungan dari kulit durian dan juga kulit pisang. Adapun langkah/ caranya yaitu dengan mengganti Mangan Oksida pada baterai bekas, serta menggantinya dengan pasta dari kulit durian dan kulit pisang sehingga kita dapat menggunakan baterai tersebut kembali. Dalam batu baterai terkandung logam berat seperti merkuri, timbal, nikel, lithium

dan yang lainnya. sehingga batu baterai termasuk kedalam B3 (Bahan Berbahaya Beracun).

Jika Baterai dibuang sembarangan kandungan logam berat dan zat-zat berbahaya yang terdapat dalam baterai bisa mencemari air dan tanah yang dampaknya akan membahayakan manusia dan lingkungan di sekitar

Pembuatan sampel

Dalam percobaan ini, kita menggunakan baterai bekas sebagai merk ABC. Mangan oksida yang berada dalam baterai tersebut kita keluarkan menggunakan obeng. Jikalau sudah bersih, baterai tersebut diisi kembali dengan pasta kulit durian dan kulit pisang yang telah kita haluskan dengan cara ditumbuk. Setelah itu akan kita lakukan pengukuran kembali pada baterai yang telah kita buat tadi.

Pengujian Sampel

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tegangan dan juga arus. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengukur tegangan dan arus pada baterai yang telah di buat dari pasta kulit durian dan kulit pisang. Setelah diperoleh hasil pengukuran tegangan dan arus, maka kita bisa menghitung daya dari baterai tersebut

BAB II

LANDASAN TEORI

1.1 Tanaman Pisang

Pisang adalah buah-buahan tropis yang berasal dari Asia Tenggara, terutama Indonesia. Hampir setiap pekarangan rumah di Indonesia terdapat tanaman pisang. Hal ini disebabkan tanaman cepat menghasilkan, berlangsung lama, dapat mudah dipelihara mudah ditanam. (Sunarjono, 2004)

Tanaman pisang melambangkan kesejahteraan pemiliknya dan merupakan bagian dari peradaban kehidupan manusia. Dalam upacara keagamaan, perkawinan, pembangunan rumah, dan kematian, tanaman ataupun buah pisang sering digunakan. Bahkan Indonesia pernah mendapatkan julukan produsen pisang di Asia Tenggara. Namun, produksi pisang dari Indonesia akan menghadapi tantangan yang tidak ringan dalam pasar ekonomi global yang akan datang. Hal ini dikarenakan produksinya masih terdiri dari berbagai jenis pisang dan mutunya masih di bawah standar mutu pasar swalayan atau supermarket. Sebenarnya luas areal pertanaman pisang di Indonesia cukup luas, tetapi tersebar dalam cakupan yang luas. Akibatnya sulit diperoleh jenis atau varietas buah pisang tertentu dalam jumlah besar dan dalam jangka waktu tertentu untuk satu macam standar mutu.

Dalam keadaan tanpa air, pisang tetap dapat tumbuh disebabkan air dihasilkan dari batangnya yang berair tetapi produksinya belum bisa dicapai. Pisang bisa berkembang di tanah yang kaya humus, mengandung kapur atau tanah berat. Pohon pisang rakus makanan sehingga sebaiknya pisang ditanam di tanah berhumus

dengan pemupukan. Klasifikasi botani tanaman pisang adalah sebagai berikut: (Sunarjono, 2004)

Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Keluarga	: Musaceae
Genus	: Musa
Species	: Musa spp.

1.2 Kulit Buah Pisang

Menurut Suyanti dan supriyadi (2012) selain untuk pakan ternak, kulit buah pisang juga dapat dijadikan sebagai bahan campuran cream anti nyamuk. kulit buah pisang juga dapat di ekstrak untuk dibuat pectin. Bagian dalam kulit pisang matang yang dikerok dan dihancurkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan nata pisang. Manfaat lainnya dapat dijadikan sebagai pembunuh larva serangga, yakni dengan menambahkan sedikit urea dan pemberian bakteri. Berdasarkan hasil temuan dari Taiwan diketahui bahwa kulit piang yang mengandung vitamin B6 dan serotonin dapat diekstrak dan dimanfaatkan untuk kesehatan mata (menjaga kesehatan mata dari kerusakan akibat cahaya berlebih). Buah pisang mempunyai kandungan gizi yang baik, antara lain menyediakan energi yang cukup tinggi di bandingkan dengan buah-buahan yang lain. Pisang kaya akan mineral seperti kalsium, mengandung vitamin B;B6; dan C, serta mengandung serotonin yang aktif sebagai neurotransmitter untuk kelancaran fungsi otak. (Suyanti dan supriyadi, 2012)

Di Asia, Indonesia termasuk penghasil pisang terbesar karena sekitar 50 persen

produksi pisang Asia berasal dari Indonesia. Sentra produksi pisang di Indonesia adalah Jawa Barat (Sukabumi, Cianjur, Bogor, Purwakarta, Serang), Jawa Tengah (Demak, Pati, Banyumas, Sidorejo, Kesugihan, Kutosari, Pringsurat, Pemalang), Jawa Timur (Banyuwangi, Malang), Sumatera Utara (Padang sidempuan, Natal, Samosir, Tarutung), Sumatera Barat (Sungyang, Baso, Pasaman), Sumatera Selatan (Tebing Tinggi, OKI, OKU, Baturaja), Lampung (Kayu Agung, Metro), Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Bali, dan Nusa Tenggara Barat (Suyanti dan Supriyadi, 2012)

Kulit pisang merupakan bahan buangan (limbah buah pisang) yang cukup banyak jumlahnya. Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang sebagai limbah organik saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Jumlah kulit pisang yang cukup banyak akan memiliki nilai jual yang menguntungkan apabila bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan (Susanti, 2006). Menurut Basse (2000) jumlah dari kulit pisang cukup banyak, yaitu kira-kira 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas. Kandungan unsur gizi kulit pisang cukup lengkap, seperti karbohidrat, lemak, protein, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin B, vitamin C dan air. Unsur-unsur gizi inilah yang dapat digunakan sebagai sumber energi dan antibodi bagi tubuh manusia (Munadjim, 2008).

1.3 Kandungan Kimia Dalam Kulit Pisang

Buah pisang banyak mengandung karbohidrat baik isinya maupun kulitnya. Pisang mempunyai kandungan khrom yang berfungsi dalam metabolisme karbohidrat dan lipid. Khrom bersama dengan insulin memudahkan masuknya

glukosa ke dalam sel- sel. Kekurangan khrom dalam tubuh dapat menyebabkan gangguan toleransi glukosa. Umumnya masyarakat hanya memakan buahnya saja dan membuang kulit pisang begitu saja.(Supapti, 2005)

Di dalam kulit pisang ternyata memiliki kandungan vitamin C, B, kalsium, protein, dan juga lemak yang cukup. Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa komposisi kulit pisang banyak mengandung air yaitu 68,90 % dan karbohidrat sebesar 18,50 %. Komposisi zat gizi kulit pisang dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini: (Supapti, 2005)

Tabel 2.1 Kandungan Kulit Pisang

No.	Unsur	Kadar
1.	Air	68 g
2.	Karbohidrat	18,50 g
3.	Lemak	2,1 g
4.	Protein	0,32 g
5.	Kalsium	715 mg/100 gr
6.	Fosfor	117 mg/100 gr
7.	Zat besi	1,60 mg/100 gr
8.	Vitamin B	0,12 mg/100 gr
9.	Vitamin C	17,50 mg/100 gr

Sumber:Suprapti, 2005

Karbohidrat atau Hidrat Arang yang dikandung oleh kulit pisang adalah amilum. Amilum atau pati ialah jenis polisakarida karbohidrat (karbohidrat kompleks). Amilum (pati) tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang (Suyanti dan supriyadi, 2012)

Hewan dan manusia juga menjadikan pati sebagai sumber energi yang penting.

Amilum merupakan sumber energi utama bagi orang dewasa di seluruh penduduk dunia, terutama di negara berkembang oleh karena di konsumsi sebagai bahan makanan pokok. (Suyanti dan supriyadi, 2012)

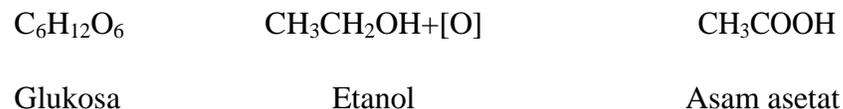
Disamping bahan pangan kaya akan amilum juga mengandung protein, vitamin, serat dan beberapa zat gizi penting lainnya (Johari dan Rahmawati, 2006).

1.3.1 Hal-hal yang menyebabkan kulit pisang dapat menghantarkan arus listrik

Kulit pisang mengandung karbohidrat dan kaya akan mineral seperti kalium, magnesium, fosfor, klorida, kalsium, dan besi. Karbohidrat mengandung glukosa, apabila glukosa dicampur dengan air dan didiamkan dalam ruang kedap udara selama beberapa hari maka akan terjadi fermentasi sehingga dapat diperoleh etanol. (Jamal, 2008)

Etanol lama-kelamaan akan teroksidasi menjadi asam etanoat atau asam asetat.

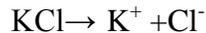
Reaksi yang terjadi yaitu sebagai berikut:



Asam asetat merupakan salah satu jenis zat elektrolit. Dalam kulit pisang yang sudah difermentasi memiliki sifat asam yang berasal dari kandungan asam asetat, hal tersebut terbukti ketika pH larutan diukur dengan pH universal pH berkisar antara 4-5.

Selain mengandung asam asetat, kulit pisang mengandung zat elektrolit lain seperti kalium dan garam klorida. Kalium dan garam klorida bereaksi membentuk garam kalium klorida. Garam kalium klorida dalam air dapat menghantarkan listrik

karena dapat terionisasi. Reaksi ionisasi yang terjadi yaitu sebagai berikut :



Arus listrik dapat mengalir karena seng bertindak sebagai katode (kutub +) yang bersifat menarik ion negatif dan tembaga bertindak sebagai anode (kutub -) yang bersifat menarik ion positif. Ketika air rendaman kulit pisang bersentuhan dengan unsur seng dan tembaga terjadi reaksi ionisasi dalam larutan, sehingga dapat terjadi aliran elektron yang menyebabkan arus listrik mengalir. Jika kedua elektrode dihubungkan dengan lampu arus akan mengalir dari anode ke katode, dan lampu menyala. (Jamal, 2008)

Konstruksi aki cairan kulit pisang sama dengan aki pada mobil. Perbedaannya adalah pada elektrolitnya. Kulit pisang mengandung beberapa mineral yang dapat berfungsi sebagai elektrolit. Mineral dalam jumlah terbanyak adalah potasium atau kalium (K^+). Kulit pisang juga mengandung garam sodium yang mengandung klorida (Cl^-) dalam jumlah sedikit. Reaksi antara potasium atau kalium dan garam sodium dapat membentuk kalium klorida atau KCl.

Menurut Drs. Asep Jamal (2008) KCl merupakan elektrolit kuat yang mampu terionisasi dan menghantarkan arus listrik. Pisang juga mengandung Magnesium dan Seng, Magnesium (Mg) dapat bereaksi dengan diklorida dan menjadi elektrolit kuat. Jumlah Magnesium hanyalah 15 % dari jumlah pisang.

1.4 Tanaman Durian

Durian (*Durio zibethinus*) termasuk buah terpopuler di negara-negara anggota ASEAN, terutama di Thailand, Malaysia, dan Indonesia. Masyarakat sudah akrab dengan aroma, rasa, dan bentuk buah yang berduri. Buah khas daerah tropis ini

termasuk ordo *Malvaceae*, family *bombacaceae*, dan genus *durio*. Durian bisa disebut buah termahal, karena bagian yang bisa dimakan hanya 19-32% dari total bobot buah keseluruhannya, selain kulit dan biji yang juga dimanfaatkan sebagai kompos dan olahan lainnya (Untung, 2008).

Pada musim buah durian, berbagai varietas dan tipe diperdagangkan di berbagai pasar dalam negeri. Untuk pasar luar negeri, penyuluhan hasil rekomendasi varietas unggul serta promosi masih perlu ditingkatkan sesuai permintaan pasar. Demikian pula peningkatan dan aplikasi teknologi budidaya durian di sentra produksi dalam upaya peningkatan mutu buah. Pesaing Indonesia sebagai penghasil buah durian adalah Thailand dan Malaysia. Sentra produksi durian di Indonesia adalah Sumatera Utara, Riau, Jambi, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, Jawa Timur, dan Kalimantan Barat (Diperta, 2012).

Setiap 100 g daging buah durian mengandung rata-rata 28,3 g karbohidrat, 2,5 g protein, 2,5 g lemak, 601 mg kalium, 63 mg fosfor, 57 mg vitamin C, 0,27 mg thiamin, 0,29 mg riboflavin dan 67 g air. Bobot total buah durian terdiri dari tiga bagian. Bagian pertama, daging buah sekitar 20-35 %; kedua, biji sekitar 5-15%; sisanya berupa bobot kulit yang mencapai 60-75% dari bobot total buah. (Setiadi, 2009)

Dibandingkan tanaman buah tropis, pohon durian berukuran besar. Diameter batang bisa mencapai 50-120 cm. Batangnya lunak. Cabang bermunculan dari batang utama ke segala arah. umur tanaman bisa mencapai 200 tahun. Ditinjau dari segi pengembangannya, durian bisa dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu kelompok durian liar dan durian yang sudah di budidayakan. Jumlah anggota

kelompok durian liar tergolong banyak. Sementara durian yang sudah dibudidayakan hanya satu spesies saja.

2.4.1 Kulit Durian

Kulit durian merupakan limbah yang mengandung minyak atsiri, flavonoid, saponin, selulosa, lignin, serta kandungan pati. Kandungan dalam kulit durian tersebut mempunyai bau yang sangat menyengat dan tidak disukai oleh nyamuk, sebab efek kandungan tersebut bisa mempengaruhi syaraf pada nyamuk dan akibat yang ditimbulkan adalah nyamuk mengalami kelabilan dan akhirnya mati. Kulit durian dalam jumlah besar dapat digunakan sebagai obat dalam dunia farmasi karena kandungan kimianya, perekat kayu dalam olahan kayu dan dari turunan karbohidratnya yang dapat diolah untuk menghasilkan pektin yang merupakan bahan perekat dan pengental yang sangat dibutuhkan dalam jumlah besar oleh industri-industri olahan makanan (Widarto, 2009).

Kulit Durian memiliki kandungan zat Kalium, Natrium, Mangan, Asam Folat tinggi yang bisa digunakan untuk mengalirkan ion positif dan negatif. Kandungan zat inilah yang kemudian menciptakan aliran listrik. Dengan sejumlah proses, kulit Durian ini mampu menghasilkan tegangan sebesar 1,25 volt. Tegangan ini cukup untuk menghidupkan kembali aliran listrik baterai yang sudah mati.

1.5 Komposisi Kimia Kulit Durian

Kulit durian secara proporsional mengandung unsur selulose yang tinggi (50-60%) dan kandungan lignin (5%) serta kandungan pati yang rendah (5%). Kulit durian mengandung karbon yang cukup tinggi sehingga dapat dijadikan bahan pembuatan karbon aktif untuk digunakan sebagai adsorben.

Limbah kulit durian mengandung berbagai vitamin dan juga mengandung karbohidrat, lemak, protein, serat, kalsium, fosfor, asam folat, magnesium, potasium atau kalium (K), zat besi (Fe), zink, mangan (Mn), tembaga (Cu), karoten, thiamin, niasin, dan riboflavin (Nugraha, 2013). *Jelly* durian tidak hanya dapat dibuat dari daging buah yang mahal, tetapi dapat juga dari bagian dalam (albedo) kulit durian karena albedo kulit durian masih mempunyai aroma khas durian dan kandungan pektinnya yang tinggi yaitu 17% (Wijayanti, 2011).

Adapun kandungan kimia kulit durian yang dapat dimanfaatkan adalah senyawa pektin. Secara kimia, pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Sebagian gugus karboksil pada polimer pektin telah mengalami esterifikasi dengan metil menjadi gugus metoksil. Senyawa ini termasuk karbohidrat golongan polisakarida. Secara biokimia, karbohidrat adalah senyawa yang menghasilkan polihidroksil aldehida, polihidroksil keton bila dihidrolisis. Karbohidrat mengandung gugus fungsi karbonil dan banyak gugus hidroksil (Herfiyanti, 2010)

2.6 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan suatu padatan yang berpori yang mengandung 85 – 95 % karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi sehingga diperoleh luas permukaan yang sangat besar, dimana ukurannya berkisar antara 300 – 2000 m²/gr. Luas permukaan yang besar dari struktur dalam pori-pori karbon aktif dapat terus dikembangkan, struktur ini memberikan kemampuan karbon aktif menyerap (adsorb) gas-gas dan uap-uap dari gas dan juga dapat menguraikan zat-zat dari liquid. (Betty dan Soebrata, 2011)

Saat ini, arang aktif telah digunakan secara luas dalam industri kimia, makanan/minuman dan farmasi. Pada umumnya arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap, dan penjernih. Dalam jumlah kecil digunakan juga sebagai katalisator. Ada dua bentuk karbon aktif yang diklasifikasikan sesuai dengan sifat dan kegunaannya:

a. Bentuk powder / serbuk

Merupakan bubuk hitam yang biasanya digunakan untuk keperluan adsorpsi dalam fase liquid untuk proses pemurnian larutan.

b. Bentuk granulat / butiran

Tipe granulat tidak hanya efektif untuk proses adsorpsi gas tetapi juga efektif untuk adsorpsi fase liquid.

Faktor yang mempengaruhi daya serap arang aktif adalah:

- 1) Sifat fisika dan kimia dari arang antara lain luas permukaannya dan ukuran lubang
- 2) Sifat fisika dan kimia dari adsorbant (gas / larutan yang akan diberi arang aktif) antara lain ukuran molekul, muatan molekul susunan komposisi kimia
- 3) Konsentrasi adsorbant dalam fase liquid
- 4) Sifat karakteristik dalam keadaan liquid antara lain pH dan temperatur
- 5) Waktu tinggal (Cheremisinoff, 2002)

2.6.1 Proses Karbonisasi

Karbonisasi adalah pemecahan atau penguraian selulosa menjadi karbon karena pemanasan pada suhu berkisar 275°C. Pelepasan bahan “volatile” atau devolatilisasi dalam karbonisasi kulit pisang dapat dibagi menjadi beberapa fase, yaitu:

1. Fase pemanasan awal (20°C-120°C)

Pada suhu ini kandungan air bahan mulai terlepas dan terbentuk karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂).

2. Fase pengeringan (120°C-200°C)

Pada suhu ini air yang teradsorpsi oleh partikel kulit pisang akan terdesak keluar. Pembentukan karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂) masih berlanjut, bahan volatile yang keluar masih banyak.

3. Fase karbonisasi awal (200°C-400°C)

Sampai dengan suhu 280°C, tar yang terbentuk mulai banyak, demikian juga gas-gas hydrogen, metana dan hidrokarbon lainnya, seperti methanol, fenol, asam asetat, ammonia, aseton dan sejumlah kecil karbon monoksida dan karbon dioksida.

4. Fase karbonisasi utama (400°C-520°C)

Dengan naiknya suhu, jumlah bahan volatile yang dihasilkan akan semakin banyak. Produk utama yang berupa gas adalah CH₄, H₂ dan CO. Tar yang terbentuk jumlahnya lebih sedikit dari fase sebelumnya. Kadar O dan H dalam residu akan berkurang.

5. Fase Past Karbonisasi (520°C-700°C)

Pada fase ini terjadi perengkahan sekunder pada bahan-bahan volatile yang dihasilkan. Proses pembuatan karbon aktif ada dua tahap yaitu proses karbonisasi dan proses aktivasi. Proses karbonisasi atau pengarangan dilakukan dengan membakar bahan baku dalam situasi yang kurang oksigen.

Karbonisasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu:

1. Waktu karbonisasi

Bila waktu pemanasan di perpanjang maka reaksi pirolisis makin sempurna sehingga hasil arang semakin turun tapi cairan dangas meningkat. Waktu pemanasan berbeda-beda tergantung pada jenis bahan yang diolah misalnya kulit pisang memerlukan waktu 2 jam.

2. Suhu pemanasan

Pada suhu 100-200°C akan terjadi reaksi endotermis yang mengakibatkan terurainya bahan organik yang mudah menguap selanjutnya pada 225-275°C akan menjadi reaksi eksotermis sehingga ligno selulosa akan terurai. Semakin tinggi suhu, arang yang diperoleh semakin berkurang sedangkan gas yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini disebabkan makin banyaknya zat-zat terurai dan teruapkan.

3. Kadar air

Bila kadar air dalam bahan tinggi, pembakaran berjalan kurang baik dan bara yang terbentuk mudah mati sehingga memerlukan waktu yang semakin panjang. Hal ini disebabkan karena uap yang dihilangkan semakin banyak

4. Ukuran bahan

Ukuran bahan berpengaruh sekali pada perataan panas. Makin kecil ukuran bahan makin cepat perataan keseluruhan umpan sehingga pirolisis berjalan lebih sempurna. Proses aktivasi yaitu proses membuka pori-pori agar arang menjadi luas biasanya dengan menggunakan uap air atau melalui proses kimia seperti $ZnCl_2$, $CaCl_2$, $NaCl$.

2.7 Pengertian Batu Baterai

Baterai adalah salah satu media penyimpanan dan penyedia aliran listrik melaluireaksi kimia. Reaksi kimia yang berlangsung pada umumnya bisa bersifat

permanen dan tidak permanen. Dengan dasar tersebut, manusia dapat membedakan berbagai jenis baterai yang terdapat di dunia. sebelum melakukan pembahasan tersebut tentu ada hal yang perlu diketahui dari awal, yaitu tentang sejarah penemuan baterai. (Jubilee, 2010)

Batu baterai baghdad kuno pertama kali ditemukan di luar kota baghdad, tepatnya di kota khuiut Rabula. Penemuan ini terjadi pada tahun 1930, dimana artefak yang ditemukan diperkirakan telah berusia sekitar 2000 hingga 5000 tahun. Ini merupakan salah satu bukti adanya penemuan barang sejenis batu baterai pada zaman Baghdad kuno. Pada awalnya, para ilmuwan yang menemukan artefak bingung dengan fungsi dan alasan penciptaan alat tersebut.



Gambar 2.1 Baterai Buatan Alessandro Volta

Sumber: Jubilee, 2010

Artefak yang ditemukan di kota Khujut Rubula ini setelah diteliti ternyata merupakan salah satu bentuk batu baterai yang kinerjanya mirip dengan yang ditemukan oleh ilmuwan modern. Artefak itu terdiri atas sebuah silinder tembaga, batang besi dan aspal yang tersusun dalam sebuah jambangan atau guci dari tanah liat. Setelah dipelajari oleh para ilmuwan, dengan jalan menuangkan cairan asam ke

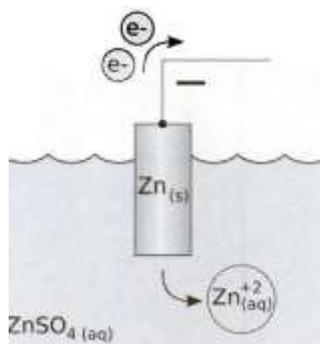
dalam guci tersebut, para ilmuwan menemukan adanya aliran listrik sebesar 1,5 volt selama kurun waktu 18 hari.

Penemuan artefag ini membuktikan bahwa ilmu pengetahuan yang telah berkembang dan ada sekarang ini sebenarnya juga telah berkembang sejak peradaban sebelum masehi. Atau, apakah peradaban sebelum masehi merupakan ilham dari penemuan para ilmuwan modern? hanya waktu yang akan membuktikannya penghalang antar logam dan larutan elektrolit pada permukaan elektroda seng. (Jubilee, 2010)

2.8 Komponen-Komponen Baterai

Baterai memiliki berbagai komponen penting yang membentuk suatu reaksi kimia sehingga menghasilkan aliran listrik. komponen-komponen ini harus ada dan lengkap untuk bisa menghasilkan reaksi kimia dengan output aliran listrik. (Jubilee, 2010) Berikut ini adalah komponen komponen yang harus terdapat pada sebuah baterai:

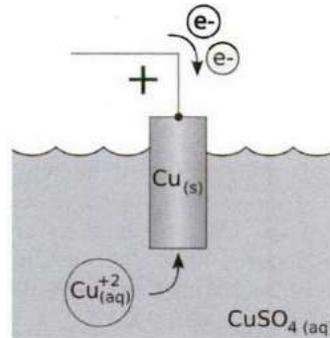
a. Batang karbon sebagai anoda. Fungsi komponen ini adalah sebagai kutup positif pada sebuah baterai



Gambar 2.2 Ilustrasi dari anoda

Sumber: Jubilee, 2010

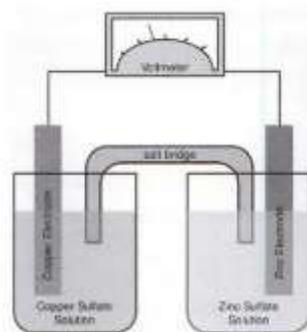
b. Seng sebagai katoda. Fungsi komponen ini adalah sebagai kutub negatif pada sebuah baterai



Gambar 2.3 Ilustrasi dari katoda

Sumber: Jubilee, 2010

c. Pasta sebagai elektrolit. pasta merupakan salah satu komponen yang memiliki fungsi sebagai penghantar arus listrik yang dihasilkan oleh baterai.



Gambar 2.4 Larutan elektrolit pada sebuah baterai (pasta)

Sumber: Jubilee, 2010

2.9 Macam- macam Baterai

Di dunia ini terdapat berbagai jenis baterai dari berbagai produsen. Apakah yang membedakan berbagai jenis baterai tersebut? pada dasarnya baterai ini biasanya dibedakan berdasarkan reaksi kimianya.

2.9.1 Baterai Primer

Baterai primer adalah jenis baterai yang hanya bisa dipergunakan sekali saja dan

tidak dapat diisi ulang. Hampir setiap hari manusia selalu berinteraksi dengan baterai primer karena banyak peralatan elektronik yang telah diciptakan menggunakan sumber tenaga atau daya yang berasal dari batu baterai. (Jubilee, 2010)

Berikut ini adalah ciri-ciri dari sebuah baterai primer:

- a. Biasanya memiliki tegangan 1.5 Volt.
- b. Menggunakan prinsip kerja mengubah reaksi kimia menjadi listrik dengan sifat yang tidak bisa dibalik.
- c. Hanya dapat dipakai sekali dan tidak bisa diisi ulang.
- d. Biasanya berbentuk kotak atau bulat panjang.

Kelebihan baterai jenis primer adalah sebagai berikut:

- a. Praktis penggunaannya. Pakai – habis- buang
- b. Biasanya harga baterai primer lebih murah dibandingkan harga baterai sekunder.

Kelemahan baterai primer adalah sebagai berikut:

- a. Reaksi kimia tidak dapat dibalik sehingga tidak dapat diisi ulang
- b. Karena hanya bisa dipakai sekali, tentu saja menimbulkan masalah lingkungan. Masalah ini timbul karena rendahnya kesadaran masyarakat untuk jangan membuang baterai bekas dengan sembarangan. Berbagai kelemahan yang menjadi nilai minus dan jenis baterai ini ternyata tidak menyurutkan manusia untuk menggunakannya.

Adapun yang termasuk ke dalam jenis baterai primer adalah sebagai berikut:

- a. Heavy Duty. Baterai jenis Heavy duty memiliki kapasitas 1.100 mAh dengan model ukuran AA. Bahan utama untuk membuat baterai jenis ini adalah karbon seng, seng-mangan dioksida, Zn/MnO₂, dan LeClanche. Jenis baterai ini tidak bisa

dipergunakan untuk berbagai jenis peralatan elektronik yang menggunakan fasilitas flash seperti yang terdapat pada kamera digital. Salah satu perusahaan yang memproduksi baterai jenis ini adalah Eveready (Jubilee, 2010)

Kelemahan dari baterai ini adalah apabila dipergunakan untuk kamera digital maka kapasitas baterai akan langsung habis hanya dengan beberapa kali proses pengambilan gambar.



Gambar 2.5 Baterai Eveready heavy duty

Sumber: Jubilee, 2010

b. Alkaline yaitu merupakan salah satu jenis baterai yang sangat populer untuk digunakan. Baterai jenis ini memiliki ukuran yang berbeda-beda, mulai dari tipe AA, D, dan C. Bahan-bahan yang dipergunakan untuk membuat baterai jenis ini adalah Lithium. Baterai jenis ini lebih mahal dari baterai jenis baterai heavy duty. Baterai jenis ini merupakan baterai yang memiliki kapasitas lebih besar dari jenis heavy duty sehingga dapat dipergunakan untuk kamera digital yang menggunakan layar LCD dan flash. Produsen yang memproduksi jenis baterai ini adalah Duracell, Energizer, Eveready, dan Rayovac. (Jubilee, 2010)

Kelebihan yang dimiliki oleh baterai Alkaline adalah dari sisi ketahanan dan kapasitas aliran listriknya. Baterai ini tergolong lebih awet daripada jenis baterai

heavy duty. Kelemahannya, Baterai ini tergolong lebih mahal.



Gambar 2.6 Baterai Duracell Ultra CR2

Sumber: Jubilee, 2010

c. Lithium Button Cell. Bahan kimia yang dipakai sama dengan seri sebelumnya dan memiliki nama yang sama, yaitu termasuk CR series. Contoh peralatan yang menggunakan baterai jenis ini adalah kunci mobil, laptop, kalkulator, PDA dan lainnya. (Jubilee, 2010)



Gambar 2.7 Contoh baterai CR2025

Sumber: Jubilee, 2010

2.9.2 Baterai Sekunder

Baterai sekunder adalah salah satu jenis baterai yang dapat diisi ulang dengan menggunakan metode atau alat tertentu. Jenis baterai ini dapat diisi ulang karena reaksi kimia yang dimilikinya dapat dibalik. Hal ini berbeda dengan baterai primer yang reaksi kimia tidak dapat dibalik atau permanen. (Jubilee, 2010)

Dibawah ini adalah beberapa ciri baterai sekunder:

- a. Menggunakan prinsip mengubah reaksi kimia menjadu energi listrik. Reaksi kimia yang terjadi biasanya tidak bersifat permanen.
- b Dapat digunakan berulang kali dengan cara men-charge baterai yang sudah habis

aliran listriknya

c. Dibutuhkan alat lain, yaitu sebuah charge baterai.

Tentu saja baterai sekunder juga memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan sehingga dapat menyediakan pilihan bagi penggunaannya.

Berikut ini adalah keunggulan dari sebuah baterai sekunder:

a. Reaksi kimianya bisa dibalik sehingga memungkinkan untuk digunakan berulang kali.

b. Energi baterai jenis ini biasanya lebih besar dari baterai primer. Tingginya energi listrik yang dimilikinya tentu menunjukkan bahwa baterai ini dikhususkan untuk berbagai barang elektronik yang berkapasitas dan membutuhkan listrik lebih besar dari yang dimiliki baterai jenis primer.

c. Secara elektronik baterai ini lebih hemat dari baterai primer apabila dihitung penggunaannya secara jangka panjang.

Kelemahan yang dimiliki oleh baterai sekunder adalah sebagai berikut:

a. Biasanya harga baterai jenis ini lebih mahal daripada harga baterai primer.

b. Membutuhkan alat bantu (charger) untuk dapat mengisi ulang.

Jenis-jenis baterai sekunder adalah sebagai berikut:

a. Lead Acid and Gel Cells. Baterai tipe timbal asam yang pertama kali digunakan untuk telegrafi yang dilakukan oleh Gaston Plante pada tahun 1859. Baterai asam timbal biasanya digunakan untuk mobil yang membutuhkan tenaga yang sangat besar. Lead acid berbentuk cairan sedangkan baterai yang tidak cair berbentuk gel. Sel gel lebih tepat digunakan untuk UPS pada komputer anda, sistem alarm, dan lain lain. Baterai timbal asam tidak cocok untuk fotografi, kecuali untuk alat fotografi

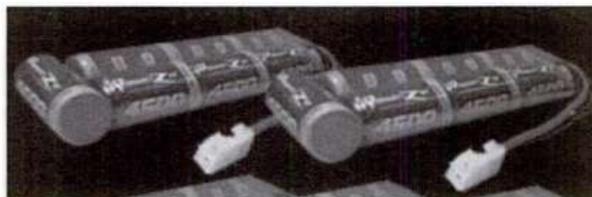
yang membutuhkan tenaga yang sangat besar. Lead acid sangat mudah diisi, yaitu dengan memberikan tegangan konstan melalui pembatas arus. (Jubilee, 2010)



Gambar 2.8 Baterai Goat Cell

Sumber: Jubilee, 2010

b. Nikel Cadmium. Jenis baterai pertama yang bisa diisi ulang untuk berbagai peralatan modern. Baterai jenis ini hanya mampu memberikan kapasitas listrik yang terbatas sehingga anda harus sering melakukan pengisian daya. Baterai jenis ini memiliki berbagai metode untuk mengisi ulang. Baterai jenis ini dengan tipe AA memiliki kapasitas sebesar 650 hingga 1000 mAh



Gambar 2.9 Baterai Ni-Cd

Sumber: Jubilee, 2010

Berbagai kelemahan baterai ini adalah:

1. Kapasitas energi yang rendah dengan kapasitas yang rendah, tentu saja Anda harus mengisi ulang.
2. Berbahaya karena mudah terjadi arus hubung singkat atau konslet.

Kelebihan yang dimiliki oleh baterai jenis Ni-cd: Adanya berbagai teknik dalam

mengisi ulang tentu memudahkan para penggunanya

c. Nikel-Metal hybrid. Jenis baterai ini adalah yang paling banyak dipergunakan saat ini. Baterai ini merupakan salah satu baterai pengganti jenis Ni-Cd. Baterai ini membutuhkan proses isi ulang berjam-jam bila tidak ingin mengalami nasib yang sama dengan jenis baterai Ni-Cd. Berbagai produk peralatan modern telah memakai jenis baterai ini. Kapasitas penyimpanan yang ditawarkan adalah sebesar 1350 hingga 2500 mAH. Pada proses pengisian ulang, apabila energi listrik yang telah tersimpan sudah maksimal tentu saja akan bertambah melewati kapasitas yang ada. Namun, perlu diingat kelebihan energi akan diubah menjadi panas.

Produsen yang memperkenalkan jenis baterai ini adalah sanyo. Sebagai perusahaan pertama yang menghasilkan baterai jenis ini, tentu saja sanyo pulalah yang kemudian mampu membuat baterai jenis ini dengan berbagai kelebihan dibanding dengan baterai sejenis dari perusahaan lain.



Gambar 2.10 Baterai Ni-MH

Sumber: Jubilee, 2010

Kelebihan Baterai jenis Ni-MH adalah:

1. Biasanya menggunakan charger Ni-MH yang memiliki fitur smart charger, dimana apabila baterai telah penuh secara otomatis charger akan berhenti mengisi.

2. Kapasitas yang ada sudah cukup besar.
3. Baterai jenis ini sudah banyak digunakan dan cocok untuk berbagai peralatan elektronik seperti laptop
- d. Lithium ion. Baterai jenis terbaru dan terbaik di bidangnya. Baterai jenis ini memiliki kelebihan yang tidak bisa ditemukan pada jenis baterai lainnya.

Kelebihan yang dimiliki baterai Lithium ion adalah sebagai berikut:

1. Memiliki kapasitas daya yang sangat besar.
2. Ukuran baterai yang kecil sehingga memudahkan para pengembang produk elektronik untuk menciptakan peralatan yang lebih kecil dengan kemampuan maksimal.
3. Bobot yang sangat ringan membuat pengguna merasa nyaman. Hal ini sangat cocok dengan dunia ponsel

2.10 Prinsip Kerja Batu Baterai

Baterai adalah suatu alat yang dapat menghasilkan energi listrik dengan melibatkan transfer elektron melalui suatu media yang bersifat konduktif dari dua elektroda (anoda dan katoda) sehingga menghasilkan arus listrik dan beda tegangan. Prinsip kerja baterai menggunakan prinsip elektro kimia dengan memanfaatkan proses reduksi-ossidasi dimana elektroda negatif (anoda) akan mengalami reaksi oksidasi sehingga elektron yang berada pada permukaan anoda akan terlepas dan dibawa oleh ion elektrolit menuju elektroda positif (katoda). Transfer elektron oleh ion elektrolit ini kemudian akan menghasilkan beda tegangan dan arus listrik jika dihubungkan atau dirangkaikan dengan komponen elektronika seperti dioda, resistor atau kapasitor (Kartawidjaja, 2011).

Prinsip kerja baterai Menurut Alaudina. H. N. (2012) larutan elektrolit dalam air terdisosiasi ke dalam partikel-partikel bermuatan listrik positif dan negatif yang disebut ion (ion positif dan ion negatif). Jumlah muatan ion positif akan sama dengan jumlah muatan ion negatif, sehingga muatan ion-ion dalam larutan netral. Ion-ion inilah yang bertugas menghantarkan arus listrik. Larutan yang dapat menghantarkan arus listrik disebut larutan elektrolit. Larutan ini memberikan gejala berupa menyalanya lampu atau timbulnya gelembung gas dalam larutan.

Terdapat 2 proses yang terjadi pada baterai :

1. Proses pengisian : Proses perubahan energi listrik menjadi energikimia.
2. Proses pengosongan : Proses perubahan energi kimia menjadi energilistrik

2.11 Pasta Batu Baterai

Pada penelitian ini, kita mengganti isi/bagian dalam baterai dengan kulit pisang dan kulit durian. Zat pada pasta batu baterai tersebut diantaranya adalah

A. Mangan Oksida

Mangan oksida telah banyak digunakan pada aplikasi baterai dan baru-baru ini sebagai bahan katalis. Pada baterai, mangan oksida digunakan sebagai katoda dan Mn_3O_4 digunakan sebagai katalis pada reaksi pembakaran metana menjadi karbondioksida dan air.

Mangan oksida (MnO_2) adalah bahan yang mudah menyerap radiasi gelombang mikro dielektrik konstan, untuk itu dilaporkan sekitar 10.000 oksida mangan disintesis menggunakan sebuah furnace microwave. Baru-baru ini terjadi peningkatan jumlah artikel yang diterbitkan mengenai penggunaan microwave untuk sintesis bahan-bahan anorganik dengan kristalinitas yang lebih besar dalam waktu singkat,

dan dengan minimalisasi produk samping yang berkaitan dengan prosedur konvensional. Kenyataan bahwa waktu yang lebih pendek yang digunakan untuk menghasilkan bahan kristalin memiliki banyak efek samping.

Sintesis dari berbagai mineral anorganik banyak digunakan dalam katalisis, sering melibatkan perlakuan hidrotermal melalui pemanasan *microwave*. Yang bahkan pemanasan diproduksi dalam bidang *microwave* dapat mengakibatkan simultan nukleasi menghasilkan homogen distribusi ukuran partikel. Dengan memvariasikan konsentrasi, waktu, dan suhu (atau tekanan) satu dapat mengontrol ukuran partikel dan distribusi. Di antara bahan-bahan berukuran kecil disusun dengan menggunakan perawatan hidrotermal di medan *microwave* aluminium fosfat, yang dilaporkan kepada lengkap mencapai kristalisasi dari gel di 20 menit.

OL-1 dan OMS-1 dapat dibuat dengan radiasi *microwave*. Awalnya proses presipitasi dilakukan secara konvensional, maka larutan dan endapan diperlakukan dengan cara hidrotermal dengan irradiasi *microwave*. Rata-rata bilangan oksidasi dari mangan adalah 3,66, dibandingkan dengan 3,48 ketika bahan yang sama diperlakukan secara konvensional. Kristal yang dihasilkan dengan irradiasi *microwave* juga lebih aktif secara katalitik. Untuk reaksi konversi dari etilbenzen menjadi stirena adalah 100%, dengan 30% selektivitas untuk stirena dan 70% selektivitas untuk CO₂. Materi yang disiapkan secara konvensional menunjukkan 15% konversi, dengan 95% konversi ke produk yang diinginkan.

B. Kegunaan Mangan (Mn)

Sembilan puluh persen dari seluruh Mn di dunia digunakan dalam industri baja sebagai reagen untuk mereduksi oksigen dan sulfur. Mn juga digunakan pada

produksi baterai sel kering dan produksi kalium permanganat serta senyawa-senyawa lainnya, sebagai pelapis elektroda batang-batang las, senyawa-senyawa Mn digunakan sebagai pengering untuk minyak rami, pengelantang kaca dan tekstil, pewarna, penyamak kulit dan pembuatan pupuk. Senyawa-senyawa karbonil organik Mn digunakan sebagai bahan aditif minyak, bahan bakar, inhibitor asap, dan aditif anti knock dalam bahan bakar.

C. Ketepaparan Mangan (Mn)

Paparan jangka panjang menyebabkan kerusakan sistem saraf pusat dan paru-paru. Efek terhadap system saraf pusat (manganisme) ditandai dengan adanya gangguan kapasitas mental, terlihat pada paparan ≥ 2 tahun, sedangkan efek pada paru yaitu pneumonia dan bronchitis akut maupun kronis terutama pada perokok yang terpapar, efek lain yaitu penurunan tekanan darah, disproteinemia dan gangguan reproduktif. Orang – orang yang beresiko terpapar Mn adalah

- 1 Para penambang Mn
- 2 Pekerja industri feromangan, besi dan baja
- 3 Dan pekerja yang terlibat dalam pembuatan baterai sel kering serta batang las.

2.12 Reaksi Kimia padaBaterai

a) Redoks

Redoks (singkatan dari reaksi reduksi/oksidasi) adalah istilah yang menjelaskan berubahnya bilangan oksidasi (keadaan oksidasi) atom-atom dalam sebuah reaksi kimia. Hal ini dapat berupa proses redoks yang sederhana seperti oksidasi karbon yang menghasilkan karbon dioksida, atau reduksi karbon oleh hidrogen menghasilkan metana(CH_4), ataupun ia dapat berupa proses yang kompleks seperti

oksidasi gula pada tubuh manusia melalui rentetan transfer elektron yang rumit. Istilah redoks berasal dari dua konsep, yaitu reduksi dan oksidasi. Ia dapat dijelaskan dengan mudah sebagai berikut: (Chang, 2004)

1. Oksidasi menjelaskan pelepasan elektron oleh sebuah molekul, atom, atau ion.
2. Reduksi menjelaskan penambahan elektron oleh sebuah molekul, atom, atau ion.

Walaupun cukup tepat untuk digunakan dalam berbagai tujuan, penjelasan di atas tidaklah persis benar. Oksidasi dan reduksi tepatnya merujuk pada perubahan bilangan oksidasi karena transfer elektron yang sebenarnya tidak akan selalu terjadi. Sehingga oksidasi lebih baik didefinisikan sebagai peningkatan bilangan oksidasi, dan reduksi sebagai penurunan bilangan oksidasi.

b) Oksidator dan Reduktor

Senyawa-senyawa yang memiliki kemampuan untuk mengoksidasi senyawa lain dikatakan sebagai oksidatif dan dikenal sebagai oksidator atau agen oksidasi. Oksidator melepaskan elektron dari senyawa lain, sehingga dirinya sendiri tereduksi. Oleh karena ia menerima elektron, ia juga disebut sebagai penerima elektron. Oksidator biasanya adalah senyawa-senyawa yang memiliki unsur-unsur dengan bilangan oksidasi (seperti H_2O_2 , CrO_3 , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, OsO_4) atau senyawa-senyawa yang sangat elektronegatif, sehingga dapat mendapatkan satu atau dua elektron yang lebih dengan mengoksidasi sebuah senyawa (misalnya oksigen, fluorin, klorin, dan bromin).

c) Menyeimbangkan Reaksi Redoks

Untuk menuliskan keseluruhan reaksi elektrokimia sebuah proses redoks, diperlukan penyeimbangan komponen-komponen dalam reaksi setengah. Untuk reaksi dalam larutan, hal ini umumnya melibatkan penambahan ion H^+ , ion OH^- , H_2O , dan elektron untuk menutupi perubahan oksidasi.

2.13 Reaksi Kimia Sel kering (Sel Leclanche)

Sel Leclanché ditemukan oleh insinyur Perancis Georges Leclanché (1839-1882) lebih dari seratus tahun yang lalu. Berbagai usaha peningkatan telah dilakukan sejak itu, tetapi, yang mengejutkan adalah desain awal tetap dipertahankan, yakni sel kering mangan. Sel kering mangan terdiri dari bungkus dalam zink (Zn) sebagai elektroda negatif (anoda), batang karbon/grafit (C) sebagai elektroda positif (katoda) dan pasta MnO_2 dan NH_4Cl yang berperan sebagai larutan elektrolit.

2.13.1 Baterai Biasa

Anoda	: Logam seng (Zn)
Katoda	: Batang karbon/grafit
Lektrolit	: MnO_2 , NH_4Cl dan serbuk karbon (C)
Anoda Zn(-)	: $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$
Katoda C (+)	: $2MnO_2 + 2NH_4^+ + 2e^- \rightarrow Mn_2O_3 + 2NH_3 + H_2O$
Reaksi total	: $Zn + 2MnO_2 + 2NH_4^+ \rightarrow Zn^{2+} + Mn_2O_3 + 2NH_3 + H_2O$



Gambar 2.11 Baterai dan komponen – komponennya

Sumber: Encarta, 2005

2.14 Sel Elektrolisis

Elektrolisis berasal dari kata elektro (listrik) dan lisis (penguraian), yang berarti penguraian senyawa oleh arus listrik, dan alatnya disebut sel elektrolisis. Dengan kata lain, sel elektrolisis ini memerlukan energi listrik untuk memompa elektron, dan prosesnya kebalikan dari proses sel Galvani. (Chang, 2004)

Sel elektrolisis adalah sel elektrokimia yang menimbulkan terjadinya reaksi redoks yang tidak spontan dengan adanya energi listrik dari luar. Contohnya adalah elektrolisis lelehan NaCl dengan electrode platina. Contoh lainnya adalah pada sel Daniell jika diterapkan beda potensial listrik dari luar yang besarnya melebihi potensial sel Daniell.

2.15 Muatan Listrik

Arus Listrik adalah muatan listrik yang mengalir atau berpindah tempat. Muatan listrik mudah sekali mengalir pada bahan konduktor. Muatan listrik yang diberikan pada suatu titik di permukaan logam akan segera tersebar merata ke segala arah. Jika sebuah logam yang bermuatan listrik dan logam lain yang netral disentuh, maka akan terjadi aliran muatan listrik dari logam yang mengandung muatan listrik ke logam yang netral. Sebaliknya, aliran muatan tidak terjadi pada bahan isolator.

Jika muatan listrik diberikan pada bahan isolator, muatan tersebut akan tetap diam di tempatnya. Muatan itu tidak akan berpindah ke tempat lain. (Mikrajuddin Abdullah, 2007)

Kita dapat mengamati adanya arus listrik dengan menghubungkan sebuah baterai dan bola lampu kecil dengan menggunakan kabel tembaga. Setelah semuanya terhubung, kamu akan mendapati bola lampu akan berpendar. Hal ini terjadi karena adanya aliran muatan listrik melalui kabel tembaga dan bola lampu.

Arus listrik yang mengalir hanya pada satu arah seperti contoh diatas disebut arus searah. Contoh arus searah adalah arus listrik baterai. Sedangkan, arus listrik yang mengalir bolak balik dan berganti arah secara terus menerus disebut arus bolak balik. Contoh, arus bolak-balik adalah arus listrik PLN. Pada dasarnya yang disebut arus listrik adalah aliran muatan listrik. Namun, muatan listrik yang mengalir dalam konduktor padat, benda cair, dan gas berbeda. Arus listrik pada konduktor padat hanya mengalir pada satu arah. Hal ini karena muatan listrik yang mengalir di sana hanya muatan elektron

Arus listrik bisa dihantarkan pada benda padat karena adanya elektron bebas (yaitu elektron yang bebas bergerak). Meskipun sebagian besar elektron yang dimiliki konduktor (Misalnya kawat tembaga) terikat kuat pada inti atomnya, ada sebagian kecil yang dapat bergerak bebas dari satu atom ke atom yang lain. Elektron-elektron inilah yang memungkinkan terjadinya arus listrik pada konduktor padat. (Mikrajuddin Abdullah, 2007)

Pada konduktor cair dan gas, arus listrik dapat mengalir pada dua arah secara bersamaan. Aliran muatan listrik pada konduktor cair dan gas dapat berupa aliran

ion positif atau aliran ion negatif. Contoh konduktor cair adalah larutan asam, misalnya larutan asam cuka atau larutan asam sulfat, dan larutan garam seperti garam dapur. Larutan yang mengandung asam atau garam semacam ini disebut larutan elektrolit.

Seperti yang telah dipelajari, ion adalah atom atau molekul yang kehilangan atau kelebihan elektron. Ion dikatakan bermuatan negatif jika kelebihan elektron. Arus listrik dihasilkan oleh elemen listrik. Elemen listrik adalah suatu komponen yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Elemen-elemen listrik yang digabung membentuk sumber arus listrik. Sumber arus inilah yang memaksa elektron bergerak mengelilingi rangkaian listrik dari kutub negatif ke kutub positif. Suatu sumber arus dikatakan memiliki beda potensial satu volt jika dapat memberikan energi elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer tidak dapat menghasilkan arus listrik jika bahan kimia yang terdapat di dalamnya sudah habis terpakai. Oleh sebab itu, elemen primer hanya sekali pakai dan setelah kemampuannya habis diganti (Mikrajuddin Abdullah, 2007)

2.15.1 Kuat Arus Listrik

Kita akan mendefinisikan suatu besaran yang menggambarkan jumlah muatan listrik yang mengalir tiap satuan waktu. Besaran tersebut adalah kuat arus listrik. Kuat arus listrik merupakan salah satu dari tujuh besaran pokok. Disingkat I . Secara umum, arus listrik yang timbul jika selama t sekon terjadi perpindahan muatan sebesar (Mikrajuddin Abdullah, 2007)

$$I = q / t$$

dengan:

I = Kuat arus listrik (ampere_

q = Muatan listrik (coloumb)

t = waktu (sekon)

Arah aliran muatan listrik didefenisikan searah dengan arah aliran muatan positif. Dengan demikian, jika muatan yang mengalir bertanda positif, arah arus listriknya searah dengan arah aliran muatan. Sebaliknya, jika muatan yang mengalir bertanda negatif, arah arus listriknya berlawanan dengan arah aliran muatan. Muatan yang mengalir dalam logam adalah elektron (Muatan negatif). Sementara itu, proton yang berada dalam inti atom sulit untuk mengalir karena terikat kuat dalam inti atom, proton yang berada dalam inti atom sulit untuk mengalir karena terikat kuat dalam inti atom. Akibatnya, arah arus listrik dalam logam selalu berlawanan dengan arah aliran elektron.

Arus listrik tidak dapat dilihat dengan mata telanjang sehingga tidak dapat diketahui arahnya secara langsung. Arah arus listrik dapat diketahui dengan menggunakan komponen listrik atau alat ukur tertentu. Ada komponen listrik yang hanya dapat dilewati oleh arus listrik pada arah tertentu. Komponen ini disebut dioda. Jika kita memasang dioda pada arah yang berlawanan dengan arah aliran muatan, arus listrik akan berhenti mengalir di komponen ini. (Mikrajuddin Abdullah, 2007)

Untuk mengukur kuat arus listrik dipergunakan ampermeter (disingkat ammeter). Alat ini memiliki dua buah kaki penyentuh (probe) yang dipasang di antara kedua titik yang akan diukur arus listriknya . Besar arus angka (pada ammeter analog) atau angka (pada ammeter digital)

Berikut ini adalah cara melakukan pengukuran kuat arus listrik dengan menggunakan ammeter.

a. Hubungkan kaki-kaki penyentuh ammeter dengan kutub-kutub yang benar. kaki penyentuh negatif dihubungkan dengan kutub negatif sumber arus, sedangkan kaki penyentuh positif dihubungkan dengan kutub positif sumber arus. Perhatikan warna merah pada kabel dan kaki penyentuh ammeter biasanya digunakan sebagai penunjuk positif, sedangkan warna biru atau hitam sebagai penunjuk negatif.

b. Gunakan batas ukur ammeter yang sesuai atau lebih tinggi dari yang kita perkirakan, Misalnya, untuk mengukur kuat arus 75 mA digunakan ammeter dengan batas ukur 100 mA

c. Ammeter dihubungkan langsung pada rangkaian rangkaian tanpa membentuk percabangan Rangkaian seperti ini disebut rangkaian seri.

d. Jika jarum menyimpang ke kanan berarti arus listrik mengalir dari kaki positif dan keluar melalui kaki negatif ammeter, jika jarum menyimpang ke kiri arus menempuh jalur sebaliknya.

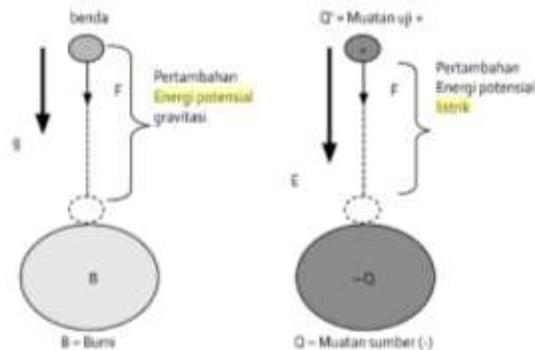
2.15.2 Energi Potensial Listrik

Energi Potensial adalah energi tersimpan yang dimiliki oleh suatu benda. Hal yang sama juga dimiliki oleh suatu muatan listrik. Sebuah muatan listrik yang diletakkan pada medan listrik, akan sering disebut energi listrik saja. Satuan SI untuk energi listrik adalah Joule (Mikrajuddin Abdullah, 2007)

Konsep energi sangat berguna dalam mekanika. Hukum kekekalan energi memungkinkan kita memecahkan persoalan-persoalan tanpa perlu mengetahui gaya secara rinci. Sebagai contoh gaya gravitasi menarik suatu benda menuju ke

permukaan bumi. Baik gaya gravitasi F_g maupun kuat medan gravitasi (percepatan gravitasi $=g$) berarah vertikal ke bawah. (Hamdi, 2016)

Jika mengangkat sebuah benda melawan gaya gravitasi bumi, itu berarti kita melakukan usaha pada benda, dan sebagai akibatnya energi potensial gravitasi benda bertambah



Gambar 2.12 Energi Potensial Gravitasi dan Energi Potensial Listrik

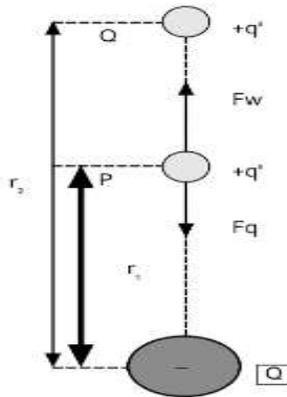
Sumber: <http://tienkartina.files.wordpress.com/2010/10/potensial.jpg>

Konsep energi juga berguna dalam listrik. Gaya listrik F yang dikerjakan suatu muatan uji positif q' oleh suatu muatan negatif adalah mengarah ke muatan negatif. Vektor kuat medan listrik $E = F/q'$, juga mengarah ke muatan negatif. (Hamdi, 2016)

Berdasarkan Gambar 2.13 dapat dipahami bahwa menggerakkan muatan uji menjauhi muatan negatif, kita harus melakukan usaha pada muatan uji. Akibatnya energi potensial listrik muatan uji bertambah. Konsep energi potensial mirip dengan konsep energi potensial gravitasi. Untuk itu kita akan menurunkan rumus energi potensial listrik berikut:

Usaha yang dilakukan gaya (Fw), untuk memindahkan muatan penguji $+q'$, dari titik P ke Titik Q adalah

$$W = - F_w \cdot S = -F_w \cdot \Delta r = -F \cdot (r_2 - r_1) \quad (2.1)$$



Gambar 2.13 Usaha W memindahkan muatan +q dari titik P dan Q

Sumber: <http://tienkartina.files.wordpress.com/2010/10/potensial-2.jpg>

W adalah besaran skalar, gaya F diberi tanda (-) negatif karena gaya Coulomb berlawanan arah dengan arahperpindahah (Hamdi, 2016)

$$F_w = F_q = \text{gaya Coulomb.} \quad (2.2)$$

$$W = -k \cdot Q \cdot q' / r_1^2 \times (r_2 - r_1) = -kQ \cdot q' / r_1 \cdot r_2 (r_2 - r_1)$$

$$W = -k Q \cdot q' (1/r_1 - 1/r_2) = kQ \cdot q' (1/r_2 - 1/r_1)$$

$$W = k Q \cdot q' (1/r_2 - 1/r_1) = \Delta EP = EP_2 - EP_1$$

(Hamdi, 2016)

Jadi usaha yang dilakukan $W =$ pertambahan energiPotensial. Energi Potensial Listrik adalah usaha yang dilakukan gaya Coulomb, untuk memindahkan muatan uji +q' dari suatu titik ke titiklainnya. (Hamdi, 2016)

Jika titik Q1 berada di jauh tak terhingga, sehingga $r_2 = \infty$ dan $1/r_2 = 0$ maka energi potensial listrik dari dua muatan Q dan q' adalah:



Gambar 2.14 Energi potensial listrik dari dua muatan Q dan q'

Sumber : *Sumber: <http://tienkartina.files.wordpress.com/2010/10/potensial-3.jpg>*

$$E_p = kQ \cdot q' / r, \quad (2.3)$$

Keterangan:

E= Energi Potensial Listrik satuannya Joule

k = Konstanta = $9 \cdot 10^9 \text{ N C}^{-2} \text{ m}^2$

r = jarak (m)

Q = muatan sumber

q' = muatan uji (Coulomb) (Hamdi, 2016)

2.15.3 Potensial Listrik

Potensial listrik adalah banyaknya muatan yang terdapat dalam suatu benda. Beda potensial listrik (tegangan) timbul karena dua benda yang memiliki potensi listrik berbeda dihubungkan oleh suatu penghantar. Beda penghantar ini berfungsi untuk mengalirkan muatan dari satu titik ke titik lainnya. Atau bisa didefinisikan bahwa potensial listrik yaitu usaha yang dibutuhkan untuk memindahkan muatan positif sebesar 1 satuan dari tempat yang tak terhingga ke sebuah titik tertentu. Bisa pula potensi listrik diartikan sebagai sebuah energi potensial listrik persatuan muatan uji, rumus potensial listrik sebagai berikut : $V = E_p / q'$ atau seperti pada gambar berikut (Hamdi, 2016)

Potensial listrik di titik P dirumuskan :

$$V = k \frac{Q}{r} \quad (2.4)$$

V	=	Potensial Listrik (Volt)
k	=	Konstanta Listrik = $9 \cdot 10^9 \text{ NC}^{-2} \text{ m}^2$
Q	=	Muatan sumber (Coulomb)
R	=	jarak dari muatan sampai titik P=

2.15.4 Daya

Daya merupakan laju energi yang dihantarkan selama melakukan usaha dalam periode waktu tertentu. Satuan SI (satuan internasional) untuk daya yaitu Joule / Sekon (J/S) = Watt (W). Satuan watt dipakai untuk penghormatan kepada seorang ilmuwan penemu mesin uap yang bernama James watt. Satuan daya Lainnya yang sering dipakai yaitu daya kuda atau horse power (Hp), 1 Hp = 746 Watt. Daya adalah besaran skalar, karena daya hanya mempunyai nilai, tidak memiliki Arah. (Hamdi, 2016)

Misalkan suatu potential V dikenakan ke suatu beban dan mengalir arus I seperti energi yang diberikan ke masing-masing elektron yang menghasilkan arus listrik sebanding dengan V (beda potensial). Dengan demikian total energi yang diberikan ke sejumlah elektron yang menghasilkan total muatan sebesar dq adalah sebanding dengan $v \times dq$.

Energi yang diberikan pada elektron tiap satuan waktu didefinisikan sebagai daya (power) p sebesar (Hamdi, 2016)

$$P = V \frac{dq}{dt} = V \cdot I \quad (2.5)$$

dengan satuan watt, dimana 1 watt = 1 volt \times 1 amper arus dan tegangan listrik. Jika sebuah tegangan V dikenakan pada sebuah hambatan R maka besarnya

arus yang mengalir adalah

$$I = V / R \quad (2.6)$$

dan daya yang diberikan sebesar

$$P = V \cdot I \frac{V^2}{R} = I^2 \cdot R \quad (2.7)$$

2.16 Kapasitansi

Kapasitansi atau kapasitans adalah ukuran jumlah muatan listrik yang disimpan (atau dipisahkan) untuk sebuah potensial listrik yang telah ditentukan. Bentuk paling umum dari piranti penyimpanan muatan adalah sebuah kapasitor dua lempeng/ pelat/ keping. Jika muatan di lempeng/ pelat/ keping adalah +Q dan -Q, dan V adalah tegangan listrik antar lempeng/ pelat/ keping, maka rumus kapasitans adalah: (Hamdi, 2016)

$$C = \frac{Q}{V} \quad (2.8)$$

Dimana

C : adalah kapasitansi yang diukur dalam Farad

Q : adalah muatan yang diukur dalam coulomb

V : adalah voltase yang diukur dalam volt

2.17 Kapasitansi Pelat Sejajar

Kapasitor adalah komponen elektronika yang digunakan untuk menyimpan muatan listrik, dan secara sederhana terdiri dari dua konduktor yang dipisahkan oleh bahan penyekat (bahan dielektrik) tiap konduktor di sebut keping. Kapasitor atau disebut juga kondensator adalah alat (komponen) listrik yang dibuat sedemikian rupa sehingga mampu menyimpan muatan listrik untuk sementara waktu. Pada

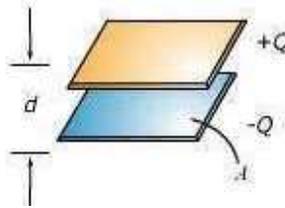
prinsipnya sebuah kapasitor terdiri atas dua konduktor (lempeng logam) yang dipisahkan oleh bahan penyekat (isolator). Isolator penyekat ini sering disebut bahan (zat) dielektrik. Adanya perbedaan jenis muatan listrik pada kedua pelat konduktor menimbulkan medan listrik dan beda potensial listrik di antara kedua pelat tersebut. Pelat bermuatan positif mempunyai potensial listrik lebih tinggi sedangkan pelat bermuatan negatif mempunyai potensial listrik lebih rendah. Sebagaimana telah dijelaskan pada tulisan mengenai potensial listrik, jika ada beda potensial listrik antara kedua pelat kapasitor maka ada energi potensial listrik pada kapasitor tersebut. Energi potensial listrik yang tersimpan pada kapasitor mempunyai banyak kegunaan

Zat dielektrik yang digunakan untuk menyekat kedua penghantar dapat digunakan untuk membedakan jenis kapasitor. Beberapa kapasitor menggunakan bahan dielektrik berupa kertas, mika, plastik cairan dan lain sebagainya. Kegunaan kapasitor dalam berbagai rangkaian listrik adalah:

- a. Mencegah loncatan bunga api listrik pada rangkaian yang mengandung kumparan, bila tiba-tiba arus listrik diputuskan dan dinyalakan
- b. Menyimpan muatan atau energi listrik dalam rangkaian penyalak elektronik
- c. Memilih panjang gelombang pada radio penerima
- d. Sebagai filter dalam catu daya (*powersupply*)

Kapasitor yang paling sederhana adalah kapasitor keping sejajar yang terdiri dari 2 keping logam seluas A yang terpisah pada jarak d , seperti terlihat pada

gambar berikut



Gambar 2.15 Kapasitor Pelat Sejajar

Sumber: Gussow, 2009

Pada keping sejajar nilai kapasitas kapasitor dinyatakan

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \quad (2.9)$$

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \frac{A}{d} \quad (2.10)$$

Untuk penyekat udara $\epsilon_r=1$, sehingga nilai kapasitas kapasitor

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \quad (2.11)$$

Dimana :

C = Kapasitas keping sejajar, farad

ϵ_r = Permittivitas relatif bahan penyekat

ϵ = Permittivitas bahan penyekat

ϵ_0 = Permittivitas vakum $8,5 \times 10^{-12} \text{C}^2/\text{N}^1\text{m}^{-2}$

d = Jarak antar keping, m

A = Luas penampang, m^2

Karena muatan total pada tiap – tiap bidang tak berhingga, maka kapasitansi dari sistem ini juga bernilai tak berhingga. Hasil yang lebih praktis dapat diperoleh dengan mengasumsikan bahwa kedua bidang tersebut memiliki luas A , dimana dimensi - dimensi liniernya (panjang dan lebarnya) jauh lebih besar dari jarak

pemisah.

Medan listrik dan distribusi muatan dengan demikian akan mendekati seragam pada daerah yang tidak berdekatan dengan tepian bidang, dan pada kenyataanya, daerah tepian ini hanya memberikan kontribusi yang sangat kecil pada kapasitansi total, sehingga kita dapat menuliskan:

$$Q = \rho s \cdot A \quad (2.12)$$

$$V_0 = \frac{\rho \cdot A}{\epsilon} \quad (2.13)$$

Sehingga:

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{d} \quad (2.14)$$

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kulit pisang adalah sampah buangan yang lumayan besar jumlahnya, yaitu sekitar 1/3 dari buah pisang yang utuh.(Basse, 2000). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2017) Jumlah produksi pisang di Indonesia dari tahun 2014 hingga tahun 2016 berturut-turut sebesar 6.862.558 ton, 7.299.266 ton, dan 7.007.117 ton. Sampah kulit pisang saat ini tidak digunakan dengan baik, cuma di buang sebagai limbah organik atau diberikan sebagai makanan ternak seperti, sapi, kerbau, dan kambing (Susanti, 2006). Kandungan gizi pada sampah kulit pisang masih bisa digunakan kembali. Kandungan utama yang bisa digunakan dari sampah kulit pisang adalah karbohidrat, kandungan karbohidrat dalam kulit pisang sebesar 18,5%. Karbohidrat merupakan bahan dasar dalam pembuatan etanol. Sehingga salah cara pengolahan sampah kulit pisang yaitu bisa dipakai sebagai bahan dasar pembuatan pasta batu baterai. (Gunawan, 2013)

Berdasarkan penelitian Hatta (2007) kulit durian secara proporsional mengandung unsur selulose yang tinggi (50-60%) dan kandungan lignin (5%) serta kandungan pati yang rendah (5%) sehingga dapat diindikasikan bahan tersebut bisa digunakan sebagai campuran bahan baku papan olahan serta produk lainnya. Selain itu, limbah kulit durian mengandung sel serabut dengan dimensi yang panjang serta dinding serabut yang cukup tebal sehingga akan mampu berikatan dengan baik apabila diberi bahan perekat sintetis atau bahan perekat mineral.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2017, produksi buah durian terbanyak menurut provinsi per tahun adalah Provinsi Jawa Timur dengan jumlah produksi 201.687 ton, diikuti Provinsi Jawa Tengah dan Sumatera Utara masing-masing dengan jumlah produksi 74.969 ton dan 74.811 ton, sementara total produksi buah durian di Indonesia adalah 735.419 ton. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa sebagai daerah yang banyak memproduksi buah durian, berarti banyak pula sampah biji dan kulit durian yang dihasilkan.

Oleh karenanya perlu penanganan yang serius terhadap permasalahan kulit durian yang semakin meningkat. Sementara kebutuhan akan sumber energi baru sedang giat-giatnya dicari dan dikembangkan seiring dengan berkembangnya bioteknologi. Pencarian sumber energi listrik juga di fokuskan berasal dari bahan-bahan organik yang ramah lingkungan, aman bagi manusia, mudah didapat serta dapat terus diperbaharui yang akan dibuat berupa baterai.



Gambar 1.1 Sampah Kulit Pisang



Gambar 1.2 Sampah Kulit Durian

Baterai adalah salah satu media penyimpanan dan penyedia aliran listrik melalui reaksi kimia. Reaksi kimia yang berlangsung pada umumnya bisa bersifat

permanen dan tidak permanen. (Jubiee, 2010). Prinsip kerja baterai menggunakan prinsip elektro kimia dengan memanfaatkan proses reduksi-ossidasi dimana elektroda negatif (anoda) akan mengalami reaksi oksidasi sehingga elektron yang berada pada permukaan anoda akan terlepas dan dibawa oleh ion elektrolit menuju elektroda positif (katoda). Transfer elektron oleh ion elektrolit ini kemudian akan menghasilkan beda tegangan dan arus listrik jika dihubungkan atau dirangkaikan dengan komponen elektronika seperti dioda, resistor atau kapasitor (Kartawidjaja,2011).

Dalam baterai terkandung logam berat seperti : lithium, merkuri, nikel, mangan , kadmium, dan timbal. Jika baterai dibuang sembarangan,maka logam berat tadi akan mencemari air dan tanah, mengancam kehidupan ikan, serta membahayakan kesehatan manusia.kejadian ini jika dibiarkan terus menerus akan merugikan kesehatan serta alam juga ikut menjadi dampak tersebut. Jadi harus ada alternatif untuk mengganti bahan kimia tersebut, yaitu dengan mengembangkan kulit buah pisang dan durian sebagai baterai yang baik untuk lingkungan.

Sampah kulit pisang dan kulit durian mempunyai manfaat yang banyak, yaitu bahan pengganti pasta pada baterai. Hal inilah yang melatar belakangi penelitian tentang potensi kulit pisang dan kulit durian sebagai baterai kering ramah lingkungan dan untuk menggunakan kekayaan alam disekeliling untuk meminimalisir dampak kekurangan energi.

1.2 Rumusan Masalah

Dari permasalahan tersebut dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah pada kulit pisang dan durian mempunyai potensi menjadi batu baterai yang ramah lingkungan?

2. Apakah terdapat perbedaan besar tagangan terhadap kulit pisang dan kulit durian?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian pemanfaatan kulit pisang dan durian sebagai batu baterai dibatasi oleh beberapa masalah, yaitu:

1. Pembuat batu baterai yang ramah lingkungan dengan bahan kulit pisang dan kulit durian.
2. Mengetahui besar energi yang dihasilkan batu baterai dari kulit pisang dan kulit durian.
3. Pembahasan kimia hanya untuk mengetahui kandungan – kandungan zat kimia pada kulit pisang dan kulitdurian.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini

1. Untuk mengetahui besarnya potensi kulit pisang dan kulit durian pada penggunaan sebagai bahan batu baterai
2. Untuk mengetahui beda potensial pada kulit pisang dan kulit durian sebagai bahan batu baterai

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat menghasilkan energi alternatif yang murah dan ramah lingkungan.
2. Bisa meminimalisir pencemaran lingkungan akibat dari pembuangan batu baterai.
3. Menjadikan sampah atau limbah sebagai sumber energi yang murah dan

mudah.

1.6 SistematikaPenulisan

Dalam penulisan skripsi ini, pembahasan mengenai pemanfaatan sampah kulit pisang dan kulit durian sebagai bahan alternatif pengganti pasta batu baterai dibagi atas beberapa bab, antara lain :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah yang diangkat, manfaat dan juga sistematika penulisan laporan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan kajian teori yang berhubungan dengan kulit pisang dan kulit durian serta batu baterai.

BAB III : METODE PENELITIAN

Memuat langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian, diantaranya waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, komponen dan perangkat penelitian, prosedur kerja, perancangan dan pengujian bahan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan mengenai proses uji coba penelitian, pengolahan data dan lain – lain.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyimpulkan semua kegiatan dan hasil-hasil yang diperoleh selama proses pembuatan dan pengujian sistem serta saran-saran yang sekiranya diperlukan untuk menyempurnakan penelitian berikutnya

DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini berisi sumber – sumber kepustakaan yang digunakan dalam penulisan laporan.

Lampiran

DAFTAR PUSTAKA

- Alaudina. H. N. 2012. *Let's Fly Around The World With King Fruit*, APEC Youth Scientist Journal 3: 34-47
- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Badan Pusat Statistik. 2017. *Statistik Pertanian*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Republik Indonesia
- Barus, S., Sitorus, V. M., Napitupulu, D., Mesran, M., & Supiyandi, S. (2018). Sistem Pendukung Keputusan Pengangkatan Guru Tetap Menerapkan Metode Weight Aggregated Sum Product Assesment (WASPAS). *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 2(2).
- Batubara, Supina. "Analisis perbandingan metode fuzzy mamdani dan fuzzy sugeno untuk penentuan kualitas cor beton instan." *IT Journal Research and Development* 2.1 (2017): 1-11.
- Batubara, Supina, Sri Wahyuni, and Eko Hariyanto. "Penerapan Metode Certainty Factor Pada Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Dalam." *Seminar Nasional Royal (SENAR)*. Vol. 1. No. 1. 2018.
- Basse. 2000. *Compost Engineering An Arbour Science*. London
- Betty dan Soebrata. 2011. *Encyclopedia of Chemistry technology. Second Edition. Volume 14*. New York: Jhon Wiley and Serc Inc
- Chang, Raymond. 2004. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti*. Jakarta: Erlangga
- Cheremisinoff, Nicholas P. 2002. *Handbook of Water And Wastewater Treatment Technologies*. Woburn: Butterworth-Heinemann,
- Diperta. 2008. *Laporan Pembibitan Buah-Buahan. Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura*. Lampung Timur

- Gunawan, Imam. 2013. *Kandungan dan manfaat kulit pisang*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Gussow, Milton. 2009. *Dasar - Dasar Teknik Listrik*. Jakarta: Erlangga
- Hamdi. 2016. *Energi Terbarukan*. Jakarta: Kencana
- Hatta, Violet. 2007. *Manfaat Kulit Durian Selezat Buahnya*. Jurnal. UNLAM
- Herfiyanti. 2010. *Kulit Durian Pengental Cendol*. Pontianak: Untan.
- Jamal, Asep. 2008. *Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit Modul Kimia Kelas X*. Jakarta: Erlangga
- Johari, dan Rahmawati. 2006. *Kimia SMA untuk Kelas XII*. Jakarta: Esis
- Jubiee, Enterprise. 2010. *Teknik Menghemat Listrik*. Jakarta: PT Alex Media
- Kartawidjaja, M, dkk. 2011. *Pencarian Parameter Bio-Baterai Asam Sitrat (C6H8O7)*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II : 105-115.
- Kurniawan, H. (2018). Pengenalan Struktur Baru untuk Web Mining dan Personalisasi Halaman Web. *Jurnal Teknik dan Informatika*, 5(2), 13-19.
- Muhaimin, H.A. 2007. *Bahan- Bahan Listrik*. Jakarta: PT Pradnya
- Paramita Munadjim. 2008. *Teknologi Pengolahan Pisang*. Jakarta: PT Gramedia
- Nugraha, D. E. 2013. *Kandungan Kimia Durian*. Jakarta: UI press
- Rossanty, Y., Aryza, S., Nasution, M. D. T. P., & Siahaan, A. P. U. (2018). Design Service of QFC And SPC Methods in the Process Performance Potential Gain and Customers Value in a Company. *Int. J. Civ. Eng. Technol*, 9(6), 820-829.
- Rahim, R., Aryza, S., Wibowo, P., Harahap, A. K. Z., Suleman, A. R., Sihombing, E. E., ... & Agustina, I. (2018). Prototype file transfer protocol application for LAN and Wi-Fi communication. *Int. J. Eng. Technol.*, 7(2.13), 345-347.
- Siahaan, A. P. U., Ikhwan, A., & Aryza, S. (2018). A Novelty of Data Mining for Promoting Education based on FP-Growth Algorithm.
- Setiadi. 2009. *Bertanam Durian*. Jakarta: Penebar Swadaya

- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sunarjono, Hendro. 2004. *Budi Daya Pisang Dengan Bibit Kultur Jaringan*. Jakarta: PT. Penebar Swadaya
- Suprapti, M Lies. 2005. *Aneka Olahan Pisang*. Yogyakarta: Kanisius
- Susanti, Lina. 2006. *Perbedaan Penggunaan Jenis Kulit Pisang Terhadap Kualitas Nata Dengan Membandingkan Kulit Pisang Raja Nangka, Ambon Kuning Dan Kepok Putih Sebagai Bahan Baku. Tugas Akhir*. Semarang: UNNES.
- Suyanti, dan Supriyadi. 2012. *Pisang Budi Daya Pengolahan dan Prospek Pasar*. Jakarta: Swadaya
- Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Beban Tidak Seimbang Terhadap Umur Peralatan Listrik. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 10-15.
- Tarigan, A. D. (2018, October). A Novelty Method Subjectif of Electrical Power Cable Retirement Policy. In International Conference of ASEAN Prespective and Policy (ICAP) (Vol. 1, No. 1, pp. 183-186).
- Untung, O. 2008. *Durian untuk Komersial dan Hobi*. Jakarta: Penebar Swadaya
- Widarto, H. 2009. *Uji Aktifitas Minyak Atsiri Kulit Durian sebagai Obat Nyamuk Elektrik*. Yogyakarta: UMS
- Wijayanti, M. 2011. *Uji Vitamin C dan Organoleptik Terhadap Jelli dari Buah Apel Hijau dengan Penambahan Gula Pasir dan Pektin dari Albedo Kulit Durian*. Surakarta: UMS
- Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Smart Home Security System Design Sensor Based on Pir and Microcontroller. *International Journal of Global Sustainability*, 1(1), 67-73.

Hijau dengan Penambahan Gula Pasir dan Pektin dari Albedo Kulit

Durian. Surakarta: UMS

Wibowo, P., Lubis, S. A., & Hamdani, Z. T. (2017). Smart Home Security System Design Sensor Based on Pir and Microcontroller. *International Journal of Global Sustainability*, 1(1), 67-73.