

**PENGARUH KONSENTRASI LiOH TERHADAP SIFAT LISTRIK ANODA  
BATERAI LITIUUM BERBASIS KARBON AKTIF TEMPURUNG KEMIRI**

**SKRIPSI**



**diajukan oleh:**

**HIDAYATI SUSANA  
1110441002**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG**

**2016**

**PENGARUH KONSENTRASI LiOH TERHADAP SIFAT LISTRIK  
ANODA BATERAI LITIUUM BERBASIS KARBON AKTIF  
TEMPURUNG KEMIRI**

**SKRIPSI**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains  
dari Universitas Andalas**



**HIDAYATI SUSANA  
1110441002**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG**

**2016**

**SKRIPSI**

**PENGARUH KONSENTRASI LIOH TERHADAP SIFAT LISTRIK ANODA  
BATERAI LITIMUM BERBASIS KARBON AKTIF TEMPURUNG KEMIRI**

disusun oleh:

**HIDAYATI SUSANA**

**1110441002**

**Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 11 Januari 2016**

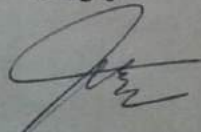
**Tim penguji**

**Pembimbing**

**Astuti, M.Si**

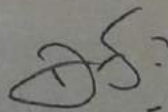
**NIP. 198108142005012002**

**Penguji I**



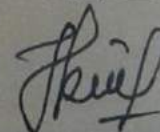
**Drs. Wildian, M.Si**  
**NIP. 196108121994031001**

**Penguji II**



**Dr. Dahyunir Dahlan**  
**NIP. 196811281995121002**

**Penguji III**



**Dr. rer. nat. Muldarisnur**  
**NIP. 198103292008011014**

## **PENGARUH KONSENTRASI LiOH TERHADAP SIFAT LISTRIK ANODA BATERAI LITIUUM BERBASIS KARBON AKTIF TEMPURUNG KEMIRI**

### **ABSTRAK**

Telah dilakukan sintesis material anoda baterai litium dari litium hidroksida (LiOH) dan karbon aktif. Pembuatan karbon aktif dilakukan aktivasi kimia dari arang kemiri menggunakan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  2,5 % sebagai aktivator dengan temperatur aktivasi  $600^\circ\text{C}$ . Karbon aktif dikarakterisasi menggunakan SEM. Selanjutnya dilakukan pembuatan material anoda dengan menggunakan metode sol-gel dengan variasi konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g, dan 2 g. Material anoda dibuat dalam bentuk pelet dan dikarakterisasi menggunakan XRD, LCR meter dan *Cyclic Voltammetry*. Hasil SEM menunjukkan bahwa pori karbon aktif tersebar hampir merata, dan berdasarkan hasil XRD, semua sampel memiliki fasa *carbon* (C) dengan struktur kristal *hexagonal*. Konduktivitas dan kapasitansi maksimum yang diperoleh pada konsentrasi LiOH 1,5 g sebesar  $2,34 \times 10^{-6}$  S/cm dan 327,93  $\mu\text{F}$ .

Kata kunci : baterai litium, arang kemiri, konsentrasi LiOH, konduktivitas, kapasitansi

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi ini kebutuhan masyarakat meningkat, dan terjadi pergeseran kebutuhan dari kebutuhan tersier menjadi kebutuhan primer. Kebutuhan tersier yang sangat pesat perubahannya adalah kebutuhan akan barang-barang elektronik. Hampir semua barang elektronik memerlukan baterai sebagai pasokan listriknya. Baterai adalah sebuah alat yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan oleh suatu perangkat elektronik. Dengan adanya baterai, maka kita tidak perlu menyambungkan kabel listrik untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik sehingga dapat dengan mudah dibawa kemana-mana.

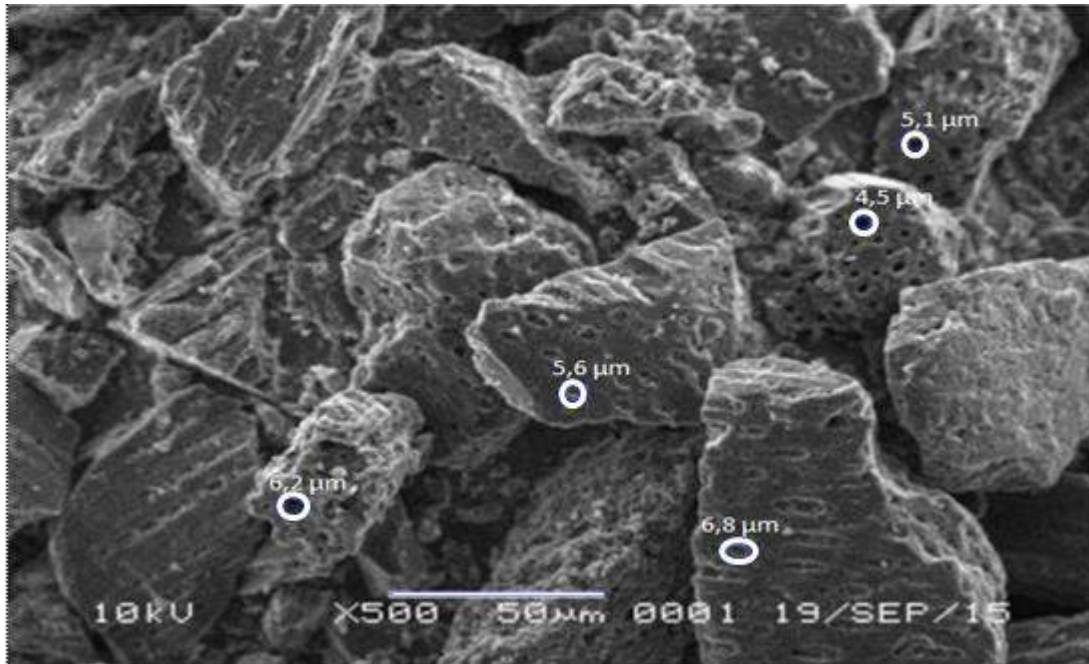
Dalam kehidupan sehari-hari, terdapat dua jenis baterai, yaitu baterai primer yang hanya dapat dipakai sekali saja (*single use*) dan baterai sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable*). Pada prinsipnya, baterai sekunder menghasilkan arus listrik yang sama dengan baterai primer. Hanya saja, reaksi kimia pada baterai sekunder dapat berbalik (*reversible*). Saat baterai primer digunakan maka elektron akan mengalir dari elektroda negatif ke positif, dan ketika sumber energi luar (*charger*) dihubungkan ke baterai sekunder, elektron akan mengalir dari elektroda positif ke negatif. Baterai yang dapat diisi ulang yang sering digunakan adalah Li-Ion (*Lithium-Ion*).

Baterai litium memiliki kapasitas listrik tiga kali lebih besar dari baterai sekunder lainnya seperti *Nickel Cadmium* (NiCad) atau *Nickel Metal Hydride*

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakterisasi Morfologi Permukaan Karbon Aktif

Karakterisasi SEM pada karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 4.1.

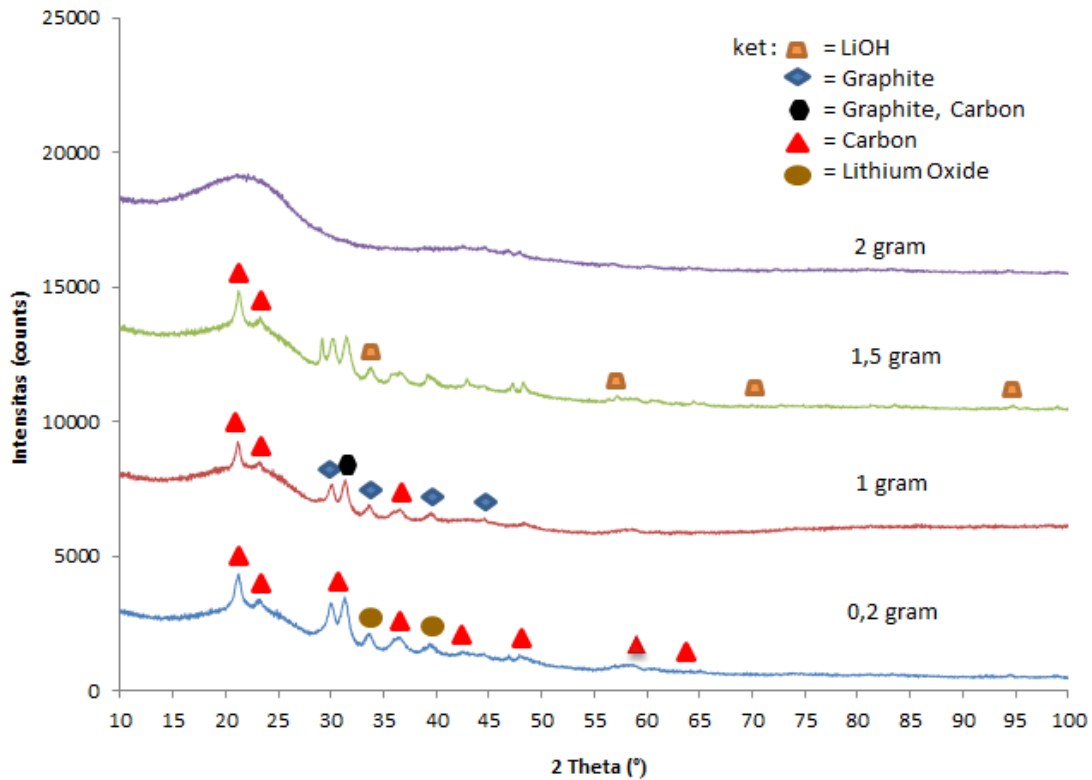


Gambar 4.1 Foto SEM permukaan karbon aktif dengan perbesaran 500x

Berdasarkan Gambar 4.1 terlihat pori karbon aktif yang banyak dan tersebar hampir merata. Berdasarkan teori semakin banyak pori-pori karbon aktif semakin besar fraksi permukaan terhadap volume partikelnya. Ukuran diameter permukaan pori karbon aktif diperoleh sangat bervariasi mulai dari beberapa nanometer sampai 6,8 μm.

## 4.2 Karakterisasi XRD

Pengamatan struktur kristal dan fasa yang terbentuk dalam material anoda dengan variasi konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g dan 2 g dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD). Hasil uji semua sampel dicocokkan dengan data ICDD (*International Centre Diffraction Database*) pada PDF (*Powder Diffraction File*) yang dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Hasil uji XRD material anoda dengan konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g, 2 g.

Untuk memudahkan perbandingan intensitas difraksi untuk sampel 0,2 g; 1 g; 1,5 g dan 2 g, masing-masing digeser dengan rentang sebesar 5000. Material anoda dengan penambahan konsentrasi LiOH 0,2 g mempunyai 2 fasa yaitu *carbon* (C) dan

*lithium oxide* ( $\text{Li}_8\text{O}_4$ ). Puncak tertinggi fasa karbon ini berada pada sudut  $2\theta = 21,2249^\circ$ . Data tersebut dicocokkan dengan data ICDD dengan nomor PDF 96-901-4005, dan sampel teridentifikasi memiliki struktur kristal *Hexagonal* dengan puncak tertinggi berada pada sudut  $2\theta = 20,960^\circ$ . *Lithium oxide* ( $\text{Li}_8\text{O}_4$ ) mempunyai puncak tertinggi berada pada sudut  $2\theta = 33,6381^\circ$ . Menurut data ICDD dengan nomor PDF 96-101-0065 *lithium oxide* ( $\text{Li}_8\text{O}_4$ ) memiliki struktur kristal *cubic*.

Material anoda dengan konsentrasi LiOH 1 g terdiri atas 2 fasa yaitu *graphite* dan *carbon* (C). Fasa-fasa yang terbentuk pada puncak pola hasil analisa XRD dicocokkan dengan data ICDD. Menurut data ICDD dengan nomor PDF 96-901-2232 fasa *graphite* memiliki struktur kristal *orthorhombic* dengan puncak tertinggi yang berada pada sudut  $2\theta = 15,714^\circ$ . Sementara data olahan fasa *graphite* memiliki puncak tertinggi yang berada pada sudut  $2\theta = 31,3592^\circ$ . Fasa *carbon* (C) menurut data ICDD dengan nomor PDF 96-901-4005 memiliki struktur kristal *hexagonal* dengan puncak tertinggi berada pada sudut  $2\theta = 20,960^\circ$ . Data olahan fasa *carbon* (C) puncak tertinggi berada pada sudut  $2\theta = 21,1494^\circ$ .

Material anoda dengan konsentrasi LiOH 1,5 g mempunyai fasa *lithium hydroxide* (LiOH). *Lithium hydroxide* (LiOH) mempunyai puncak tertinggi pada sudut  $2\theta = 35,6608^\circ$ . Fasa yang terbentuk pada puncak pola hasil analisis XRD dicocokkan dengan data ICDD dengan nomor PDF 00-004-0708, sehingga dapat disimpulkan sampel ini mempunyai struktur kristal *tetragonal*. Pada material anoda dengan konsentrasi LiOH 2 g tidak terdeteksi puncak difraksi, yang mengindikasikan material tersebut bersifat amorf.



Ukuran kristal sampel material anoda dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan *Scherrer* yang ditunjukkan pada Pers 2.1. Hasil perhitungan ukuran kristal material anoda dengan variasi konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g, 2 g dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Ukuran kristal material anoda dengan konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g

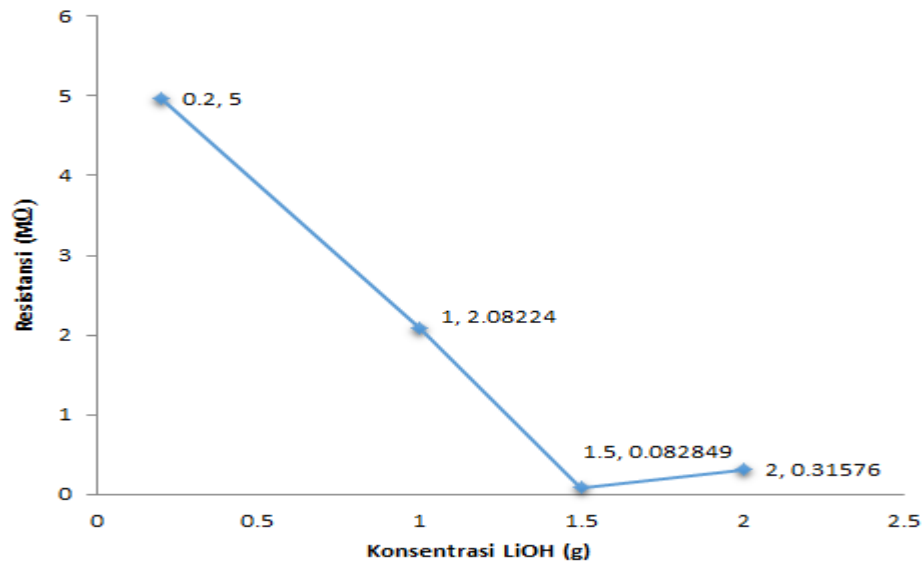
Unsur	$k$	$\lambda$ (nm)	$B$ (rad)	$\theta$ (°)	$D$ (nm)
Konsentrasi LiOH 0,2 g Carbon (C)	0,9	0,1546	0,002746627	10,61245	51,36018136
Konsentrasi LiOH 1 g Carbon (C)	0,9	0,1546	0,002402972	10,5747	58,6979465
Konsentrasi LiOH 1,5 g Carbon (C)	0,9	0,1546	0,002402972	10,60005	58,70281736

Berdasarkan Tabel 4.1, ukuran kristal *carbon* (C) material anoda bertambah besar dengan naiknya konsentrasi LiOH dalam rentang 0,2 g sampai 1,5 g. Pada konsentrasi 2 g tidak terdeteksi lagi fasa dan ukuran kristal disebabkan bertambahnya aktivator. Aktivator mengakibatkan struktur kristal bersifat amorf.

### 4.3 Karakterisasi Konduktivitas Listrik Material

Pengukuran konduktivitas listrik material anoda yang dibuat dalam bentuk pelet dilakukan dengan menggunakan LCR meter dengan frekuensi 1000 Hz. Hasil pengukuran yang didapatkan dengan menggunakan LCR meter adalah nilai resistansinya.

Gambar 4.3 menunjukkan grafik resistansi material anoda untuk setiap variasi konsentrasi LiOH.



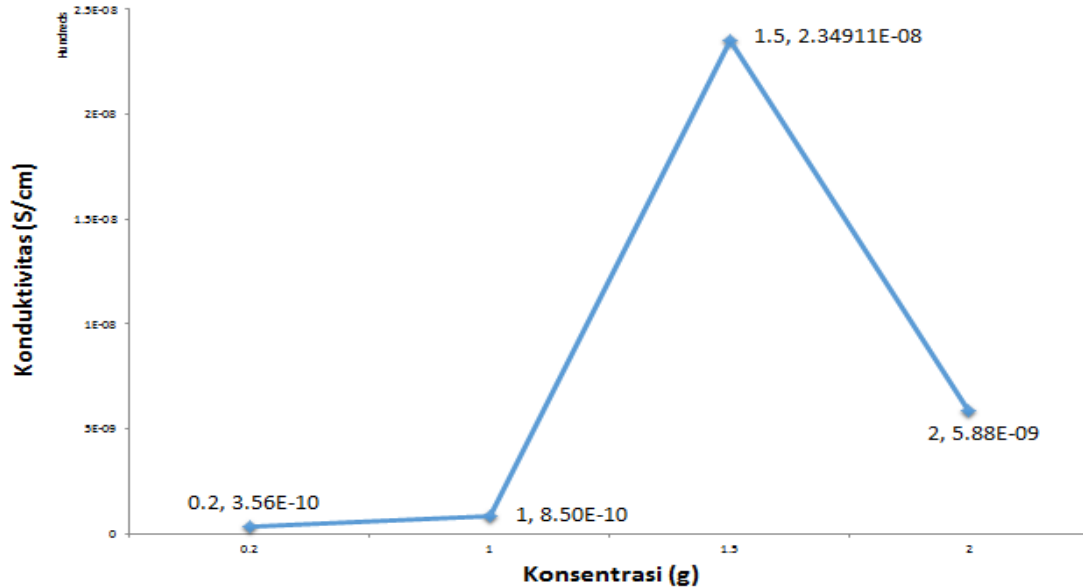
Gambar 4.3 Grafik nilai resistansi material anoda terhadap penambahan konsentrasi LiOH.

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa penurunan nilai resistansi material anoda dengan penambahan massa LiOH sampai 1,5 g. Pada konsentrasi LiOH 2 g nilai resistansi material anoda justru naik, hal itu kemungkinan disebabkan terdapatnya pengotor (impuritas).

Penentuan nilai konduktivitas material anoda dapat diketahui dari nilai resistivitas, dimana nilai konduktivitasnya berbanding terbalik dengan nilai resistivitas. Hal itu disebabkan karena adanya hambatan yang diberikan pada setiap material, dimana semakin besar hambatan yang diberikan maka konduktivitas listriknya semakin kecil.

Nilai konduktivitas terhadap konsentrasi LiOH dapat dilihat pada Gambar

4.4



Gambar 4.4 Grafik nilai konduktivitas material anoda terhadap penambahan konsentrasi LiOH

Pada Gambar 4.4 nilai konduktivitas didapatkan berdasarkan pengujian LCR meter yang telah mengalami reduksi dengan faktor pembagi 100. Dilihat dari Gambar 4.4 nilai konduktivitas material anoda pada konsentrasi LiOH 0,2 g adalah  $3,56 \times 10^{-8}$  S/cm. Nilai konduktivitas material anoda semakin besar dan mencapai titik optimum pada konsentrasi 1,5 g sebesar  $2,34 \times 10^{-6}$  S/cm. Jika dibandingkan dengan konduktivitas listrik anoda yang diteliti oleh (Subhan 2011) yaitu berkisar  $\sim 10^{-8}$  S/cm, maka nilai konduktivitas material anoda pada penelitian ini lebih tinggi. Tetapi konsentrasi LiOH 2 g nilai konduktivitasnya kecil menjadi  $5,88 \times 10^{-7}$  S/cm. Penurunan konduktivitas ini akibat adanya interkalasi dan deinterkalasi ion lithium,

dimana terjadi proses pelepasan ion litium dari tempatnya distruktur kristal suatu bahan elektroda dan pemasukan ion litium pada tempat distruktur kristal bahan elektroda yang lain (Prihandoko, 2008).

#### 4.4 Karakterisasi Kapasitansi

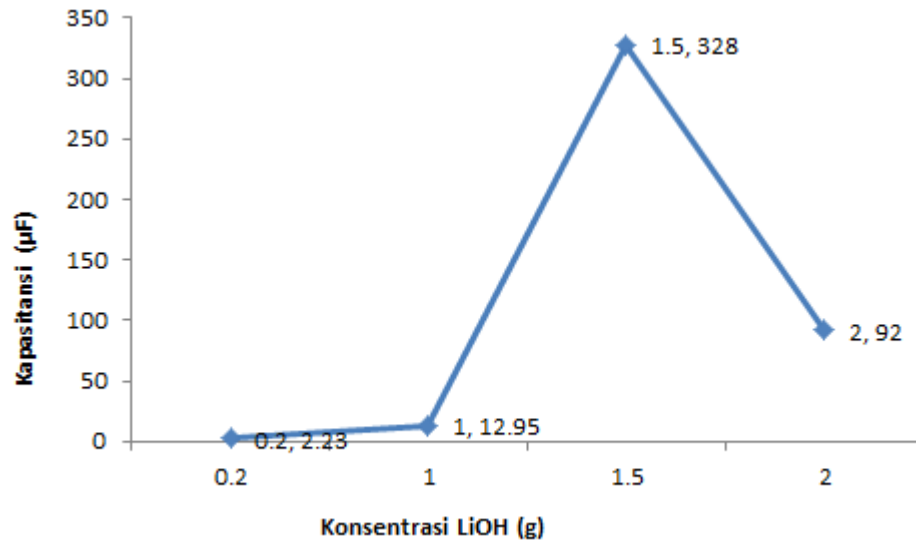
Pengujian *Cyclic Voltammetry* (CV meter) bertujuan untuk mengetahui nilai kapasitansi dari material anoda baterai lithium. Pengujian dengan CV meter menggunakan lembaran *stainles steel* sebagai elektroda dan membran elektrolit menggunakan PVA/ LiOH. Data yang diperoleh berupa grafik voltammogram yaitu kurva perbandingan antara potensial (V) terhadap arus ( $\mu\text{A}$ ). Pengujian ini dilakukan menggunakan membran sebagai elektrolit dengan tingkat *scan rate* 100 mV/s.

Nilai kapasitansi dihitung menggunakan persamaan 2.4. Hasil perhitungan nilai kapasitansi material anoda dengan konsentrasi LiOH 0, 2 g, 1 g, 1,5 g, dan 2 g dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil perhitungan nilai kapasitansi material anoda dengan konsentrasi LiOH 0, 2 g, 1 g, 1,5 g, dan 2 g

No	Konsentrasi LiOH (g)	Arus Puncak Max ( $\mu\text{A}$ )	Scan Rate (mV/s)	Kapasitansi ( $\mu\text{F}$ )
1	0,2	0,223	100	2,23
2	1	12,95	100	12,95
3	1,5	32793	100	327,93
4	2	18,371	200	91,85

Hubungan kapasitansi dengan penambahan konsentrasi LiOH dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik nilai kapasitansi terhadap penambahan konsentrasi LiOH

Dilihat dari Gambar 4.5, nilai kapasitansi material anoda semakin tinggi sampai konsentrasi LiOH 1,5 g sebesar 327,93  $\mu\text{F}$ . Pada konsentrasi LiOH sebanyak 2 g nilai kapasitansinya turun menjadi 91,85  $\mu\text{F}$ . Hal ini disebabkan terjadinya proses interkalasi dan deinterkalasi ion litium. Kunci utama yang menentukan performa sel baterai terletak pada aspek kimia permukaan yang menghasilkan kontak permukaan yang bagus sehingga menjamin proses interkalasi dan deinterkalasi berjalan baik (Subhan, 2011).

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Material anoda baterai litium dapat dibuat dengan bahan baku karbon aktif dan litium hidroksida (LiOH) dalam bentuk pelet menggunakan metode sol-gel dengan konsentrasi penambahan konsentrasi LiOH 0,2 g, 1 g, 1,5 g, 2 g. Setelah dilakukan pengujian dan analisis, dapat disimpulkan bahwa hasil SEM menunjukkan sintesis karbon aktif berhasil dilakukan dengan menggunakan larutan pengkativasi yaitu H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 2,5% dan temperatur aktivasi 600 °C. Pori-pori pada permukaan karbon aktif tersebar hampir merata dengan ukuran nanometer sampai 6,8 mikrometer. Hasil XRD menunjukkan bahwa semua sampel memiliki fasa *carbon* (C) dengan struktur kristal hexagonal. Nilai konduktivitas dan nilai kapasitansi optimum ditemukan pada konsentrasi LiOH 1,5 g yaitu  $2,34 \times 10^{-6}$  S/cm dan 327,93  $\mu$ F.

### 5.1 Saran

Karakterisasi *Cyclic Voltammetry* (CV) dapat dilakukan menggunakan larutan sebagai elektrolit sehingga dapat dihasilkan material anoda baterai litium yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afza, E., 2011, Pembuatan Magnet Permanen BaHexa Ferrite ( $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dengan Metode Kopresitasi dan Karakterisasinya, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Medan.
- Astuti dan Taspika, M., 2015, Pembuatan Elektroda Kapasitor Karbon Berpori dari Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*) dan Perancangan Prototipe Sistem *Capacitive Deionozation* (CDI) untuk Desalinasi Air Payau, *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol. 11, No. 1, hal 100, Semarang.
- Harsanti, E.S. dan Ardiwinata, A.N., 2011, Arang Aktif Meningkatkan Kualitas Lingkungan, *Sinartani*, No.3400 Tahun XLI, Badan Litbang Pertanian, hal 10-12.
- Hendra, D. dan Darmawan, S., 2007, Sifat Arang Aktif dari Tempurung Kemiri, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Lempang, M., 2009, Sifat-Sifat Arang Aktif Tempurung Kemiri dan Aplikasinya sebagai Komponen Media Tumbuhan pada Tanaman Melina (*Gmelina arborea* Roxb.), *Tesis*, Sekolah Pasca Sarjana, ITB, Bandung.
- Lempang, M., Syafii, W. dan Pari, G., 2012, Sifat dan Mutu Arang Aktif Tempurung Kemiri (*Properties and Quality of Candlenut Shell Activated Charcoal*), *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol.30, No. 2, Bogor.
- Negara, V.I.S. dan Astuti, 2015, Pengaruh Temperatur Sintering Karbon Aktif Berbasis Tempurung Kemiri Terhadap Sifat Listrik Anoda Baterai Litium, *Jurnal Fisika Unand*, Vol 4. No. 2, hal. 178-184.
- Pari, G., Mahfudin. dan Jajuli, 2012, Teknologi Pembuatan Arang, Briket Arang dan Arang Aktif Serta Pemanfaatannya, Kementrian Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Semarang.
- Prabarini, N. dan Okayadnya, D.G., 2013, Penyisihan Logam besi (Fe) pada Air Sumur dengan Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, Vol.5, No.2, Surabaya.

- Prakash, D., Masuda, Y. dan Sanjeeviraja, C., 2013, *Structural, Electrical And Electrochemical Studies of LiCoVO<sub>4</sub> Cathode Material for Lithium Rechargeable Batteries*, Elsevier, hal 454-459.
- Prihandoko, B., 2008, Pemanfaatan *Soda Lime Silica* Dalam Pembuatan Komposit Elektrolit Baterai Litium, *Disertasi*, Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Rosi, M., Iskandar, F., Abdullah, M., dan Khairurrijal., 2013, Sintesis Nanopori Karbon dengan Variasi Jumlah NaOH dan Aplikasinya sebagai Superkapasitor, *Prosiding Seminar Nasional Material 2013*, Bandung.
- Sandi, A.P., 2014, Pengaruh Waktu Aktivasi Menggunakan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Terhadap Struktur dan Ukuran Pori Karbon Berbasis Arang Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana*), *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang.
- Sembiring, M.T., dan Sinaga, T.S., 2003, Pengenalan dan Proses Pembuatannya Arang Aktif, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sitanggang, C., 2010, Pemanfaatan Arang Sekam Padi sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Besi dalam Air Sumur, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Subhan, A., 2011, Fabrikasi dan Karakterisasi Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> untuk Bahan Anoda Baterai Litium Keramik, *Tesis*, Program Studi Magister Ilmu Bahan, Universitas Indonesia, Depok.
- Subhan, A., Prihandoko, B. dan Zulfia, A., 2011, Pembuatan Komposit Anoda Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>, *Jurnal Ilmu Teknologi TELAAH*, Volume 29, Tangerang.
- Sudrajat, R. dan Pari, G., 2011, *Arang Aktif: Teknologi Pengolahan dan Masa Depan*, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta.
- Surest, A.H., Kasih, F.J.A., Wisanti, A., 2008, Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri, *Jurnal Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*, Palembang.



- Sya'ban, Q., 2010, Penyerapan Ion Aluminium (Al) dan Besi (Fe) dalam Larutan Natrium Silikat Menggunakan Karbon Aktif, *Skripsi*, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Triwibowo, J., 2011, Rekayasa Bahan  $\text{Li}_x\text{TiMn}_y\text{Fe}_z(\text{PO}_4)_3$  Sebagai Katoda Solid Polymer Battery (SPB) Lithium, *Tesis*, Program Studi Magister Ilmu Bahan, Universitas Indonesia, Depok.
- Wibowo, S., Syafii, W. dan Pari, G., 2009, Karakteristik Arang Aktif Tempurung Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn), *Jurnal Hasil Hutan*, Bogor.
- Wigayati, E.M., 2009, Pembuatan dan Karakterisasi Lembaran Grafit untuk Bahan Anoda pada Baterai Padat Lithium, *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, Volume 9, No.1, Pusat Penelitian Fisika LIPI, Serpong.
- Wigayati, E.M., Febrianto, E.Y., Fajar, A., 2007, Pembuatan Senyawa  $\text{LiMnO}$  untuk Elektroda Baterai Padat Lithium, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, Tangerang.
- Yuniarti, E., 2013, Pengaruh pH, Suhu dan Waktu pada Sintesis  $\text{LiFePO}_4/\text{C}$  dengan Metode Sol-gel sebagai Material Katoda untuk Baterai Sekunder Lithium, *Tesis*, Program Studi S2 Ilmu Fisika, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Febri, A., 2011, Litium, <http://arikfebri.wordpress.com/2011/03/03/litium/>, diakses Maret 2015.
- Litium Indonesia, 2013, Fabrikasi Baterai Litium, <http://www.lithiumindonesia.org/li/?q=node/50>, diakses April 2015
- Priyanto, D.E., 2011, Bergaul dengan Baterai Litium, <http://www.chem-is-try.org/>, diakses Maret 2015
- Technical Handbook, Lithium Ion Rechargeable Batteries, <http://www.sony.com.cn/products/ed/battery/dwload.pdf>, diakses April 2015.

## LAMPIRAN A

### BAHAN DAN ALAT PENELITIAN

#### A.1 Bahan Penelitian



Tempurung Kemiri



H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 2,5%



Etanol 95%



Litium Hidroksida



Asam Sitrat



Polyvinyl Alkohol



Aquades

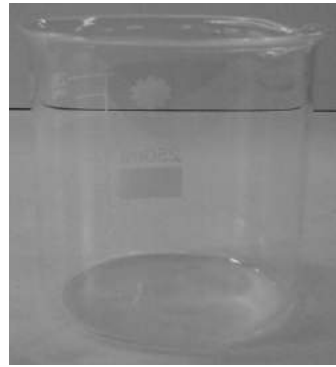
## A.2 Alat Penelitian



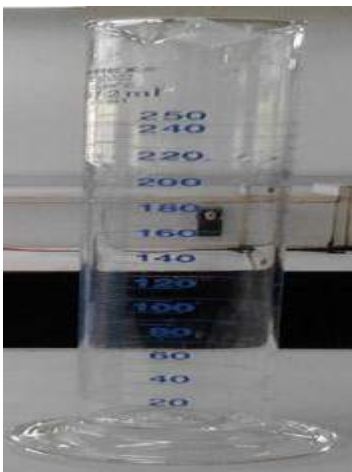
Timbangan Digital



Magnetic Stirrer



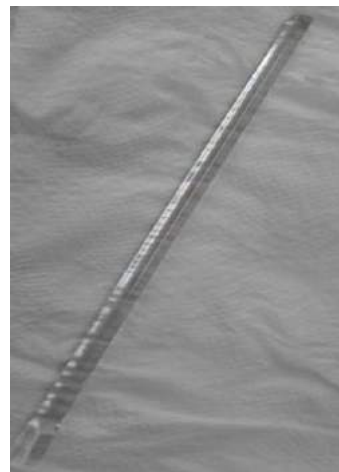
Gelas Ukur



Gelas Ukur



pH Universal



Batang Pengaduk



Furnace



Oven



Lumpang dan Alu



Cawan Porselen



Ayakan 200 Mesh



Cetakan Pelet Manual



*Magnetic Bar*



Kaca Arloji



Spatula



SEM



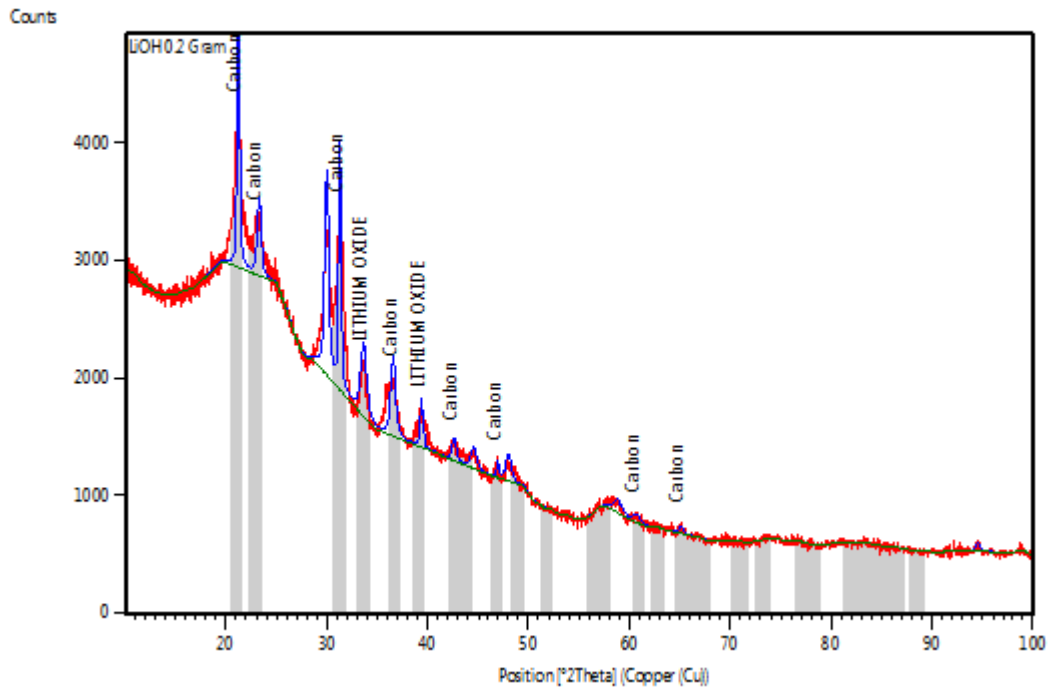
XRD

## LAMPIRAN B

### HASIL PENGUJIAN DATA KARAKTERISASI

#### B.1 Hasil pengujian ukuran kristal material anoda dengan variasi konsentrasi

LiOH 0.2 gram.



#### Peak List

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
21.2249	1362.52	0.3149	4.18612	91.92
23.2922	438.46	0.4723	3.81905	29.58
29.9730	1187.13	0.4723	2.98129	80.09
31.2663	1482.32	0.2755	2.86086	100.00
33.6381	418.89	0.7085	2.66437	28.26
36.5485	471.58	0.5510	2.45862	31.81
39.3852	299.20	0.3149	2.28782	20.18
42.5941	135.05	0.4723	2.12260	9.11
44.5151	127.26	0.6298	2.03537	8.59
46.9289	110.74	0.2362	1.93615	7.47
47.9660	160.41	0.6298	1.89668	10.82
58.7908	83.18	0.9446	1.57067	5.61
60.6774	45.02	0.9446	1.52627	3.04
65.0616	51.23	0.4723	1.43363	3.46

94.3969                      58.00                      0.5510                      1.05074                      3.91

### **Name and formula**

Reference code:                      96-901-4005  
Mineral name:                      Carbon  
Compound name:                      Carbon  
Common name:                      Carbon  
Chemical formula:                      C<sub>10.00</sub>

### **Crystallographic parameters**

Crystal system:                      Hexagonal  
Space group:                      P 6/m m m  
Space group number:                      191  
a (Å):                      4.8900  
b (Å):                      4.8900  
c (Å):                      3.8800  
Alpha (°):                      90.0000  
Beta (°):                      90.0000  
Gamma (°):                      120.0000  
Calculated density (g/cm<sup>3</sup>):                      2.48  
Volume of cell (10<sup>6</sup> pm<sup>3</sup>):                      80.35  
RIR:                      2.59

### **Subfiles and quality**

Subfiles:                      User Inorganic  
    User Mineral  
Quality:                      User From Structure (=)

### **Comments**

Creation Date:                      4/5/2013 9:57:40 AM  
Modification Date:                      4/5/2013 9:57:40 AM  
Structure TIDY:                      TRANS Origin 0 0 1/2  
Publication title: The carbon allotrope hexagonite and its potential synthesis from cold compression of carbon nanotubes Locality: hypothetical structure  
COD database code: 9014004

## **References**

Structure: Bucknum, M. J., Castro, E. A., *Journal of Chemical Theory and Computation*, **2**, 775 - 781, (2006)

## **Name and formula**

Reference code: 96-901-2235

Mineral name: Graphite  
Compound name: Graphite  
Common name: Graphite

Chemical formula: C<sub>16.00</sub>

## **Crystallographic parameters**

Crystal system: Orthorhombic  
Space group: P b a n  
Space group number: 50

a (Å): 4.0480  
b (Å): 4.8850  
c (Å): 6.4950  
Alpha (°): 90.0000  
Beta (°): 90.0000  
Gamma (°): 90.0000

Calculated density (g/cm<sup>3</sup>): 2.48  
Volume of cell (10<sup>6</sup> pm<sup>3</sup>): 128.44

RIR: 1.56

## **Subfiles and quality**

Subfiles: User Inorganic  
User Mineral  
Quality: User From Structure (=)

## **Comments**

Creation Date: 4/5/2013 9:55:07 AM

Modification Date: 4/5/2013 9:55:07 AM  
Structure TIDY: TRANS Origin 3/4 1/4 0  
Structure TIDY: REMARK Transformed from non-centrosymmetric setting.  
Publication title: Possible 3D carbon structures as progressive intermediates in graphite to diamond phase transition Note: mathematical model, phase: gra\_crbl43\_bo  
COD database code: 9012234

## **References**

Structure: Fayos, J., *Journal of Solid State Chemistry*, **148**, 278 - 285, (1999)

## **Name and formula**

Reference code: 96-101-0065  
Compound name: LITHIUM OXIDE  
Common name: LITHIUM OXIDE  
Chemical formula:  $O_{4.00}Li_{8.00}$

## **Crystallographic parameters**

Crystal system: Cubic  
Space group: F m -3 m  
Space group number: 225  
a (Å): 4.6100  
b (Å): 4.6100  
c (Å): 4.6100  
Alpha (°): 90.0000  
Beta (°): 90.0000  
Gamma (°): 90.0000  
Calculated density (g/cm<sup>3</sup>): 2.03  
Volume of cell (10<sup>6</sup> pm<sup>3</sup>): 97.97  
RIR: 1.50

## **Subfiles and quality**

Subfiles: User Inorganic  
Quality: User From Structure (=)



## Comments

Creation Date: 4/4/2013 4:33:04 PM  
Modification Date: 4/4/2013 4:33:04 PM  
Publication title: The scattering power of lithium and oxygen, determined from the diffraction-intensities of powdered lithiumoxide.  
COD database code: 1010064

## References

Structure: Bijvoet, J M, Claassen, A, Karssen, A, *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen*, **29**, 1286 - 1292, (1926)

Perhitungan ukuran kristal material Anoda konsentrasi 0,2 gram

Diketahui : Unsur *Carbon* (C)

$$K = 0,9$$

$$\lambda = 1.5406 \text{ \AA} = 0.15406 \text{ nm}$$

$$B = \frac{1}{2} FWHM$$

$$= \frac{1}{2} (0.3149) = 0.15745^\circ$$

$$B_{rad} = \frac{B_{teta} \cdot \pi}{180}$$

$$= \frac{0,15745^\circ \cdot 3,14}{180} = 0,00274667 \text{ rad}$$

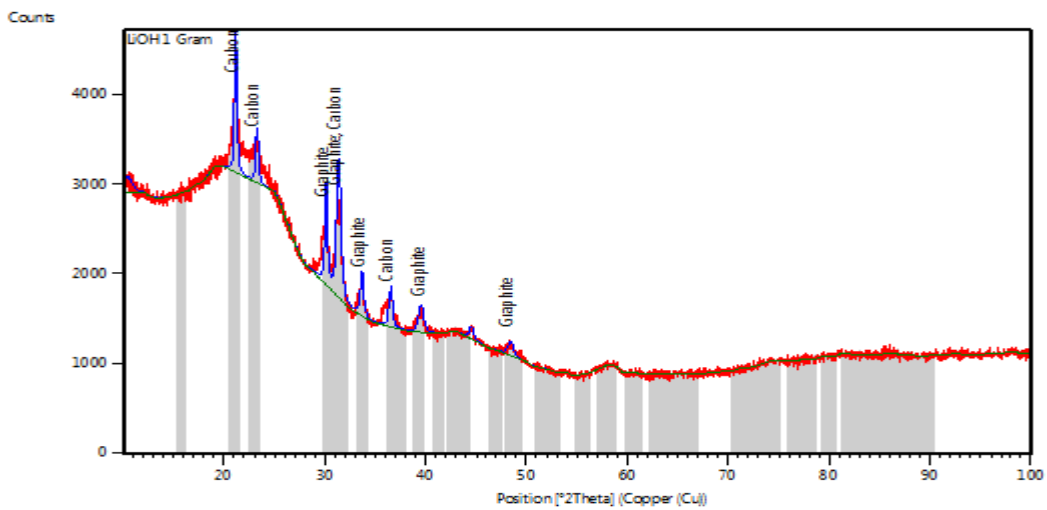
Sehingga dapat ditentukan ukuran kristal (D) yaitu:

$$D = \frac{0,9 \cdot 0,15406 \text{ nm}}{0,002746627 \text{ rad} \cdot \cos\left(\frac{21,2249}{2}\right)}$$

$$D = \frac{0,138654}{0,002699640}$$

$$= 51,36018136 \text{ nm.}$$

**B.2 Hasil pengujian ukuran kristal material anoda dengan variasi konsentrasi LiOH 1 gram.**



**Peak List**

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
10.4827	119.33	0.9446	8.43928	10.87
21.1494	1097.73	0.2755	4.20089	100.00
23.2729	424.79	0.3149	3.82217	38.70
30.1196	785.55	0.3149	2.96711	71.56
31.3592	1053.01	0.5117	2.85260	95.93
33.6704	340.86	0.3936	2.66189	31.05
36.5198	315.32	0.3936	2.46048	28.73
39.5147	207.24	0.6298	2.28063	18.88
44.5004	98.95	0.4723	2.03601	9.01
48.3714	111.84	0.6298	1.88173	10.19

**Name and formula**

Reference code: 96-901-2232

Mineral name: Graphite

Compound name: Graphite  
Common name: Graphite  
Chemical formula: C<sub>16.00</sub>

### **Crystallographic parameters**

Crystal system: Orthorhombic  
Space group: C m m a  
Space group number: 67

a (Å): 4.5750  
b (Å): 5.3040  
c (Å): 5.6350  
Alpha (°): 90.0000  
Beta (°): 90.0000  
Gamma (°): 90.0000

Calculated density (g/cm<sup>3</sup>): 2.33  
Volume of cell (10<sup>6</sup> pm<sup>3</sup>): 136.74

RIR: 1.66

### **Subfiles and quality**

Subfiles: User Inorganic  
User Mineral  
Quality: User From Structure (=)

### **Comments**

Creation Date: 4/5/2013 9:55:07 AM  
Modification Date: 4/5/2013 9:55:07 AM  
Publication title: Possible 3D carbon structures as progressive intermediates  
in graphite to diamond phase transition Note:  
mathematical model, phase: gra\_crbl33\_ch

COD database code: 9012231

### **References**

Structure: Fayos, J., *Journal of Solid State Chemistry*, **148**, 278 - 285,  
(1999)

### **Name and formula**

Reference code: 96-901-4005

Mineral name: Carbon  
Compound name: Carbon  
Common name: Carbon

Chemical formula: C<sub>10.00</sub>

### **Crystallographic parameters**

Crystal system: Hexagonal  
Space group: P 6/m m m  
Space group number: 191

a (Å): 4.8900  
b (Å): 4.8900  
c (Å): 3.8800  
Alpha (°): 90.0000  
Beta (°): 90.0000  
Gamma (°): 120.0000

Calculated density (g/cm<sup>3</sup>): 2.48  
Volume of cell (10<sup>6</sup> pm<sup>3</sup>): 80.35

RIR: 2.59

### **Subfiles and quality**

Subfiles: User Inorganic  
User Mineral  
Quality: User From Structure (=)

### **Comments**

Creation Date: 4/5/2013 9:57:40 AM  
Modification Date: 4/5/2013 9:57:40 AM  
Structure TIDY: TRANS Origin 0 0 1/2  
Publication title: The carbon allotrope hexagonite and its potential synthesis from cold compression of carbon nanotubes Locality: hypothetical structure

COD database code: 9014004

### **References**

Structure: Bucknum, M. J., Castro, E. A., *Journal of Chemical Theory and Computation*, **2**, 775 - 781, (2006)

Perhitungan ukuran kristal material Anoda konsentrasi 1 gram

Diketahui: Unsur *Carbon* (C)

$$K = 0,9$$

$$\lambda = 1.5406 \text{ \AA} = 0.15406 \text{ nm}$$

$$B = \frac{1}{2} FWHM$$
$$= \frac{1}{2} (0,2755) = 0.13775^\circ$$

$$B_{rad} = \frac{B_{teta} \cdot \pi}{180}$$
$$= \frac{0,13775^\circ \cdot 3,14}{180} = 0,002402972 \text{ rad}$$

Sehingga dapat ditentukan ukuran kristal (D) yaitu:

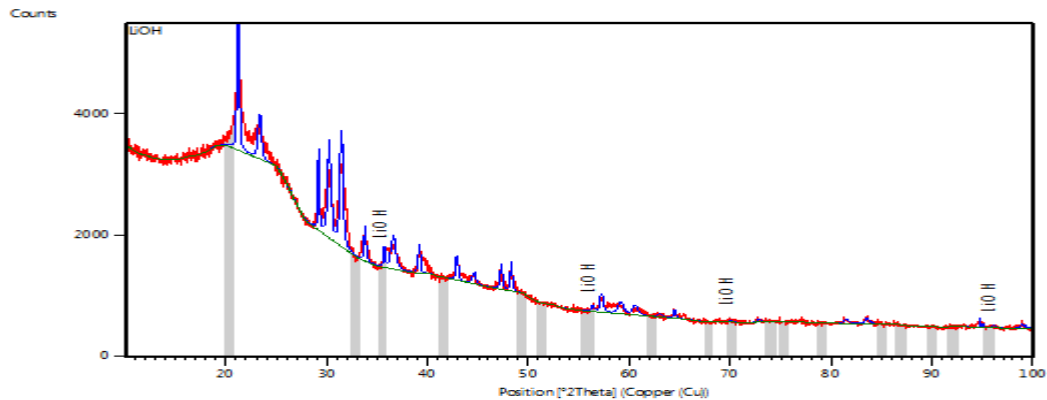
$$D = \frac{0,9 \cdot 0,15406 \text{ nm}}{0,002402972 \text{ rad} \cdot \cos\left(\frac{21,1494}{2}\right)}$$

$$D = \frac{0,138654}{0,002362161}$$

$$= 58,6979465 \text{ nm.}$$

### B.3 Hasil pengujian ukuran kristal material anoda dengan variasi konsentrasi

LiOH 1.5 gram.



#### Peak List

Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHMLeft [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]
21.2001	1445.95	0.2755	4.19097	100.00
23.3394	503.49	0.3936	3.81144	34.82
29.1803	1027.98	0.1574	3.06045	71.09
30.2236	1105.68	0.3936	2.95714	76.47
31.4262	1318.25	0.3542	2.84667	91.17
33.7832	426.11	0.2362	2.65326	29.47
35.6608	253.61	0.1968	2.51775	17.54
36.5777	384.89	0.5510	2.45672	26.62
39.1393	359.43	0.2362	2.30163	24.86
42.8677	316.73	0.2362	2.10969	21.90
44.5735	138.87	0.3936	2.03284	9.60
47.2598	324.47	0.2362	1.92337	22.44
48.2468	400.78	0.1968	1.88630	27.72
56.3169	80.38	0.3149	1.63365	5.56
57.2164	232.53	0.3149	1.61009	16.08
59.0927	142.10	0.6298	1.56336	9.83
60.5101	109.31	0.6298	1.53009	7.56
62.9101	38.72	0.4723	1.47737	2.68
64.4446	124.92	0.2362	1.44585	8.64
69.9627	39.94	0.2362	1.34471	2.76
72.7351	50.88	0.3149	1.30014	3.52
81.4246	57.61	0.4723	1.18195	3.98
83.5273	86.44	0.3149	1.15746	5.98
94.7746	138.80	0.1440	1.04668	9.60
96.0339	32.01	0.4723	1.03712	2.21
98.9273	84.09	0.2362	1.01440	5.82

#### Name and formula

Reference code:

00-004-0708

Compound name: Lithium Hydroxide  
PDF index name: Lithium Hydroxide  
Empirical formula: HLiO  
Chemical formula: LiOH

### **Crystallographic parameters**

Crystal system: Tetragonal  
Space group: P4/nmm  
Space group number: 129

a (Å): 3.5560  
b (Å): 3.5560  
c (Å): 4.3430  
Alpha (°): 90.0000  
Beta (°): 90.0000  
Gamma (°): 90.0000

Volume of cell (10<sup>6</sup> pm<sup>3</sup>): 54.92  
Z: 2.00

RIR: -

### **Status, subfiles and quality**

Status: Marked as deleted by ICDD  
Subfiles: Common Phase  
Forensic  
Inorganic  
Pharmaceutical  
Quality: Blank (B)

### **Comments**

Creation Date: 1/1/1970  
Modification Date: 1/11/2011  
Additional Patterns: To replace 00-001-1021  
Deleted Or Rejected By: Deleted by 00-032-0564  
Unit Cell Data Source: Powder Diffraction.

### **References**

Primary reference: Z. Phys. Chemie., *Z. Phys. Chem.*, **20**, 65, (1933)

Perhitungan ukuran kristal material Anoda konsentrasi 1,5 gram

Diketahui: Unsur *Carbon* (C)

$$K = 0,9$$

$$\lambda = 1.5406 \text{ \AA} = 0.15406 \text{ nm}$$

$$B = \frac{1}{2} FWHM$$
$$= \frac{1}{2} (0,2755) = 0.13775^\circ$$

$$B_{rad} = \frac{B_{teta} \cdot \pi}{180}$$
$$= \frac{0,13775^\circ \cdot 3,14}{180} = 0,002402972 \text{ rad}$$

Sehingga dapat ditentukan ukuran kristal (D) yaitu:

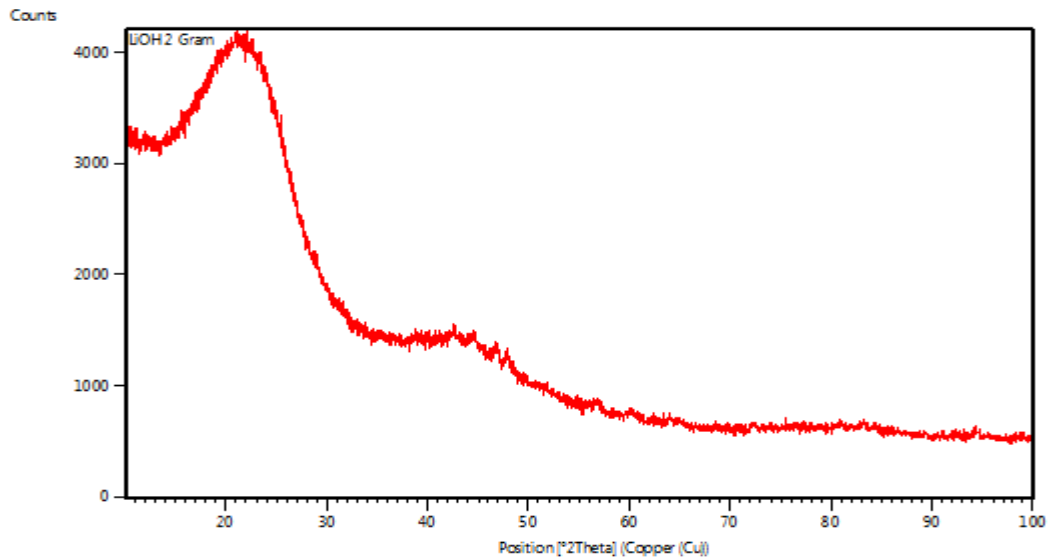
$$D = \frac{0,9 \cdot 0,15406 \text{ nm}}{0,002402972 \text{ rad} \cdot \cos\left(\frac{21,2001}{2}\right)}$$

$$D = \frac{0,138654}{0,002361965}$$
$$= 58,7021736 \text{ nm.}$$



#### B.4 Hasil pengujian ukuran kristal material anoda dengan variasi konsentrasi

LiOH 2 gram.



#### Perhitungan B.5

##### A. Perhitungan Nilai Konduktivitas Material Anoda dengan Konsentrasi

LiOH 0,2 g

Diketahui :

$$L = 0,2 \text{ cm}$$

$$R = 4969900\Omega$$

$$A = 1,1304 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{L}{RA} = \frac{0,2 \text{ cm}}{4969900\Omega \times 1,1304 \text{ cm}^2}$$

$$= 3,5600 \times 10^{-8} \text{ S/cm}$$

## B. Perhitungan Nilai Konduktivitas Material Anoda dengan Konsentrasi

**LiOH 1 g**

Diketahui :

$$L = 0,2 \text{ cm}$$

$$R = 2082240 \Omega$$

$$A = 1,1304 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{L}{RA} \\ &= \frac{0,2 \text{ cm}}{2082240\Omega \times 1,1304 \text{ cm}^2} \\ &= 8,4970 \times 10^{-9} \text{ S/cm}\end{aligned}$$

## C. Perhitungan Nilai Konduktivitas Material Anoda dengan Konsentrasi

**LiOH 1,5 g**

Diketahui :

$$L = 0,22 \text{ cm}$$

$$R = 82849\Omega$$

$$A = 1,1304 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{L}{RA} \\ &= \frac{0,22 \text{ cm}}{82849\Omega \times 1,1304 \text{ cm}^2} \\ &= 2,3491 \times 10^{-6} \text{ S/cm}\end{aligned}$$

#### D. Perhitungan Nilai Konduktivitas Material Anoda dengan Konsentrasi

**LiOH 2 g**

Diketahui :

$$L = 0,21 \text{ cm}$$

$$R = 315760\Omega$$

$$A = 1,1304 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{L}{RA} \\ &= \frac{0,21 \text{ cm}}{315760\Omega \times 1,1304 \text{ cm}^2} \\ &= 5,8834 \times 10^{-7} \text{ S/cm}\end{aligned}$$

#### B.6 Data Hasil Pengujian Kapasitansi Material Anoda Dengan Konsentrasi

**LiOH**

No	Konsentrasi LiOH (g)	Arus Puncak Max ( $\mu\text{A}$ )	Scan Rate (mV/s)	Kapasitansi ( $\mu\text{F}$ )
1	0,2	0,223	100	2,23
2	1	12,95	100	12,95
3	1,5	32793	100	327,930
4	2	18,371	200	91,855

#### Perhitungan B.6

##### A. Perhitungan Nilai Konduktivitas Material Anoda dengan Konsentrasi

**LiOH 0,2 g**

Diketahui:

$$I = 0,223 \mu\text{A}$$

$$v = 100 \text{ mV/s}$$

$$C = \frac{I}{v} = \frac{0,223 \mu\text{A}}{100 \text{ mV/s}} = 2,23 \mu\text{F.}$$

### **B. Perhitungan Nilai Konduktivitas Material Anoda dengan Konsentrasi**

#### **LiOH 1 g**

Diketahui:

$$I = 1,295 \mu\text{A}$$

$$v = 100 \text{ mV/s}$$

$$C = \frac{I}{v} = \frac{1,295 \mu\text{A}}{100 \text{ mV/s}} = 12,95 \mu\text{F.}$$

### **C. Perhitungan Nilai Konduktivitas Material Anoda dengan Konsentrasi**

#### **LiOH 1,5 g**

Diketahui:

$$I = 32793 \mu\text{A}$$

$$v = 100 \text{ mV/s}$$

$$C = \frac{I}{v} = \frac{32793 \mu\text{A}}{100 \text{ mV/s}} = 327,930 \mu\text{F.}$$

### **D. Perhitungan Nilai Konduktivitas Material Anoda dengan Konsentrasi**

#### **LiOH 2 g**

Diketahui:

$$I = 18,371 \mu\text{A}$$

$$v = 200 \text{ mV/s}$$

$$C = \frac{I}{v} = \frac{18,371 \mu\text{A}}{200 \text{ mV/s}} = 91,855 \mu\text{F}.$$

(NiMH). Baterai litium tidak mengenal efek memori dengan demikian proses *charging* dan *discharging* lebih praktis tanpa mengurangi kapasitas baterai yang signifikan. Baterai litium selain ringan juga sangat fleksibel dalam ukuran dan bentuk. Baterai litium dapat didesain sesuai dengan ruang yang ada dalam suatu *packing* portabel divais.

Energi yang tersimpan dalam baterai litium merupakan jenis energi elektrokimia. Energi elektrokimia yaitu energi kimia yang dapat dirubah menjadi energi listrik menggunakan proses elektrokimia. Komponen sel baterai litium terdiri dari elektroda, elektrolit dan separator. Elektroda baterai litium terdiri dari katoda dan anoda. Material anoda baterai litium telah banyak dikembangkan, terutama berbasis karbon aktif. Hal ini disebabkan oleh karbon aktif mempunyai luas permukaan yang besar, stabil, mudah terpolarisasi, dan murah (Rosi dkk., 2013).

Beberapa penelitian tentang pembuatan bahan anoda pada baterai litium diantaranya Wigayati (2009) yang membuat lembaran grafit untuk bahan anoda pada baterai litium dengan konduktivitas listrik ( $6,2 \cdot 10^{-3}$ – $43,8 \cdot 10^3$ ) S/cm. Subhan dan Prihandoko (2011) juga melakukan penelitian membuat komposit anoda  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$  dan *soda lime silica* dengan konduktivitas listrik  $32,7 \cdot 10^{-3}$  S/cm. Prakash dkk. (2013) melakukan sintesis *Lithium Cobalt Vanadate* ( $\text{LiCoVO}_4$ ) menggunakan metode sol-gel untuk material katoda baterai litium dengan konduktivitas  $1,16 \cdot 10^{-5}$  S/cm.

Pada penelitian sebelumnya (Astuti dan Taspika, 2015), telah disintesis karbon aktif dari tempurung kemiri yang diaktivasi pada suhu  $600^\circ\text{C}$  dengan luas

permukaan absorpsi  $391,567 \text{ m}^2/\text{g}$ . Selanjutnya, karbon aktif ini dikembangkan sebagai material anoda baterai litium oleh Negara dan Astuti (2015) menggunakan metode sol-gel, dengan variasi temperatur *sintering* 400, 450, 500 °C. Metode sol gel mempunyai keunggulan diantaranya peralatan yang digunakan sederhana, mudah dilakukan, dapat menjaga kemurnian fasa dan morfologi yang baik dan homogen (Yuniarti, 2013). Nilai konduktivitas dan kapasitansi optimal diperoleh pada proses *sintering* 450 °C yaitu masing-masing sebesar  $1,08 \cdot 10^4 \text{ S/cm}$ , dan  $198,6 \mu\text{F}$ .

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada penelitian tersebut, maka pada penelitian ini dibuat anoda baterai litium berbasis karbon aktif dengan variasi konsentrasi LiOH (*Lithium Hydroxide*). Pengaruh jumlah penambahan atau konsentrasi LiOH dilakukan untuk mendapatkan konduktivitas optimum, sehingga dapat diaplikasikan sebagai anoda pada baterai litium.

## **1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk membuat anoda pada baterai litium dengan bahan baku karbon aktif dengan variasi konsentrasi LiOH dan mengkarakterisasi sifat listriknya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang penyimpanan energi dengan pemanfaatan bahan alam.

## **1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian**

Penelitian ini dibatasi pada pembuatan bahan baku anoda sebagai salah satu komponen dalam sel baterai litium dengan metode sol-gel dan variasi

komposisi LiOH (0,2; 1; 1,5; 2 g). Pengujian morfologi permukaan pada karbon aktif dilakukan dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*), struktur dan ukuran kristal dilakukan dengan XRD (*X-Ray Diffraction*), uji konduktivitas listrik dilakukan dengan LCR meter dan pengukuran kapasitansi dilakukan dengan CV meter (*Cyclic Voltammetry*).



## **BAB II LANDASAN TEORI**

### **2.1 Kemiri**

Kemiri (*Aleurites mollucana*) adalah salah satu tanaman yang banyak ditanam di Indonesia. Karakteristik tempurung kemiri adalah sangat keras dengan permukaan yang kasar dan beralur (Prabarini dan Okayadnya, 2013). Limbah yang dihasilkan dari proses pemecahan biji kemiri berupa tempurung kemiri selama ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Berat tempurung kemiri mencapai dua per tiga dari berat biji kemiri utuh dan yang sepertiganya adalah inti (kernel) dari buah kemiri. Limbah ini tentunya akan sangat berpotensi bagi masyarakat apabila dimanfaatkan menjadi produk yang mempunyai nilai jual, diantaranya sebagai produk karbon aktif (Hendra dan Darmawan, 2007). Pemanfaatan limbah kulit kemiri untuk menanggulangi penumpukan limbah kulit kemiri juga diharapkan dapat menghasilkan produk yang aman dan ramah lingkungan (Surest dkk., 2008).

Tempurung kemiri mempunyai prospek sebagai bahan baku pada pembuatan arang aktif karena memiliki kandungan selulose, hemiselulose, dan lignin (Hendra dan Darmawan, 2007). Setiap bahan yang mengandung karbon asalkan berpori dapat dibuat karbon aktif dan tempurung kemiri memenuhi kriteria tersebut (Lempang dkk., 2012).

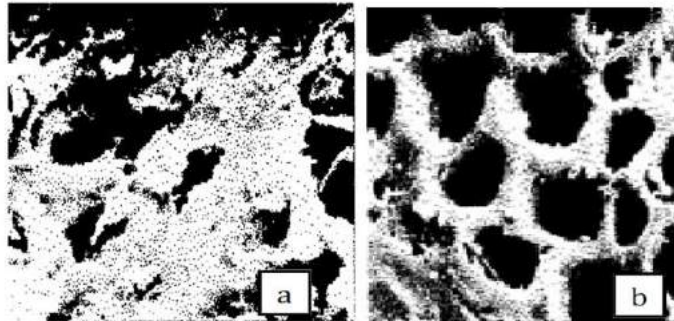
## 2.2 Arang

Arang yang disebut juga material karbon berpori, merupakan hasil pirolisis bahan yang mengandung (85-95)% karbon dan memiliki luas permukaan internal spesifik. Selain digunakan sebagai bahan bakar, arang juga dapat dijadikan sebagai *adsorbent* (penyerap) dalam proses pemisahan gas, penyerap kontaminan dalam air, *recovery solvent*, katalis dan penyangga katalis. Daya serap arang ditentukan oleh luas permukaan partikel. Kemampuan serap dapat menjadi lebih tinggi jika arang diaktivasi dengan bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia yang biasa disebut arang aktif (Sembiring dan Sinaga, 2003). Menurut Lempang (2009), arang yang baik mutunya adalah arang yang mempunyai kadar karbon tinggi dan kadar abu yang rendah.

## 2.3 Karbon aktif

Karbon aktif merupakan senyawa amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap karbon aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat karbon aktif. Karbon aktif mengandung kadar karbon dan keaktifan yang bervariasi, tergantung pada temperatur dan lamanya waktu aktivasi yang diberikan pada bahan baku arang (Lempang, 2009). Perbedaan mendasar arang dengan karbon aktif adalah bentuk pori-porinya.

Gambar 2.1 memperlihatkan pori-pori karbon aktif lebih besar dan bercabang serta berbentuk zig-zag (Harsanti dan Ardiwinata, 2011).



Gambar 2.1 Struktur pori dari (a) arang dan (b) karbon aktif (Sumber: Harsanti dan Ardiwinata, 2011)

Kualitas karbon aktif tergantung dari jenis bahan baku, teknologi pengolahan, cara penyajian dan ketetapan penggunaannya. Berbagai versi standar kualitas karbon aktif telah dibuat oleh negara maju seperti Amerika, Inggris, Korea, Jepang dan Jerman. Indonesia telah membuat pula standar mutu karbon aktif menurut Standar Industri Indonesia yaitu SII 0258 – 79 (Sudradjat dan Pari, 2011). Persyaratan standar kualitas karbon aktif tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar kualitas karbon aktif menurut Standar Industri Indonesia

Uraian	Syarat kualitas	
	Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C, %	Maks. 15	Maks. 25
Kadar air, %	Maks. 4,5	Maks. 15
Kadar abu, %	Maks. 2,5	Maks. 10
Bagian tidak mengarang	0	0
Daya serap terhadap I <sub>2</sub> , mg/g	Min. 750	Min. 750
Karbon aktif murni, %	Min. 80	Min. 65
Daya serap terhadap benzena, %	Min. 25	-
Daya serap terhadap biru metilen, mg/g	Min. 60	Min. 120
Berat jenis curah, g/ml	0,45 – 0,55	0,3 – 0,35
Lolos mesh 325, %	-	Min. 90
Jarak mesh, %	90	-
Kekerasan, %	80	-

(Sumber: Pari dkk. 2012)

Mengolah arang menjadi karbon aktif pada prinsipnya adalah membuka pori-pori arang agar menjadi luas yaitu dari luas  $2 \text{ m}^2/\text{g}$  pada arang menjadi  $300 - 2000 \text{ m}^2/\text{g}$  pada karbon aktif (Sudradjat dan Pari, 2011). Besar kecilnya ukuran pori dari kristalit-kristalit karbon aktif selain tergantung pada temperatur karbonisasi juga bahan baku yang digunakan. Ukuran porinya dapat berkisar antara  $10 \text{ \AA}$  sampai lebih besar dari  $250 \text{ \AA}$  (Lempang, 2009). Karbon aktif disusun oleh atom karbon yang terikat secara kovalen dalam kisi heksagonal dimana molekulnya berbentuk amorf yaitu merupakan pelat-pelat datar. Berat jenis karbon aktif berkisar antara  $(0,20 - 0,55) \text{ g/cm}^3$ . Ukuran partikel karbon aktif diperdagangkan adalah 230 mesh untuk karbon aktif serbuk dan 30 mesh untuk karbon aktif granular (Sudradjat dan Pari, 2011).

Adapun sifat-sifat dari karbon aktif yaitu: luas permukaan, dimana semakin luas permukaan karbon aktif maka daya serapnya semakin tinggi. Sifat karbon aktif lainnya yaitu porositas arang, dimana pada saat aktivasi terjadi pemisahan unsur-unsur berkarbon dan non karbon sehingga membentuk suatu ruang yang disebut dengan pori.

Karbon aktif ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk membuat biosensor, baterai HP, elektroda, dll (Pari dkk., 2012). Pada baterai, karbon aktif digunakan sebagai bahan anoda baterai litium dimana kemampuan sebagai karbon aktif dalam menyerap energi sangat baik karena memiliki luas permukaan yang besar sehingga akan meningkatkan nilai konduktivitas listrik dari baterai tersebut.

## 2.4 Pembuatan karbon aktif

Secara garis besar ada 3 tahapan pembuatan karbon aktif, yaitu proses pengarangan/karbonisasi, proses aktivasi dan proses dehidrasi.

Karbonisasi atau pengarangan adalah suatu proses pemanasan pada suhu tertentu dari bahan-bahan organik dalam jumlah oksigen sangat terbatas, biasanya di dalam *furnace*. Proses ini menyebabkan terjadinya proses penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk methanol, uap-uap asam asetat, tar-tar dan hidrokarbon. Material padat yang tinggal setelah karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan area permukaan spesifik yang sempit (Surest dkk., 2008).

Proses aktivasi dilakukan untuk memperbesar luas permukaan total karbon hasil dari pemanasan karbonisasi dengan melakukan pelepasan hidrokarbon yang melekat pada arang sehingga daya serapnya bertambah. Pengaktifan karbon dari hasil pengarangan dilakukan dengan dua cara yaitu :

### a. Aktivasi Thermal

Aktivasi thermal adalah proses aktivasi yang melibatkan adanya gas pengoksidasi seperti udara pada temperatur rendah, uap, CO<sub>2</sub>, atau aliran gas pada temperatur tinggi (Surest dkk., 2008).

### b. Aktivasi Kimia

Aktivasi kimia merupakan suatu proses aktivasi yang menggunakan bahan-bahan kimia yang telah ada dalam karbon maupun sengaja ditambahkan untuk menguraikan material selulosa secara kimia. Beberapa bahan kimia yang paling umum digunakan sebagai aktivator yaitu CaCl<sub>2</sub>,

MnCl<sub>2</sub>, ZnCl<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, NaOH dan lain-lain. Penggunaan bahan kimia H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebagai agen aktivasi akan memberikan hasil lebih baik jika dibandingkan dengan ZnCl<sub>2</sub> dan KOH (Sandi, 2014) karena H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> lebih efektif untuk menghasilkan karbon aktif dengan daya serap yang tinggi bila dibandingkan dengan aktivator lain seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaOH, senyawa khlorida dan lain-lain (Sitanggang, 2010). Menurut Wibowo dkk. (2009) asam fosfat CH<sub>3</sub>O<sub>4</sub> akan menghasilkan bahan terdekomposisi berupa P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> yang menempel dan terikat pada permukaan karbon aktif sehingga akan bersifat lebih polar. Dengan terperangkapnya larutan asam fosfat di dalam arang juga akan menimbulkan struktur mikropori dan mesopori pada struktur bagian dalamnya. Dengan terbentuknya struktur mesopori maka luas permukaan dan volume pori arang semakin besar (Sandi, 2014).

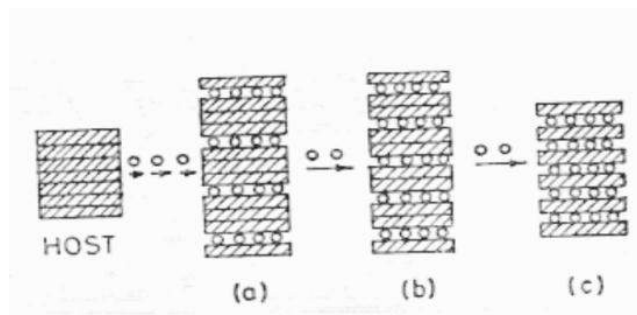
Proses penghilangan air pada pasta karbon, melalui pemanasan, dengan oven pada suhu 200 °C selama 1 jam. Sehingga didapatkan karbon aktif kering yang siap digunakan.

## **2.5 Baterai litium**

Baterai litium merupakan baterai yang berbasis ion dengan ion litium sebagai motor penggerak. Baterai litium sangat menarik untuk dikembangkan karena mempunyai banyak keunggulan antara lain mempunyai tegangan yang besar, waktu hidup yang lama dan material elektrodanya tidak beracun (Wigayati dkk., 2007). Baterai ion litium terdiri atas anoda, *separator*, elektrolit, dan katoda. Pada anoda dan katoda umumnya terdiri dari atas 2 bagian yaitu bagian material

aktif (tempat masuk keluarnya ion litium) dan bagian pengumpul elektron (*current collector*).

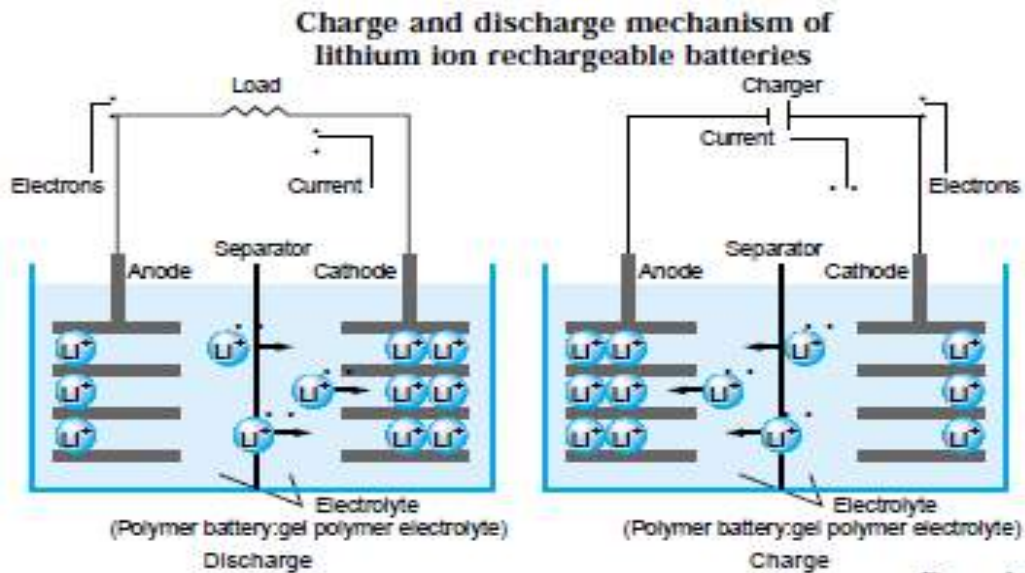
Proses penghasilan listrik pada baterai ion litium terjadi jika anoda dan katoda dihubungkan, maka elektron akan mengalir dari anoda menuju katoda, bersamaan dengan itu listrik mengalir. Pada bagian dalam baterai, terjadi proses interkalasi dan deinterkalasi. Proses interkalasi merupakan pelepasan ion litium dari tempatnya distruktur kristal suatu bahan elektroda dan pemasukan ion litium pada tempat distruktur kristal bahan elektroda yang lain. Keunggulan bahan anoda dan katoda terletak pada stabilitas kristal dalam proses interkalasi sehingga bahan elektroda mempunyai tempat perpindahan ion litium yang disebut *host* (Prihandoko, 2008). Proses terjadinya interkalasi dapat digambarkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Proses interkalasi

Dari berbagai jenis logam, litium adalah logam yang sangat menjanjikan untuk menjadi anoda. Litium memiliki nilai potensial standar paling negatif yaitu -0,3 V, ringan dengan berat atom 6,94 g, sehingga bila dipakai untuk anoda dapat menghasilkan kapasitas energi yang tinggi.

Contohnya seperti Gambar 2.3 yang menunjukkan proses kerja dari baterai litium.



Gambar 2.3 Struktur baterai litium  
(Sumber: *technical handbook*)

### 2.5.1 Katoda

Katoda adalah komponen sel dimana proses reduksi terjadi (Triwibowo, 2011). Pada saat proses *charging*, ion-ion  $\text{Li}^+$  dari bahan aktif katoda lepas dan bergerak menuju anoda melalui elektrolit untuk menstabilkan muatan. Pada saat proses *discharging*, katoda menarik kembali ion-ion  $\text{Li}^+$  sehingga menjadi bermuatan lebih positif dibandingkan anoda sehingga terjadi beda potensial yang membuat elektron bergerak dari anoda ke katoda (Lithium Indonesia, 2013).

Yuniarti (2013) menyatakan bahwa material katoda yang pertama digunakan pada baterai litium yaitu  $\text{LiCoO}_2$ . Kemudian muncul material-material katoda lain seperti  $\text{LiNiO}_2$ ,  $\text{LiMnO}_4$ ,  $\text{LiNi}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$  dan  $\text{LiFePO}_4$ .



### 2.5.2 Anoda

Anoda adalah komponen sel dimana proses oksidasi terjadi (Triwibowo, 2011). Logam litium pada anoda tidak digunakan secara langsung, melainkan menggunakan material karbon ( $\text{LiC}_6$ ). Hal ini dikarenakan sulitnya mengontrol reaksi litium pada permukaan elektroda bila memakai logam litium secara langsung. Material  $\text{LiC}_6$  adalah grafit dimana di setiap layer/lapisan disisipkan logam litium. Kepadatan energinya dari material ini berkisar 339-372 Ah/kg.

Kelemahan utama material karbon ini adalah terjadi *irreversible capacity*, yaitu jika baterai dialiri listrik dari luar untuk pertama kalinya dari keadaan kosong, maka ketika digunakan besar kapasitas/energi yang dilepas tidak sama ketika proses pengisian. Hal ini dikarenakan terbentuknya gas pada anoda, sehingga menghalangi pelepasan ion litium. Namun, hal ini dapat dicegah dengan penambahan zat aditif seperti *vinylene carbonate* ke dalam larutan elektrolit.

Kunci dari pengembangan anoda ini adalah tidak hanya pada kepadatan energi yang tinggi, namun juga siklus pemakaian (*cyclability*). Seperti  $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}/\text{C}$ , walaupun hanya memiliki kepadatan energi 145 Ah/kg pada temperatur 50 °C, namun bisa dipakai 500 kali siklus dengan kepadatan energi 142 Ah/kg dan menghasilkan potensi yang tinggi 1,5 V. Ditambah dengan keamanan material ini yang tinggi, material ini bukan tidak mungkin dipakai sebagai anoda baterai litium untuk masa depan.

Jika menggunakan logam litium pada anoda, maka dari 1 kg logam litium dapat menghasilkan kapasitas energi per 1 kg massa. Bila dikalikan dengan potensial standar litium (3V), menjadi 11,583 Wh/kg ( $W=\text{Watt}$ ,  $h=\text{hours}$ ).

Sedangkan bila menggunakan senyawa karbon sebagai anoda dan dianggap satu unit grafit (6 atom karbon) mampu menampung 1 atom litium, maka setiap 1 kg anoda secara teori memiliki kepadatan energi sebesar (339) Ah/kg.

Sama halnya dengan anoda, kepadatan energi pada katoda bisa dihitung dengan cara yang sama. Untuk  $\text{LiCoO}_2$ , secara teori memiliki kepadatan energi 137 Ah/kg. Dengan mengetahui berat molekul dari material elektroda (disebut juga material aktif) dan setiap molekulnya berapa banyak elektron yang keluar masuk, nilai teoritis dari kepadatan energi dapat dihitung (Priyanto, 2011).

### 2.5.3 Elektrolit

Elektrolit merupakan suatu material yang bersifat penghantar ionik, baik dalam bentuk cair maupun padat. Elektrolit padat menunjukkan kestabilan pada temperatur tinggi, *self-discharge* rendah dan memiliki resistansi listrik yang baik (Prihandoko, 2008) seperti yang diperlihatkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Perbandingan elektrolit cair dan elektrolit padat.

Sifat	Elektrolit cair	Elektrolit padat
Material	Konduktor garam : $\text{LiClO}_4$ , $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$ , Larutan : PC, EC, Pengurang Viskositas: DME, DMC, DEC	$\text{LiTaO}_3$ , $\text{SrTiO}_3$ , $\text{Li}_2\text{O}$ , $\text{Li}_{1,3}\text{Al}_{0,3}\text{Ti}_{1,2}(\text{PO}_4)_3$ , $\text{LiTi}_2(\text{PO}_4)_3$ , $\text{Li}_4\text{SiO}_4$ , $\text{Li}_3\text{PO}_4$ , $\text{LiCl}$ , $\text{LiBr}$ , $\text{LiI}$
Mekanisme Konduksi Ion	Ion $\text{Li}^+$ dalam larutan organik	Cacat transport pada kisi zat padat,
Konduktivitas ionik	$10^{-2} - 10^{-3} \text{ S/cm}$	$10^{-9} - 10^{-3} \text{ S/cm}$
Kebocoran elektronik	Tergantung pada impuritas dan disosiasi kimia	$10^{-10} \text{ S/cm}$
Stabilitas kimia	Sangat buruk	Sangat baik
Pembuatan	Mahal, larutan beracun, rentan meledak.	Baik, tidak mengandung racun, sputtering untuk film tipis, keramik sintering atau pasta untuk aplikasi lain.

Sumber: Physics and Chemistry of Lithium-Ion-type-Accumulators (Prihandoko, 2008)

Bahan elektrolit cair dapat menembus celah-celah atau pori-pori dari bahan elektroda, baik anoda maupun katoda. Karena elektrolit berupa larutan, maka elektrolit sangat mudah mencapai permukaan serbuk elektroda. Pada penerapan elektrolit padat persyaratan elektrolit sangat mudah mencapai permukaan serbuk elektroda harus tetap terpenuhi, dimana pertemuan permukaan serbuk elektroda dan elektrolit harus terjadi. Oleh karena itu komponen elektroda dibuat dengan komposisi beberapa persen merupakan pencampuran dari bahan elektrolit padat atau garam litium. Sehingga reaksi redoks dapat berlangsung tepat di permukaan serbuk elektroda (Prihandoko, 2008).

## **2.6 Litium**

Litium merupakan unsur golongan logam alkali (1A) dengan konfigurasi elektron  $1s^2 2s^1$ . Litium berbentuk padatan dengan densitas setengah densitas air, dengan demikian litium menjadi logam dengan densitas paling kecil diantara logam yang lain (Febri, 2011). Di alam, litium ditemukan dalam campuran isotop  $Li_6$  dan  $Li_7$ . Unsur ini merupakan logam padat paling ringan, lunak, berwarna putih keperakan, dengan titik leleh rendah serta bersifat reaktif.

Sifat terpenting dari litium diantaranya adalah kapasitas kalor tinggi, interval temperatur besar dalam keadaan cair, konduktivitas termik tinggi, viskositas rendah dan kepadatan yang sangat rendah. Adapun sifat-sifat dari litium dapat dilihat dari Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Sifat fisika dan kimia litium

Sifat Fisika dan kimia Litium	Keterangan
Koefisien ekspansi termal	$56 \times 10^{-6}$
Konduktivitas elektrik	$0,106 \times 10^6 / \Omega \cdot \text{cm}$
Konduktivitas termal	0,847 W/cm.K
Densitas	0,534 g/cc
Entalpi atomisasi	160,7 KJ/mol
Titik leleh dan Titik didih	180,5 °C dan : 1342 °C
Konfigurasi elektron	$1s^2, 2s^1$
Flammabilitas	padatan mudah terbakar
Kekerasan	0,6 Mohs
Panas penguapan	145, 92 KJ/mol
Volume molar	13 cm <sup>3</sup> /mol
Kalor jenis	3,6 J/Gk
Tekanan uap	$1,6 \times 10^{-8}$ Pa
Nomor atom dan nomor massa	3 dan 6,941 g/mol
Densitas	0,53 g/cm <sup>3</sup> pada 20 °C
Jari-jari Van Der Walls dan ion	0,145 nm dan 0,06 nm
Isotop	Li <sub>6</sub> dan Li <sub>7</sub>
Konfigurasi elektron	$1s^2, 2s^1$
Energi ionisasi	520,1 KJ/mol
Potensi standar	-3,02 V
Kristal struktur	Cubic body center

(Sumber: Febri, 2011)

Logam litium larut dalam amina alifatik rantai pendek, seperti etiamine, namun tidak larut dalam hidrokarbon. Litium dapat bereaksi dengan reaktan organik serta dengan reaktan anorganik. Litium merupakan satu-satunya logam alkali yang bereaksi dengan nitrogen pada temperatur kamar untuk menghasilkan *nitrure* hitam. Unsur ini bereaksi dengan hidrogen pada temperatur hampir 500 °C untuk membentuk litium hidrida. Seperti semua logam alkali, litium mudah bereaksi dengan air dan tidak terdapat bebas di alam karena sifat reaktifnya. Litium merupakan unsur yang terdapat cukup melimpah di kerak bumi (sekitar 65 ppm). Ini menempatkan litium bawah nikel, tembaga, tungsten dan di atas cerium dan timah, mengacu pada kelimpahannya. Sumber litium adalah batuan *crystal*, batuan *igneous*, *pegmatite*, *spodumene* dan *petalite*.

Sintesis logam litium memerlukan teknologi elektrolisis dan proses ini berlangsung sangat sulit disebabkan sulitnya memasukkan satu elektron kepada ion logam litium yang bersifat sangat elektropositif. Biji litium yang penting adalah spodumene,  $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$ . Bentuk litium alfa akan diubah menjadi bentuk litium beta pada kisaran temperatur antara 1100 °C. Campuran kemudian dicampur dengan asam sulfat panas kemudian diekstraksi ke dalam air untuk mendapatkan litium sulfat  $\text{Li}_2\text{SO}_4$ . Senyawa sulfat ini kemudian ditambahkan natrium karbonat untuk mendapatkan garam  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  yang tidak mudah larut di dalam air. Reaksi litium karbonat dengan asam klorida akan diperoleh litium klorida ( $\text{LiCl}$ ) yang siap untuk di elektrolisis (Febri, 2011).

Senyawa litium utama hasil industri adalah monohidrat litium hidroksida. Senyawa ini lazim digunakan dalam industri keramik dan dalam kedokteran sebagai antidepresan. Aplikasi penting lain senyawa litium adalah untuk tembikar, khususnya untuk glasir porselen, serta sebagai aditif untuk meningkatkan kinerja dan masa hidup baterai.

## **2.7 Karakterisasi Material**

### **2.7.1 *Scanning Electron Microscope (SEM)***

Morfologi permukaan dan ukuran pori sampel dapat dilihat menggunakan peralatan SEM (*Scanning Electron Microscope*). SEM adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk menyelidiki permukaan dari objek solid secara langsung.

### 2.7.2 X-Ray Diffraction (XRD)

Difraksi sinar-X (*X-ray Diffractometer*) merupakan instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi material kristalit maupun non-kristalit, sebagai contoh identifikasi struktur kristalit (kualitatif) dan fasa (kuantitatif) dalam suatu bahan dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar X. Dengan kata lain, teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran kristal.

Ukuran sebuah kristal dihitung berdasarkan pelebaran puncak difraksi menggunakan persamaan *Scherrer* pada persamaan 2.1.

$$D = \frac{k\lambda}{B \cos \theta} \quad (2.1)$$

Dengan  $k$  adalah konstanta material sebesar 0,9,  $\lambda$  adalah panjang gelombang sinar X (nm),  $B$  adalah lebar setengah puncak maksimum (rad),  $\theta$  adalah sudut *Bragg* puncak difraksi dan  $D$  adalah ukuran kristal (nm). Selain itu analisis XRD dapat digunakan untuk membedakan antara material yang bersifat kristal dengan amorf, karakterisasi material kristal, identifikasi mineral-mineral yang berbutir halus seperti tanah liat, penentuan dimensi-dimensi sel satuan.

### 2.7.3 LCR Meter

Konduktivitas listrik dapat ditentukan dengan menggunakan alat LCR meter. LCR meter juga dapat digunakan untuk mengukur induksi, kapasitansi, dan resistansi dari suatu bahan. Berdasarkan data pengukuran dapat dihitung resistansi sampel dengan menggunakan persamaan 2.2

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.2)$$

Konduktivitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3

$$\sigma = \frac{L}{RA} \quad (2.3)$$

dimana  $L$  adalah tebal sampel (cm),  $R$  adalah resistansi (ohm =  $\Omega$ ),  $A$  adalah luas penampang sampel (cm<sup>2</sup>),  $\sigma$  adalah konduktivitas (S/cm) = ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )<sup>-1</sup>.

#### 2.7.4 *Cyclic Voltammetry* (CV)

Teknik *cyclic voltammetry* merupakan teknik yang sering digunakan untuk mengetahui informasi kuantitatif dan kualitatif dari reaksi elektrokimia. Teknik ini didasarkan pada variasi penggunaan potensial pada elektroda dalam arah maju (*forward*) dan balik (*reverse*) dengan pencatatan arus yang ditimbulkannya. Potensial yang digunakan biasanya berubah secara linier sebagai fungsi waktu, nilai perubahan potensial terhadap waktu disebut *scan rate* ( $v$ ). Prinsip kerjanya adalah dengan memberikan potensial tertentu pada elektroda, maka akan diketahui arus yang terjadi. Arus yang dihasilkan dari reaksi reduksi disebut arus katodik dan arus yang dihasilkan dari reaksi oksidasi disebut arus anodik.

Perhitungan kapasitansi berdasarkan data *Cyclic Voltammetry* dapat dilakukan dengan menggunakan Persamaan 2.4.

$$\frac{dQ}{dt} = C \frac{dV}{dt} = Cv$$

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

$$C = I \int \frac{dt}{dV}$$

$$C = \frac{I}{v} \tag{2.4}$$

dimana diketahui bahwa  $C$  adalah kapasitansi ( $F$ ),  $I$  adalah arus puncak yang terukur ( $A$ ),  $V$  adalah tegangan yang terukur ( $V$ ),  $v$  adalah laju penyapuan / *scan rate* ( $V/s$ )



## **BAB III      METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari 2015 sampai Desember 2015 di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas. Karakterisasi XRD dilakukan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang. Karakterisasi SEM dilakukan di Geologi Quarter Pusat Survei Geologi Bandung. Karakterisasi LCR meter dan CV dilakukan di Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas. Pengayakan karbon menggunakan *Standard Test Sieve* 200 dilakukan di Laboratorium Material Struktur Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas. Pembuatan pelet anoda dilakukan di Laboratorium Sediaan Formulasi Tablet Fakultas Farmasi Universitas Andalas.

### **3.2 Alat dan Bahan**

#### **3.2.1 Alat**

1. *Furnance Ney Vulcan D-350* digunakan sebagai pemanasan arang.
2. *Los Angeles Abrasion Machine* digunakan untuk menggerus arang.
3. *Standard Test Sieve* 200 digunakan sebagai mengayak arang.
4. Cawan Porselin digunakan sebagai tempat meletakkan sampel pada proses *sintering*.
5. Cawan Petri digunakan sebagai tempat pencetak sampel.

6. Mortar dan Alu digunakan sebagai tempat menggerus arang kemiri hingga berbentuk serbuk.
7. Timbangan Digital digunakan untuk menimbang berat arang.
8. Gelas ukur 500 mL
9. Spatula
10. *Hot Plate Magnetic Stirrer* IKA C-MAG HS 7 digunakan sebagai tempat untuk mengaduk larutan hingga homogen.
11. *Magnetic Bar* digunakan sebagai pengaduk di dalam *magnetic stirrer*.
12. Cetakan pelet.
13. Oven merk *Memmert* digunakan untuk mengeringkan larutan homogen.
14. pH meter merk Metrohm 827 pH Lab digunakan untuk mengukur nilai pH pada larutan.
15. SEM (*Scanning Electron Microscope*) digunakan untuk melihat morfologi permukaan .
16. LCR meter model TH2820 digunakan untuk mengukur nilai konduktivitas listrik.
17. XRD (*X-Ray Diffraction*) merk X'Pert Pro PANalytical digunakan untuk mengetahui struktur dan ukuran kristal yang terbentuk pada sampel.
18. CV (*Cyclic Voltammetry*) merk *Potensiostat For Electrochemistry Type Quadstat* EA 164 digunakan untuk mengukur nilai kapasitansi.

### **3.2.2 Bahan**

1. Tempurung kemiri sebagai bahan baku pembuatan serbuk karbon aktif.
2. Larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 2,5 % sebagai pengaktivasi arang.

3. Litium hidroksida (LiOH) sebagai bahan baku.
4. *Polyethilenglykol* (PEG) 6000 sebagai zat perekat.
5. *Polyvinylalkohol* (PVA) sebagai bahan pembuat membran.
6. *Lithium Hydroxide* (LiOH) 3 Molar sebagai bahan pembuat membran.
7. Asam sitrat 4 Molar sebagai pengatur pH
8. Etanol 95% sebagai pelarut
9. Aquades

### **3.3 Teknik Penelitian**

Penelitian ini dilakukan beberapa tahap. Adapun tahapan penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

#### **3.3.1 Pembuatan serbuk karbon aktif tempurung kemiri**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Negara dan Astuti (2015) proses pembuatan karbon aktif dilakukan melalui 2 tahap yaitu karbonisasi dan aktivasi. Pada penelitian ini proses aktivasi dilakukan menggunakan proses aktivasi kimia, dimana kelebihanannya adalah temperatur yang digunakan pada aktivasi kimia lebih rendah dibandingkan dengan aktivasi fisika. Bahan-bahan kimia yang digunakan berpengaruh dalam peningkatan jumlah pori-pori karbon aktif. Produk yang menggunakan aktivasi kimia lebih banyak dibandingkan dengan aktivasi fisika.

Langkah-langkah pembuatan karbon aktif diantaranya:

1. Tempurung kemiri dibersihkan lalu dikeringkan.

2. Tempurung kemiri yang telah dibersihkan kemudian dipanaskan dalam *furnace* sampai temperatur 500 °C kemudian ditahan selama 20 menit hingga berubah menjadi arang.
3. Arang tempurung kemiri dihaluskan menggunakan *Los Angeles Abrasion Machine* hingga berbentuk serbuk.
4. Serbuk diayak dengan *Standard Test Sieve 200*, kemudian direndam dalam larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 2,5 % selama 24 jam.
5. Setelah direndam kemudian dipanaskan menggunakan *furnace* pada temperatur 600 °C dan menghasilkan karbon aktif.
6. Karbon aktif dicuci dengan aquades hingga mencapai pH netral.
7. Karbon aktif yang telah dicuci kemudian dikeringkan dalam *furnace* pada temperatur 120 °C
8. Pengujian SEM dilakukan untuk melihat morfologi permukaan pada karbon aktif.
9. Karbon aktif siap digunakan sebagai bahan baku anoda.

### **3.3.2 Pembuatan bahan anoda**

Menurut Negara dan Astuti (2015) pembuatan bahan anoda ada beberapa tahap yaitu :

1. Bahan baku berupa serbuk LiOH dengan variasi komposisi 0,2; 1; 1,5; 2 g dan 2 g karbon aktif dicampur, diaduk dan digerus sehingga tercampur dengan baik.

2. Sebanyak 45 g PEG 6000 dimasukkan ke dalam gelas ukur kemudian dilarutkan dengan 60 mL etanol 95% dengan temperatur 50 °C sambil diaduk menggunakan *Hot Plate Magnetic Stirrer* hingga homogen.
3. Campuran serbuk tersebut dimasukkan kedalam gelas ukur yang berisi larutan PEG 6000 sambil diaduk dan diikuti dengan penambahan asam sitrat 4 molar hingga pH 4-5 (asam).
4. Temperatur pengadukan dinaikkan hingga 100 °C hingga berbentuk gel selama 1 jam.
5. Gel tersebut dimasukkan ke dalam cawan, lalu dikalsinasi dalam *furnance* pada temperatur 300 °C. Kalsinasi bertujuan untuk menghilangkan kandungan air dan zat organik lainnya.
6. Gel kering tersebut dicetak dalam bentuk pelet. Cetakan pelet dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Cetakan pelet

7. Masing-masing sampel ditimbang dengan berat 0,3 g selanjutnya dikompaksi untuk dijadikan pelet dengan diameter 1,2 cm dan ketebalan 0,22 cm.
8. Pelet tersebut di *sintering* dengan temperatur dan 450 °C dalam *furnance*.
9. Pelet akan dikarakterisasi dengan XRD, LCR meter dan CV.

### 3.3.3 Pembuatan membran

Membran bertujuan sebagai elektrolit atau separator dalam pengukuran konduktivitas listrik maupun kapasitansi. Pada penelitian Negara dan Astuti (2015) langkah-langkah pembuatan membran sebagai berikut:

1. Sebanyak 2 g PVA yang telah dicampur dengan 25 mL aquades dimasukkan ke dalam gelas ukur dan diaduk pada *Hot Plate Magnetic Stirrer* hingga homogen pada temperatur 40 °C selama 1 jam.
2. Ditambahkan 2 mL larutan LiOH 3 Molar dan diaduk kembali pada *Hot Plate Magnetic Stirrer* selama 10 menit pada temperatur 40 °C hingga homogen.
3. Sampel dicetak dalam cawan petri dan dikeringkan didalam *furnace* pada temperatur 120 °C selama 30 menit.

### 3.3.4 Karakterisasi sampel

1. Pengujian kadar atau unsur-unsur logam

Pengamatan morfologi permukaan dapat diidentifikasi menggunakan SEM. Sampel karbon aktif yang telah bersih dan kering, masing-masing ditempelkan pada pemegang sampel (*sample holder*) dengan perekat dua muka dilanjutkan dengan pelapisan tipis dengan emas dalam mesin pelapis tipis (*sputter*). Kemudian dilakukan pengamatan struktur mikro dan komposisi kimianya (Sya'ban, 2010).

2. Struktur dan ukuran kristal

Pada penelitian ini, XRD digunakan untuk mengetahui struktur dan ukuran kristal yang terbentuk pada sampel yang berbentuk pelet. Tahapan pertama yang dilakukan dalam analisa sinar-X adalah melakukan analisa

pemeriksaan terhadap sampel yang belum diketahui strukturnya. Sampel ditempatkan pada titik fokus hamburan sinar-X yaitu tepat ditengah-tengah *plate* yang digunakan sebagai tempat, yaitu plat tipis yang berlubang ditengah berukuran sesuai dengan sampel dengan perekat pada sisi baliknya.

Untuk mengetahui fasa dan struktur material yang diamati dapat dilakukan dengan cara sederhana, yaitu dengan cara membandingkan ukuran kristal yang terukur dengan nilai ukuran kristal pada data standar. Data standar dapat diperoleh melalui *Joint Committee of Power Diffraction Standart* (JCPDS) atau dengan Hanawalt (Afza, 2011).

### 3. Preparasi sampel untuk pengujian LCR meter dan CV

Preparasi sampel untuk pengujian konduktivitas listrik dan kapasitansi dilakukan dengan cara menjepitkan 2 buah material anoda dengan kaca akrilik yang telah dilubangi sebesar sampel yang akan diuji. Lubang bagian luar kaca akrilik di tutupi dengan *stainless steel*. Diantara 2 buah material anoda tersebut disisipi membran sebagai elektrolit pada pengujian kapasitansi dan separator dalam pengujian konduktivitas listrik. Dua buah kaca akrilik yang menjepit material anoda tersebut dijepit lagi dengan penjepit agar material anoda tersebut saling menempel sehingga hasil yang didapatkan maksimal.

### 4. Konduktivitas listrik

Konduktivitas listrik dapat ditentukan dengan menggunakan alat LCR meter model TH2820. Pengukuran dilakukan dengan cara menjepitkan *port* HD-HS-LD-LS yang terdapat pada LCR meter ke sisi sampel. Hasil yang diperoleh dari pengukuran tersebut didapatkan nilai resistansi dari masing-

masing sampel, dimana dari nilai resistansi masing-masing sampel dapat dihitung nilai konduktivitas listrik dengan menggunakan kaitan luas penampang dan ketebalan sampel seperti persamaan 2.2.

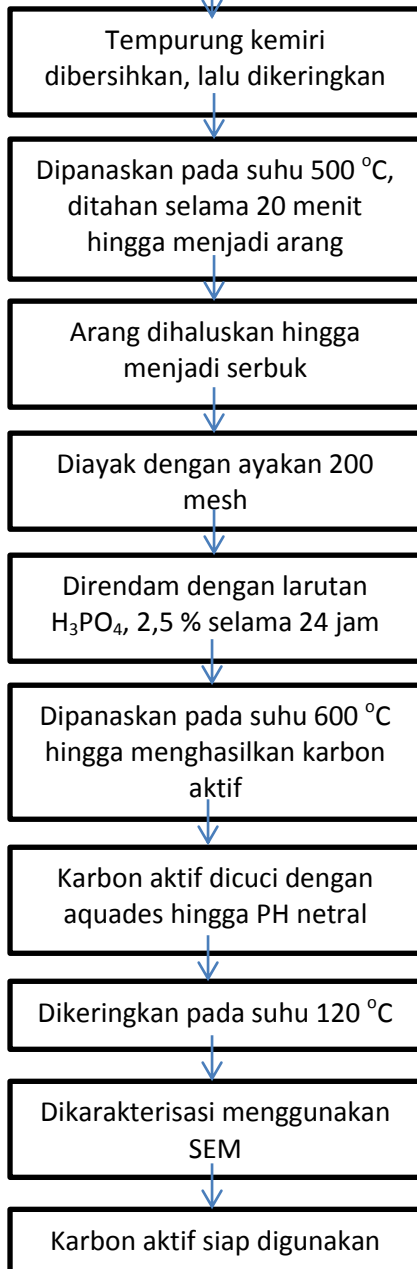
## 5. Kapasitansi

Pengukuran kapasitansi dapat dilakukan menggunakan alat *Cyclic Voltammetry* merk *Potensiotat For Electrochemistry Type Quadstat EA 164* dengan cara menjepitkan *port* yang terdapat pada alat CV ke sisi sampel. Hasilnya dapat diperoleh dari grafik voltamogram, yaitu kurva antara arus terhadap potensial dengan menggunakan persamaan kapasitansi (Pers 2.4)

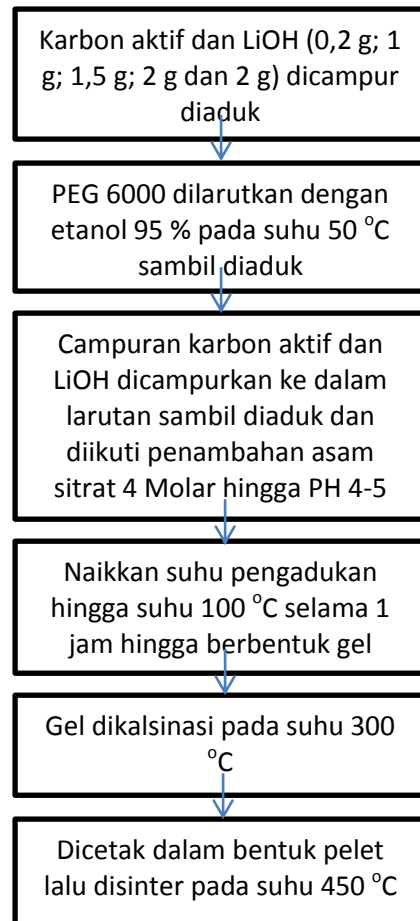


### 3.4 Diagram Alir

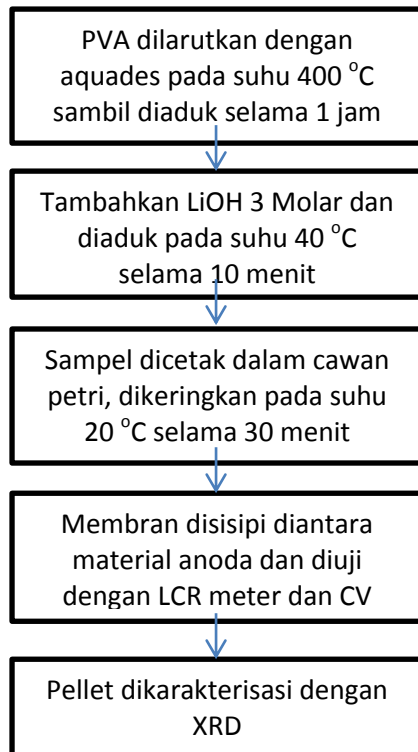
#### 1. Pembuatan Karbon Aktif



#### 2. Pembuatan Material Anoda



### 3. Pembuatan Membran



Gambar 3.3 Diagram alir pembuatan anoda baterai litium

# **THE EFFECT OF LITHIUM HYDROXIDE (LiOH) CONCENTRATION TO THE CONDUCTIVITY OF LITHIUM BATTERY ANODE BASED ACTIVATED CARBON CANDLENUT'S SHELL**

## **ABSTRACT**

Synthesis of anode material of lithium battery from lithium hydroxide (LiOH) and activated carbon has been done. The synthesis of activated carbon was carried out by using chemical activation of candlenut charcoal with H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 2,5 % as activator candlenut charcoal was activation at 600 °C. The obtained activated carbon was characterized using SEM. Furthermore, the anode material was prepared by using sol-gel method with the variation LiOH of concentration of 0,2 g, 1 g, 1,5 g, and 2 g. The anode material was made in the form of pellets which were then characterized using XRD, LCR meters, and Cyclic Voltammetry. SEM results show that the pores of activated carbon spread almost evenly. Furthermore XRD results indicate that all samples had a carbon (C) phase with a hexagonal crystal structure. The maximum conductivity and capacitance that are  $2,34 \times 10^{-6}$  S/cm and 327,93  $\mu$ F, respectively are obtained at LiOH concentration of 1.5 g.

Keywords: lithium battery, candlenut, concentration of LiOH, conductivity and capacitancy

## KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur untuk Allah SWT yang Maha Berilmu telah melimpahkan berkah dan karunia-Nya yang tak terhingga, sehingga tugas akhir berjudul “**Pengaruh Konsentrasi LiOH terhadap Sifat Fisis Anoda Batrai Litium Berbasis Karbon Aktif Tempurung Kemiri**” ini dapat diselesaikan. Salam kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa risalah yang dijadikan petunjuk dan teladan bagi umat manusia.

Tugas akhir ini dibuat sebagai persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana di Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Andalas. Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Terima kasih yang tidak terhingga kepada kedua orang tua Penulis yang telah banyak memberikan kasih sayang, pengorbanan, do'a, dukungan moril dan materil dan nasehat kepada Penulis dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
2. Ibu Astuti, M.Si selaku pembimbing yang telah memberikan banyak arahan, meluangkan waktu, tenaga, pikiran untuk memberikan bimbingan, motivasi, dan masukan yang sangat berharga kepada penulis sampai selesainya penulisan skripsi ini.

3. Bapak Alimin Mahyudin, M.Si selaku dosen Penasehat Akademik yang telah memberikan banyak arahan kepada Penulis.
4. Bapak dan Ibu staf dosen Jurusan Fisika yang telah dengan ikhlas membagi ilmunya kepada Penulis.
5. Teman-teman seperjuangan Jurusan Fisika dan rekan-rekan di Laboratorium Material Universitas Andalas yang telah banyak membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas segala bantuannya.

Semoga Allah SWT melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya kepada Bapak dan Ibu serta rekan-rekan atas segala bantuannya kepada Penulis. Demikianlah tugas akhir ini disusun, semoga bermanfaat bagi kita semua dan, untuk kemajuan ilmu pengetahuan di masa mendatang dan Penulis mohon maaf atas segala kekurangan. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena itu penulis akan mempertimbangkan saran dan kritik agar tugas akhir ini dapat lebih baik.

Padang, Januari 2016

Hidayati Susana

## DAFTAR ISI

	halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>5</b>
2.1 Kemiri .....	5
2.2 Arang .....	6
2.3 Karbon Aktif .....	6
2.4 Pembuatan Karbon Aktif .....	9
2.5 Baterai Litium .....	10
2.5.1 Katoda .....	12
2.5.2 Anoda .....	13
2.5.3 Elektrolit .....	14
2.6 Litium .....	15
2.7 Karakterisasi Material .....	17
2.7.1 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	17
2.7.2 <i>X-Rays Diffraction (XRD)</i> .....	18
2.7.3 LCR Meter .....	18
2.7.4 <i>Cyclic Voltammetry</i> .....	19

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	21
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
3.2.1 Alat.....	21
3.2.2 Bahan .....	22
3.3 Teknik Penelitian .....	23
3.3.1 Pembuatan Serbuk Karbon Aktif Tempurung Kemiri.....	23
3.3.2 Pembuatan Bahan Anoda.....	24
3.3.3 Pembuatan Membran.....	26
3.3.4 Karakterisasi Sampel.....	26
3.4 Alur Penelitian.....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Karakterisasi Morfologi Permukaan Karbon Aktif.....	31
4.2 Karakterisasi XRD .....	32
4.3 Karakterisasi Konduktivitas Listrik Material.....	34
4.4 Karakterisasi Kapasitansi .....	37
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran.....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>43</b>

## DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Struktur pori dan arang (a) karbon aktif (b) .....	7
Gambar 2.2 Proses interkalasi.....	11
Gambar 2.3 Struktur baterai litium .....	12
Gambar 3.1 Cetakan pellet.....	25
Gambar 3.3 Alur Penelitian.....	29
Gambar 4.1 Foto SEM permukaan karbon aktif dengan perbesaran 500 x .....	31
Gambar 4.2 Hasil uji XRD material anoda .....	32
Gambar 4.3 Grafik nilai resistansi material anoda.....	35
Gambar 4.4 Grafik nilai konduktivitas material anoda.....	36
Gambar 4.5 Grafik nilai kapasitansi material anoda.....	38



## DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Standar kualitas karbon aktif menurut standar industri indonesia .....	7
Tabel 2.2 Perbandingan elektrolit cair dan elektrolit padat .....	14
Tabel 2.3 Sifat fisika dan kimia litium .....	16
Tabel 4.1 Tabel ukuran kristal material anoda .....	34
Tabel 4.2 Tabel hasil nilai kapasitansi material anoda .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran A Alat dan Bahan Penelitian .....	43
A.1 Bahan Penelitian .....	43
A.2 Alat Penelitian.....	44
Lampiran B Hasil Pengujian Data Karakterisasi .....	44
B.1 Hasil pengujian material anoda dengan variasi konsentrasi	
LiOH 0.2 gram .....	46
B.2 Hasil pengujian material anoda dengan variasi konsentrasi	
LiOH 1 gram .....	51
B.3 Hasil pengujian material anoda dengan variasi konsentrasi	
LiOH 1.5 gram .....	55
B.4 Hasil pengujian material anoda dengan variasi konsentrasi	
LiOH 2 gram .....	58
B.5 Perhitungan nilai konduktivitas material anoda .....	58
B.6 Grafik pengujian kapasitansi material anoda .....	60