



LAPORAN AKHIR PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

**PEMBUATAN NANOKARBON DENGAN KARBON LIMBAH BATERAI
UNTUK APLIKASI ELEKTRODA SUPERKAPASITOR**

**BIDANG KEGIATAN:
PKM-P**

Disusun oleh:

Ketua Kelompok	: Rizky Amelia	G74110009	2011
Anggota	: Ahmad Khakim	G74080056	2008
	Lutpita Mahardika	G74110036	2011

Dibiayai oleh:

Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Program Kreativitas Mahasiswa
Nomor: 050/SP2H/KPM/Dit.Litabmas/V/2013, tanggal 13 Mei 2013

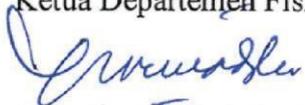
**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2013**

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

1. Judul Kegiatan : Pembuatan Nanokarbon dengan Karbon Limbah
Baterai untuk Aplikasi Elektroda Superkapasitor
2. Bidang Kegiatan : () PKM-P () PKM-K () PKM-KC
() PKM-T () PKM-M
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
- a. Nama Lengkap : Rizky Amelia
 - b. NIM : G74110009
 - c. Jurusan : Fisika
 - d. Institut : Institut Pertanian Bogor
 - e. Alamat Rumah/No.HP : Jalan Raya Jati Bening Estate Gg. H. Abud Rt 01
Rw 01 no.58 Kelurahan Jati Bening, Kec. Pondok
Gede Bekasi.17412 (085695986871)
 - f. Alamat email : rizkyameria93@yahoo.com
4. Anggota Pelaksana Kegiatan: 2 orang
5. Dosen Pendamping
- Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Akhiruddin Maddu, M. Si
 - NIDN : 0007096602
 - AlamatRumah/No. HP : Sindang barang, Bogor / 081213302332
6. Biaya Kegiatan Total :
- a. Dikti : Rp 10.100.000,00
 - b. Sumber lain : Rp –
7. Jangka Waktu Pelaksanaan : 4 bulan

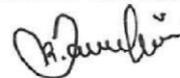
Bogor, 18 Juli 2013

Menyetujui,
Ketua Departemen Fisika

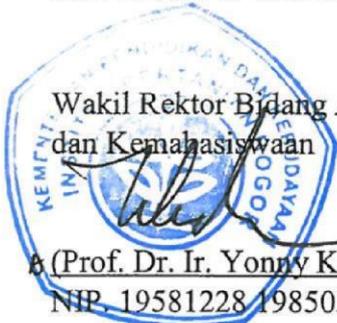


(Dr. Akhiruddin Maddu, M.Si)
NIP. 19660907 1998021006

Ketua Pelaksana Kegiatan



(Rizky Amelia)
NIM. G74110009



Wakil Rektor Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan

(Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS.)
NIP. 19581228 198503 1 003

Dosen Pemdamping



(Dr. Akhiruddin Maddu, M.Si)
NIDN. 0007096602

Manufacture Nanocarbon with Battery Waste Carbon Electrode for Supercapacitor Applications

Rizky Amelia¹, Lutpita Mahardika², Ahmad Khakim³

¹Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Bogor Agricultural University

rizkyameria93@yahoo.com

²Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Bogor Agricultural University

lute_mahardika93@yahoo.com

³Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Bogor Agricultural University

ahmadkhakim@ymail.com

Abstract

Carbon material is waste battery electrodes for supercapacitors are potential, since it has a typical two-dimensional structure, high surface area, good chemical stability, and high conductivity. These carbon-based electrodes are candidates for energy storage devices with high performance, this indicates that the carbon waste batteries can be used for supercapacitor electrodes. Supercapacitor which has great potential in the storage of electrical charge, so it can be used as of equivalent fuel oil for motor vehicles, but it also wastes the battery can be recycled, thus reducing the danger of environmental pollution and the public caused by waste batteries containing hazardous chemicals. Carbon material waste converted into nano size batteries using the High Energy Milling (HEM), to find out in the form of nano size using Particle Size Analyzer (PSA) produced 148.54 nm. Furthermore, the carbon material is a mixed nano size Poly (vinylidene fluoride) Polytetra and 1-methyl-2-pyrrolidone, glued in stainless steel. Results of the Carbon morfologinya form characterized using Scanning Electron Microscopy (SEM), crystallinity characterization of structures using X-Ray Diffraction (XRD), with a conductivity value of 7374.00 S/m. This suggests that carbon is a semiconductor material. Results of capacitance value with potentiostat 179.40 F/g for the scan rate 5 mV/s.

Keywords: Carbon waste batteries, HEM, Potentiostat, PSA, Supercapacitor electrodes

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT. Berkat rahmat dan hidayah-Nya Program Kreativitas Mahasiswa Penelitian (PKM-P) yang berjudul “*Pembuatan Nanokarbon dengan Karbon Limbah Baterai untuk Aplikasi Elektroda Superkapasitor*” telah berhasil diselesaikan. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka pelaksanaan PKM-P ini tidak akan berjalan lancar. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, dengan sepenuh hati, penulis menghaturkan terima kasih dan penghargaan kepada pihak-pihak yang telah membantu penyelesaian PKM-P ini khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Akhiruddin Maddu, M.Si selaku dosen pembimbing dan ketua Departemen Fisika yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan-masukan yang membangun kepada penulis selama penyusunan PKM-P ini.
2. Semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Akhirnya, semoga PKM-P ini dapat memberikan manfaat sebagai solusi pemanfaatan elektroda limbah baterai untuk aplikasi elektroda superkapasitor. Secara khusus, laporan ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa dan peneliti dalam memajukan bidang fisika material khususnya dalam pengembangan bahan karbon.

Bogor, Juli 2013

Penulis

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan Negara penghasil sumber daya alam yang melimpah, salah satunya minyak bumi. Perlu kita sadari bahwa hasil produksi minyak bumi akhir-akhir ini menurun dan lama-kelamaan akan habis, sehingga membuat banyak pihak harus berpikir untuk tidak terlalu bergantung pada sumber energi ini. Hal inilah yang menunjukkan bahwa pemenuhan kebutuhan energi menjadi salah satu tantangan yang harus dihadapi dan membutuhkan solusi nyata untuk mengatasi berbagai masalah yang ditimbulkannya, khususnya krisis energi, sehingga banyak peneliti di seluruh dunia mulai memfokuskan penelitian pada bidang energi untuk mencari sumber energi alternatif yang baru dan terbarukan, salah satunya penelitian tentang material untuk pembangkit energi (Destyorini, *et al.* 2010).

Saat ini, penggunaan BBM (bahan bakar minyak) terbanyak adalah kendaraan bermotor, jika bisa menekan penggunaan konsumsi BBM untuk sektor ini, maka bisa dilakukan penghematan yang sangat besar. Piranti penyimpan energi diperlukan agar kendaraan bermotor bisa berjalan setelah sebelumnya mendapat energi dari matahari atau energi listrik. Selain baterai, piranti penyimpan energi adalah kapasitor. Piranti kapasitor dikembangkan dalam konsep superkapasitor. Superkapasitor adalah perangkat elektrokimia yang memiliki kemampuan untuk menyimpan dan melepaskan muatan dengan memberikan kerapatan daya tinggi dalam jangka waktu pendek. Superkapasitor mempunyai kapasitas penyimpanan muatan ribuan kali lipat dan energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitor umumnya. Waktu yang dibutuhkan untuk *recharge* superkapasitor hanya 30 detik dengan kapasitas ratusan farad. Superkapasitor terdiri dari karbon dengan permukaan area yang sangat aktif dan selembur lapisan elektrolit yang tipis yang berfungsi sebagai dielektrik dan pemisah muatan. DLC (*double layer capacitor*) energi tersimpan di dalam lapisan ganda yang terbentuk di dekat permukaan elektroda karbon (Qian Cheng, *et al.* 2011).

Salah satu komponen superkapasitor adalah elektroda (anoda dan katoda). Pemilihan bahan elektroda sangat menunjukkan kinerja superkapasitor, saat ini bahan elektroda yang banyak dikembangkan adalah karbon dan kompositnya. Pembuatan untuk elektroda karbon, dipilihlah karbon limbah baterai. Limbah baterai merupakan salah satu limbah yang berbahaya bagi lingkungan karena baterai mengandung berbagai macam logam berat seperti merkuri, timbal, nikel, dan lithium. Limbah baterai yang tidak ditangani dengan baik, dalam jangka panjang akan berbahaya bagi lingkungan. PT. *Panasonic Gobel Energy* Indonesia, memproduksi baterai kering berbasis mangan dan lithium dua juta unit per-tahun, sehingga setiap tahun limbah baterai meningkat lebih dari dua juta unit bila digabungkan dengan perusahaan-perusahaan yang lainnya dari tahun ke tahun. Karbon limbah baterai didaur ulang menjadi elektroda karbon superkapasitor, diharapkan limbah baterai semakin berkurang dan ancaman pencemaran lingkungan menjadi tertanggulangi (Kusyuniarti, *et al.* 2011).

1.2 Perumusan Masalah

- Semakin meningkatnya limbah baterai dan ancaman terhadap pencemaran lingkungan.
- Kurang maksimalnya daur ulang karbon limbah baterai.
- Apakah karbon limbah baterai dapat dipakai sebagai elektroda karbon pada piranti superkapasitor?

1.3 Tujuan

- Mengurangi dampak limbah baterai dan pencemaran lingkungan.
- Menghasilkan elektroda superkapasitor dari karbon baterai bekas.

1.4 Target Luaran

- Menghasilkan nilai konduktivitas yang tinggi, nilai kapasitansi dari elektroda superkapasitor yang tinggi serta publikasi ilmiah

1.5 Kegunaan

Superkapasitor dapat menjadi piranti penyimpan energi untuk kendaraan bermotor sehingga jika diaplikasikan dapat menekan penggunaan BBM. Selain itu, pemilihan bahan elektroda menggunakan bahan karbon dari limbah baterai dapat meminimalisir limbah baterai yang keberadaannya mengancam kelestarian lingkungan.

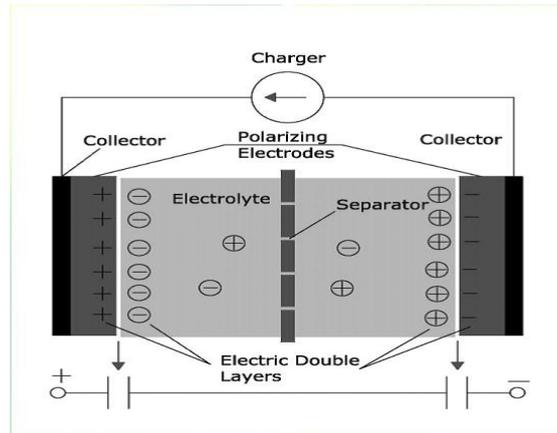
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elektroda Karbon Limbah Baterai

Salah satu jenis karbon memiliki struktur grafit, yang terdapat dalam baterai sel kering, di dalam struktur ini atom-atom karbon membentuk orbital hibridisasi sp^2 yang menghubungkan satu atom karbon dengan atom karbon lainnya. Struktur ini memungkinkan terjadinya pergerakan elektron, sehingga dapat menghantarkan arus listrik. Elektroda ini memiliki keunggulan yaitu sifatnya yang *inert*, sehingga tidak mudah teroksidasi ataupun tereduksi. Sifat *inert* dari karbon ini menunjukkan bahwa bahan karbon dapat digunakan untuk pembuatan elektroda konduktansi. Hal ini mengantarkan kepada suatu pemikiran bahwa baterai yang sudah mati atau sudah tidak dapat digunakan, ternyata dapat dimanfaatkan untuk membuat sebuah elektroda karbon yang terdapat di dalam baterai sel kering (Kuswandi, *et al.* 2001).

2.2 Superkapasitor

Superkapasitor atau disebut juga EDLC (*Electrochemical Double Layer Capacitor*) memiliki kepadatan daya tinggi, kepadatan energi tinggi dan mempunyai siklus hidup lama. Piranti ini mempunyai beberapa komponen diantaranya elektroda, elektrolit dan separator. Elektroda terdiri bahan semikonduktor seperti karbon. Elektrolit dapat berupa cair atau non-cair tergantung pembuatan superkapasitornya. Sedangkan separator ini dibuat dari membran yang berfungsi untuk melewatkan ion-ion yang saling bertukar dari elektroda positif dan negatif (Jayalakshmi, 2008).



Gambar 1 Tipe konfigurasi dari superkapasitor

Prinsip kerja superkapasitor seperti terlihat pada gambar 1 yaitu pada saat pengisian (*charging*), ion-ion dari dua elektroda saling bertukar melewati separator. Ion negatif dari elektroda positif akan bergerak menuju ke elektroda negatif melalui membran separator begitu pula sebaliknya, saat pertukaran ion tersebut muatan disimpan dalam superkapasitor, saat pengosongan (*discharge*), ion-ion dari dua elektroda yang bertukar pada proses *charge* kembali ke posisi semula. Ion negatif kembali ke elektroda positif begitu sebaliknya. Muatan dalam proses ini dikeluarkan dari superkapasitor dan bisa digunakan untuk berbagai keperluan (Jayalakshmi, 2008).

III. METODE PENDEKATAN

Elektroda karbon limbah baterai yang telah *disterilisasi* dan *dimilling* dengan HEM, diuji ukuran partikel menggunakan PSA, diuji konduktivitas dengan LCR meter. Partikel-partikel karbon dibuat komposisi sampel yaitu karbon 90%, *Poly(vinylidene fluoride) polytetra* 10% dicampur dan diberi beberapa tetes *1-methyl-2-pyrrolidone* dalam bentuk sluri (kental) sampai tercampur semua. Hasil campuran tersebut direkatkan pada *stainless steel* yang sudah dibersihkan dengan *aquades* dan *ethanol* 1:10, dipanaskan dengan oven 100 °C selama 24 jam. Karbon yang sudah menempel pada *stainless steel* dimasukkan dalam plastik akrilik, kemudian diuji dengan *potensiostat* untuk menghasilkan nilai kapasitansi. Beberapa pengujian untuk mengetahui morfologi bahan dilakukan dengan uji SEM dan untuk mengetahui bentuk kristal dari sampel diuji dengan XRD.

IV. PELAKSANAAN PROGRAM

4.1 Tempat dan waktu pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biofisika Departemen Fisika, Laboratorium kimia bersama, Departemen Kimia, Institut Pertanian Bogor, dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, mulai bulan Maret sampai Juni 2013.

4.2 Alat dan bahan

Alat yang digunakan yaitu HEM, PSA, LCR Meter, Potensiostat, SEM dan XRD. Bahan yang digunakan yaitu Karbon limbah baterai, H₂SO₄ 1 M, *Methyl Pyrrolidone*, *Poly(vinylidene flouride) Polytetra* (PVDF) dan *Stainless steel*.

4.3 Jadwal kegiatan

Tabel 1 Jadwal Kegiatan

No	Kegiatan Penelitian	Bulan ke 1	Bulan ke 2	Bulan ke 3	Bulan ke 4
1	Tahap Persiapan				
	Pembelian Alat dan Bahan	■			
2	Tahap Pelaksanaan				
	<i>Sterilisasi</i> Karbon	■			
	Penghancuran Karbon dengan HEM	■	■		
	Pengujian Ukuran Partikel Karbon dengan PSA	■	■		
	Pengujian Konduktansi karbon	■	■		
	Pembuatan Elektroda Superkapasitor		■	■	■
	Pengujaian Kapasitansi Elektroda Superkapasitor		■	■	
	Pengujian SEM				■
	Pengujian XRD				■
	3	Pengolahan Data			
Analisis data			■	■	■
4	Tahap Evaluasi Perbaikan				■
5	Tahap Pelaporan				■

4.4 Pelaksanaan

Batang elektroda limbah baterai dibersihkan dengan sabun hingga bersih. Karbon yang sudah bersih dipanaskan dalam oven dengan suhu 100 °C selama 24 jam, kemudian diuji konduktivitas dengan LCR meter dibandingkan dengan batang karbon baterai yang baru, hasilnya tidak beda jauh untuk nilai konduktivitasnya yaitu karbon baru 9.90 S/m dengan 9.60 S/m. Karbon dihancurkan dengan *High Energy Milling* (HEM) untuk menghasilkan partikel nanometer dari karbon.

Pembuatan elektroda superkapasitor yaitu karbon dicampur dengan *Poly(vinylidene flouride) Polytetra* (PVDF) serta ditetesi dengan *Methyl Pyrrolidone*, diaduk secara merata selama 15-20 menit, kemudian dioleskan dalam *Stainless steel*, dipanaskan dalam oven dengan suhu 100 °C selama 24 jam agar karbon bisa merekat dalam *stainless steel* dengan kuat. Desain elektroda karbon dengan ukuran 1x1 cm, diukur dengan potensiostat untuk mengetahui nilai kapasitansi. Elektroda karbon dan serbuk karbon juga diuji menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui struktur morfologi, serta diuji dengan *X-Ray Diffraction*(XRD) untuk mengetahui struktur kristalnya.

4.5 Rancangan dan Realisasi Biaya

Tabel 2 Biaya bahan habis pakai

No.	Nama Bahan	Harga Satuan	Jumlah	Harga
1	H ₂ SO ₄	Rp 50.000	8	Rp 400.000
2	Etanol	Rp 50.000	10	Rp 500.000
3	Aquades	Rp 25.000	10	Rp 250.000
4	Stainless Steel	Rp 200.000	1	Rp 200.000
5	Kertas Akrilik	Rp 5.000	6	Rp 30.000
6	Baut	Rp 80	200	Rp 16.000
7	Masker dan selop tangan	Rp 1.000	100	Rp 100.000
8	Tissue	Rp 5.000	30	Rp 150.000
9	DVD	Rp 5.000	20	Rp 100.000
10	Alat pemotong akrilik	Rp 50.000	1	Rp 50.000
Total				Rp 1.796.000

Tabel 3 Alat untuk penelitian

No.	Nama Bahan	Harga Satuan	Jumlah	Harga
1	Gelas ukur 100 ml	Rp 70.000	4	Rp 280.000
2	Gelas ukur 50 ml	Rp 50.000	4	Rp 200.000
3	Gelas ukur 10 ml	Rp 100.000	3	Rp 300.000
4	Sudip	Rp 7.000	2	Rp 14.000
5	Pipet	Rp 5.000	5	Rp 25.000
Total				Rp 819.000

Tabel 4 Biaya Pengujian Sampel

No.	Nama Alat	Biaya
1	HEM	Rp 400.000
2	PSA	Rp 450.000
3	XRD dan SEM	Rp2.700.000
5	LCR Meter	Rp 400.000
6	Potensiostat	Rp1.400.000
Total		Rp5.350.000

Tabel 5 Biaya perjalanan

No.	Kegiatan	Biaya
1	Transportasi	Rp 1.660.000
Total		Rp 1.660.000

Tabel 6 Biaya lain-lain

No.	Kegiatan	Biaya
1	Pembuatan Poster	Rp 300.000
2	Dokumentasi	Rp 100.000
3	Laporan kemajuan	Rp 50.000
Total		Rp 450.000

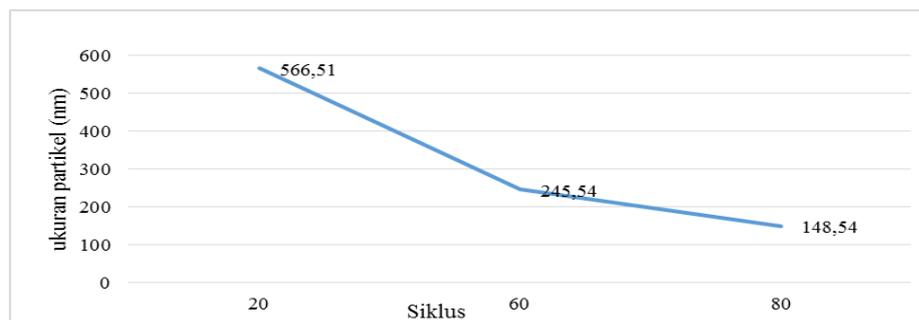
Tabel 7 Biaya total

No.	Jenis Biaya	Jumlah Biaya
1	Alat dan Bahan	Rp 2.615.000
3	Biaya Pengujian sampel	Rp 5.350.000
4	Transportasi	Rp 1.660.000
5	Biaya lain-lain	Rp 450.000
Total		Rp 10.075.000

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ukuran Partikel Karbon Hasil *Milling*

Karbon yang sudah diaktivasi dihancurkan dengan HEM dengan beberapa kali perlakuan *milling*, gambar 2 menunjukkan grafik hasil analisis PSA dari hasil *milling*. Karbon yang dihancurkan dengan HEM dengan perlakuan 20 kali *milling* dengan satu menit tiap satu kali *milling* dan diuji menggunakan PSA menghasilkan ukuran partikel 566.51 nm. Pada perlakuan 60 kali *milling* menghasilkan ukuran partikel 245.54 nm, selanjutnya dengan perlakuan *milling* 80 kali *milling* menghasilkan ukuran partikel 148.54 nm. Hal menunjukkan bahwa dengan perlakuan *milling* 80 kali dengan satu menit tiap satu kali *milling* menghasilkan ukuran nano partikel yang terkecil dari beberapa perlakuan yang telah dilakukan.



Gambar 2 Grafik analisis PSA

Konduktivitas karbon

Konduktivitas listrik adalah kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Hasil dari nilai konduktivitas untuk karbon limbah baterai 9.56 S/m dan untuk karbon baterai baru 9.90 S/m. Hal ini menunjukkan nilai konduktivitas bahan tersebut tidak jauh berbeda antara karbon limbah baterai dari baterai baru, karena bahan karbon yang sudah tidak bisa digunakan kembali agar bisa digunakan lagi yaitu dilakukan *sterilisasi* bahan dengan sabun dan dipanaskan dengan suhu 100 °C dalam oven selama 24 jam. Proses ini untuk menghilangkan bahan karbon dari kontaminasi bahan-bahan kimia lainnya seperti MnO₂.

Tabel 8 Nilai konduktivitas dari bahan karbon limbah baterai

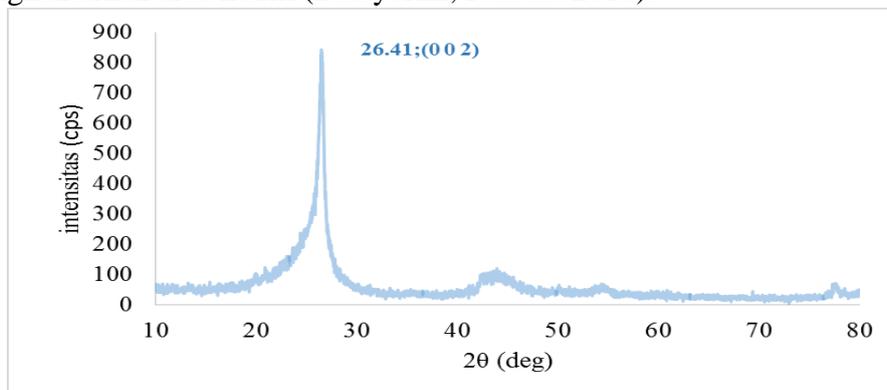
Jenis Bahan	Konduktivitas (S/m)
Karbon baterai baru	9.90
Karbon baterai bekas	9.56
Karbon baterai bekas setelah dimilling (566.51 nm)	734.00
Karbon baterai bekas setelah dimilling (245.54 nm)	3533.00
Karbon baterai bekas setelah dimilling (148.54 nm)	7374.00

Nilai konduktivitas bahan material semikonduktor yaitu terletak pada nilai 10^{-8} S/m sampai 10^3 S/m. Nilai konduktivitas listrik serbuk grafit yang pernah terukur yaitu sebesar 0.34×10^4 S/m. Hal ini menunjukkan bahwa grafit merupakan bahan semikonduktor. Hasil dari karbon limbah baterai yang sudah *disterilisasi* kemudian *dimilling* menggunakan HEM dan didapatkan ukuran partikel 566.51 nm, 245.54 nm, dan 148.54 nm serta menghasilkan nilai konduktivitas yang jauh lebih besar dari bahan yang belum dihancurkan dengan HEM yaitu 734 S/m, 3533 S/m, 7374 S/m. Semakin kecil ukuran dari bahan grafit semakin besar nilai konduktivitasnya. Hal ini dapat menghantarkan arus listrik dengan baik (Destyorini, F. *et al.* 2010).

Struktur Kristal XRD

Derajat kristalinitas merupakan tingkat keteraturan struktur suatu material. Derajat kristalinitas dapat dilakukan dengan cara membagi luas daerah kristalin dan luas daerah seluruhnya (kristalin+amorf). Grafit merupakan material berbasis karbon yang berstruktur kristal, bersifat elastis, dan memiliki konduktivitas termal dan listrik yang baik. (Destyorini, F. *et al.* 2010).

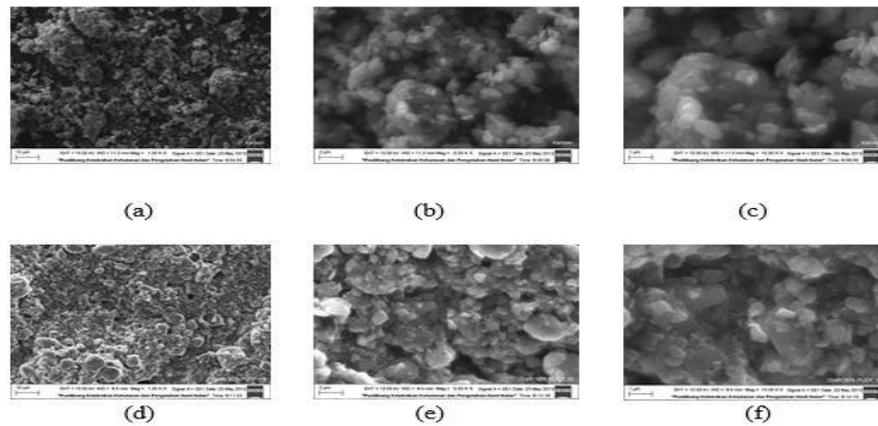
Berdasarkan gambar 3 menunjukkan pola XRD Grafit. Pada gambar tersebut terdapat puncak untuk bidang (002) sesuai untuk struktur grafit. Puncak berada pada sudut $2\theta = 26.41$ derajat kristalinitas 85.4492%, dimana ikatan-ikatan atom karbonnya membentuk struktur heksagonal. Setiap atom karbon memiliki empat elektron valensi, dan untuk mencapai tingkat kestabilan atom sesuai dengan kaidah oktet maka masing-masing elektron valensi tersebut harus berpasangan dengan elektron dari luar. Tiga elektron digunakan untuk membentuk ikatan kovalen dengan atom karbon tetangga terdekatnya, sedangkan elektron yang keempat merupakan elektron yang bebas bergerak melalui permukaan lapisan. Elektron bebas inilah yang menyebabkan material grafit bersifat konduktif atau mampu menghantarkan arus listrik (Destyorini, F. *et al.* 2010).



Gambar 3 Pola XRD Grafit

Morfologi SEM

SEM digunakan untuk mengamati morfologi dari suatu bahan. Prinsipnya adalah sifat gelombang dari elektron yakni difraksi pada sudut yang sangat kecil. Elektron dihamburkan oleh sampel yang bermuatan (karena sifat listriknya). Citra yang terbentuk menunjukkan struktur dari sampel yang diuji. Spesimen sasaran sangat tipis agar berkas yang dihantarkan tidak diperlambat atau dihamburkan terlalu banyak (Helly, Qori Amrina. 2008).



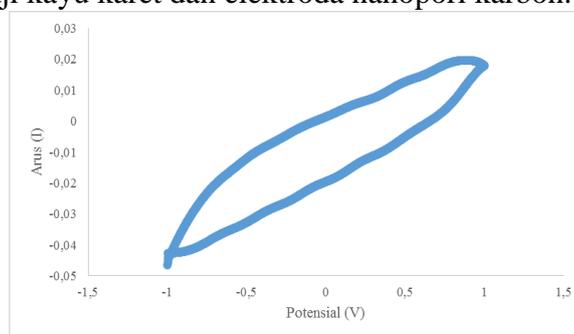
Gambar 4 Permukaan sampel dilihat dengan SEM, (a) Grafit dengan perbesaran 1000, (b) Grafit dengan perbesaran 5000, (c) Grafit dengan perbesaran 10000, (d) Grafit-PVDF dengan perbesaran 1000, (e) Grafit-PVDF dengan perbesaran 5000, (f) Grafit-PVDF dengan perbesaran 10000.

Selanjutnya hasil dari SEM dengan perbesaran 1000 sampai dengan 10.000 kali menunjukkan perbedaan yaitu gambar 4(c) bentuk morfologi dari serbuk grafit dengan perbesaran 10000 kali menunjukkan bahwa semakin jelas poriporinya, sedangkan pada 4(f) bentuk morfologi dari padatan grafit-PVDF dengan perbesaran 10000 kali menunjukkan semakin rapat pori-pori grafit, tertutup oleh PVDF.

Uji Voltametri Siklik

Metode voltametrik merupakan metode elektroanalisis pengukuran arus fungsi potensial (Puranto, P. 2010). Elektroda superkapasitor yang sudah didesain diukur menggunakan potensiostat untuk menghasilkan nilai kapasitansi dari elektroda superkapasitor yang diuji menggunakan voltametri siklik.

Pada gambar 5 menunjukkan hasil dari uji voltametri siklik dari elektroda superkapasitor dengan hasil 179.4 F/g untuk *scan rate* 5 mV/s. Pada penelitian lain dari elektroda karbon dari serbuk gergaji kayu karet dengan penambahan carbon nanotube yang dilakukan oleh (Taer et al. 2010) yaitu sebesar 29.252 F/g, begitu juga setelah diberi RuO_2 yaitu 75 F/g. Serta penelitian elektroda nanopori karbon yang dilakukan oleh (M. Rosi et al. 2012) mempunyai nilai kapasitansi sebesar 39.8 F/g. Hal ini menunjukkan bahwa elektroda nanokarbon dari grafit bisa menghasilkan nilai kapasitansi yang lebih tinggi dibanding elektroda dari karbon dari serbuk gergaji kayu karet dan elektroda nanopori karbon.



Gambar 5 Kurva siklik voltamogram sel superkapasitor

VI. PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Karbon hasil *milling* menghasilkan ukuran partikel 148.54 nm. Karbon limbah baterai yang sudah *dimilling* menghasilkan nilai konduktivitas 7374.00 S/m. Hasil XRD pada bahan grafit terdapat puncak untuk bidang (002) sesuai untuk struktur grafit. Puncak berada pada sudut $2\theta = 26.41$ derajat kristalinitas 85.45%. Selanjutnya hasil dari SEM bentuk morfologi dari karbon sebelum diberi PVDF dalam bentuk serbuk kelihatan ada pori-pori pada grafit, sedangkan setelah diberi PVDF dalam kondisi padatan pori-pori grafit tertutup oleh PVDF. Nilai kapasitansi dari elektroda superkapasitor karbon limbah baterai sebesar 179.40 F/g dengan *scan rate* 5 mV/s.

6.2 Saran

Publikasi jurnal terakreditasi. Pengembangan pembuatan elektroda karbon superkapasitor untuk aplikasi mobil listrik

VII. DAFTAR PUSTAKA

- Destyorini, *et al* .2010. Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Struktur dan Konduktivitas Listrik Arang Serabut Kelapa. *Jurnal Fisika* 122-132. No.123.
- Hadiyawarman, Agus Rijal, Bebeh Wahid Nuryadin, Mikrajuddin Abdullah & Khairurrijal. 2008. *Fabrikasi Material Nanokomposit Superkuat, Ringan dan Transparan Menggunakan Metode Simple Mixing*. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*, Vol. 1, 14-15.
- Helly, Qori Amrina. 2008. Sintesa Hidroksiapatit dengan Memanfaatkan Limbah Cangkang Telur: Karakterisasi Difraksi Sinar-X dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM)[Skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Jayalakshmi M, Balasubramanian K. 2008. *Simple Capacitors to Supercapacitors-An Overview*. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 3: 1196 – 1217: 1202.
- Kuswandi, *et al*. 2001. *Pemanfaatan Baterai Bekas Sebagai Elektroda Konduktansi Sederhana*. *Ilmu Dasar*, Vol.2 No.1, 2001: 34-40.
- Kusyuniarti M, Hadi, Abida. 2011. *Sistem Pengelolaan Limbah Baterai Rumah Tangga Melalui Pendekatan Sosial dan Organisasi*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/44254>.
- Layli Prasojo St. 2012. *Kimia Organik 1.Jilid 1*. <http://ashadisasonko.staff.ipb.ac.id/2012/02/KIMIA-ORGANIK-I.pdf> <24 Juli 2012>
- Puranto, P. 2010. Pengembangan Instrumen Pengkarakterisasi Sensor Elektrokimia Menggunakan Metode Voltametri Siklik. *Telaah* 28: 20-28.
- Qian Cheng, Jie Tang, Jun Ma, Han Zhang, Norio Shinya, Lu-Chang Qin. 2011. *Graphene and Nanostructured MnO₂ Composite Electrodes for Supercapacitors*. *Carbon* 49; 2917–2925.
- Rio Fernandez B. 2011. *Nanomaterial: Sintesis, Karakterisasi, Sifat, dan Peralatan Elektronik* [tesis]. Padang: Program Studi Kimia Pascasarjana, Universitas Andalas.
- Tooley M. 2003. *Rangkaian Elektronik*. Edisi kedua. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

Dokumentasi Kegiatan



Kegiatan anggota PKM dalam Laboratorium (preparasi dan uji bahan)



Rutinitas anggota dan pembimbing

Kwitansi Kegiatan PKM

