

**PENGEMBANGAN ELEKTRODA BERPORI  
DARI KARBON KULIT DURIAN UNTUK KAPASITOR LAPIS  
GANDA ELEKTROKIMIA**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
di Bidang Studi Ilmu Kimia pada Fakultas MIPA**



**Oleh :**

**RIA SARI PUTRI AYU**

**08101003050**

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGEMBANGAN ELEKTRODA BERPORI  
DARI KARBON KULIT DURIAN UNTUK KAPASITOR LAPIS GANDA  
ELEKTROKIMIA**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Sains di Bidang Studi Ilmu Kimia pada Fakultas MIPA**

**Oleh:**

**RIA SARI PUTRI AYU**

**08101003050**

Indralaya, Juli 2017

**Pembimbing I**



Dr. Nirwan Syarif, M.Si  
NIP. 197010011999031003

**Pembimbing II**



Dra. Fatma, M.S.  
NIP. 196207131991022001

**Mengetahui,  
Dekan Fmipa**



**Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc.**

**NIP. 197210041997021001**

## HALAMAN PENGESAHAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “**PENGEMBANGAN ELEKTRODA BERPORI DARI KARBON KULIT DURIAN UNTUK KAPASITOR LAPIS GANDA ELEKTROKIMIA**” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya pada Tanggal 28 Juli 2017 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, Juli 2017

Ketua:

Dr. Nirwan Syarif, M.Si  
NIP. 197010011999031003

(  )

Anggota:

Dra. Fatma, M.S  
NIP. 196207131991022001

(  )

Dr. Hasanudin, M.Si  
NIP. 197205151997021003

(  )

Dr. Miksusanti, M.Si  
NIP. 196807231992032003


(  )

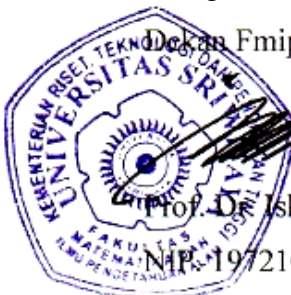
Widia Purwaningrum, M.Si  
NIP. 197304031999032001

(  )

Mengetahui,

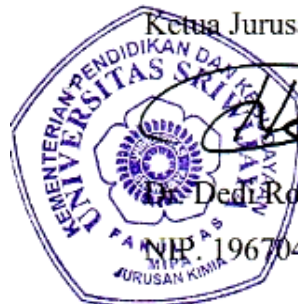
Dekan Fmipa

  
Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc.  
NIP. 197210041997021001



Ketua Jurusan Kimia

  
Dr. Dedi Rohendi, M.T  
NIP. 196704191993031001



## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ria Sari Putri Ayu  
NIM : 08101003050  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri didampingi pembimbing dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Palembang, Juli 2017

Penulis,



Ria Sari Putri Ayu

NIM. 08101003050

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah:

Nama : Ria Sari Putri Ayu  
NIM : 08101003050  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/ Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“PENGEMBANGAN ELEKTRODA BERPORI DARI KARBON KULIT DURIAN UNTUK KAPASITOR LAPIS GANDA ELEKTROKIMIA”** telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematik” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Palembang, Juli 2017

Yang Menyatakan,

Ria Sari Putri Ayu

NIM. 08101003050

## HALAMAN PERSEMBAHAN

(٦) إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا (٥) فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ

*So verily, with the hardship, there is relief. Verily, with the hardship,  
there is relief. – Q.S. Al Insyirah 94: 5-6*

*Semakin parah kau jatuh, maka akan semakin kuat kau untuk bangkit*

*Education is not received, it is achieved*

*Sebagai tanda syukur kepada: Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW  
Sebuah karya kecil dari Ria Sari Putri Ayu, ku persembahkan untuk :*

*Kedua orang tua ku Ayahanda Jhon Kenedy dan Ibunda Masrida*

*Neli, Neda, Dais, Alm. Daan, Nini, Riky dan Mokmok*

*Seseorang akan yang selalu ada dalam hati dan pikiran ku*

**MAPALA SABAK**

*Teman-Teman yang telah berjuang bersama*

*Dan almamater UNSRI*

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji dan Syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pengembangan Elektroda Berpori Dari Karbon Kulit Durian Untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia**” ini sebagai persyaratan untuk mendapat gelar Sarjana Sains dari Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si.** selaku pembimbing utama dan **Ibu Dra. Fatma, M.S.** selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan ilmu, bimbingan, nasihat dan motivasi kepada penulis. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc. selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Hasanudin, M.Si, Ibu Dr. Miksusanti, M.Si dan Ibu Widia Purwaningrum, M.Si. selaku pembahas skripsi. Terimakasih atas saran dan masukannya.
4. Dosen staf pengajar jurusan Kimia yang telah memberikan begitu banyak ilmu yang bermanfaat, Analis kimia dan karyawan Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Kedua orang tua yang sangat saya sayangi, terima kasih untuk selalu percaya dan menyemangati. Yang dengan sepenuh hati memberikan dukungan moril serta ketulusan do'anya sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Untuk saudara-saudari penulis (Neli, Neda, Dais, Alm. Daan, Nini, Riky,

dan Mokmok) dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan semangat untuk melewati tahap demi tahap.

7. Seseorang yang masih menjadi rahasia Illahi, yang selalu saya sebut dalam doa. Semoga kita dipertemukan pada waktu yang tepat, Aamiin
8. Keluarga Besar Mapala SABAK yang telah memberikan berbagai macam pelajaran dan pengajaran tentang apapun.
9. Teman-teman seperjuangan MIKI 2010
10. Adik-adik angkatan 2011 sampai 2016 terimakasih semangat dan kebersamaannya.
11. Teman-teman Kost Ridho yang selalu membuat hari-hariku lebih menyenangkan
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, semoga Allah membalas setiap kebaikan yang dilakukan. Aamiin.

Demikianlah skripsi ini penulis persembahkan, sebagai sebuah karya yang diharapkan dapat bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa penyajian skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.

Wassalamu'alaikum. Wr. Wb .

Indralaya, Juli 2017

Penulis



## RINGKASAN

### PENGEMBANGAN ELEKTRODA BERPORI DARI KARBON KULIT DURIAN UNTUK KAPASITOR LAPIS GANDA ELEKTROKIMIA

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 18 Juli 2017

Ria Sari Putri Ayu, Dibimbing oleh Dr. Nirwan Syarif, M.Si. dan Dra. Fatma, M.S.

xvi + 62 Halaman, 5 Tabel, 14 Gambar, 8 Lampiran

Development Of Pore Electrode Based On Durian Shell Carbon For Electrochemistry Double Layer Capacitor

#### RINGKASAN

Penelitian mengenai pemanfaatan karbon aktif kulit buah durian sebagai elektroda kapasitor lapis ganda elektrokimia telah dilakukan. Tujuan dari penelitian ini membuat karbon berstruktur nano yang dapat dipakai untuk kapasitor lapis ganda elektrokimia dan membuat pelet elektroda serta menguji sifat elektrokimianya. Karbon kulit buah durian dibuat dengan proses karbonisasi selama 16 jam dan dipirolisis *microwave* dengan variasi waktu 15, 20, 25 dan 30 menit. Karbon kulit buah durian diuji nilai konduktivitas, volume pori mikro, total volume pori, dan luas permukaan. Karbon yang memiliki nilai tertinggi dari parameter tersebut akan digunakan sebagai bahan awal elektroda. Elektroda tersebut diuji sifat elektrokimianya untuk mengetahui nilai kapasitansinya. Elektroda dibuat dari karbon pada kontak waktu 25 menit dengan nilai konduktivitas  $0,031 \text{ S.cm}^{-1}$ , volume pori mikro  $0,215 \text{ cm}^3\text{g}^{-1}$ , total volume pori  $0,560 \text{ cm}^3\text{g}^{-1}$ , dan luas permukaan  $475,432 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ . Karbon dikarakterisasi menggunakan XRD, FTIR, dan SEM-EDX. Hasil analisa menunjukkan bahwa karbon mengandung  $\text{SiO}_2$  (*Quartz*) pada puncak  $28,32^\circ$ , mengandung  $\text{KHCO}_3$  (*Kalicinite*) pada puncak  $24,23^\circ$ , dan kristal  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (*Magnetite*) pada puncak  $29,93^\circ$ . Karbon memiliki gugus alkana pada bilangan gelombang  $1440 \text{ cm}^{-1}$ . Karbon kulit buah durian memiliki rongga makropori sebesar  $20 \mu\text{m}$  dengan pori yang disisipi oleh silika. Nilai kapasitansi tertinggi yaitu pada elektroda dengan komposisi 7:3 pada elektrolit  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  2M pada *scan rate* 5 mV yaitu  $0,0183 \text{ F.g}^{-1}$ .

**Kata kunci** : Kulit buah durian, Karbon Berpori, Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia, Voltammetri Siklik

Kepustakaan : 39 (1989 – 2014)

## SUMMARY

### DEVELOPMENT OF PORE ELECTRODE BASED ON DURIAN SHELL CARBON FOR ELECTROCHEMISTRY DOUBLE LAYER CAPACITOR

Scientific Paper in the of Skripsi, 18 Juli 2017

Ria Sari Putri Ayu, Supervised by: Dr. Nirwan Syarif, M.Si. and Dr. Fatma, M.S.

xvi + 62 pages, 5 tables, 14 figures, 8 attachments

Pengembangan Elektroda Berpori Dari Karbon Kulit Durian Untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia

A research about the usage of durian shell as electrochemistry double layer capacitor had been done. The purposes of this research were to synthesize nano sized carbon that could be used as electrochemistry double layer capacitor and to make electrode palette, also to examine its electrochemistry properties. Durian shell carbon was synthesized using carbonization method for 16 hours and pirolized with variuos time of 15, 20, 25, dan 30 minutes. The conductivity value, micro pore volume, total pore volume, and surface area of durian shell carbon were determined. Carbon with the highest value from those parameters were then used as electrode raw material. The electrochemistry properties of the electrode were then tested to acknowledge its capacity value. The electrode was made from carbon with concact time of 25 minutes with conductivity value of  $0,031 \text{ S.cm}^{-1}$ , micro pore volume of  $0,215 \text{ cm}^3\text{g}^{-1}$ , total pore volume of  $0,560 \text{ cm}^3\text{g}^{-1}$ , and surface area of  $475,432 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ . Carbon was characterized using XRD, FTIR, and SEM-EDX. The result showed that the carbon contained  $\text{SiO}_2$  (Quartz) at the peak of  $28,32^\circ$ ,  $\text{KHCO}_3$  (kalicinite) at the peak of  $24,23^\circ$ , and  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  crystal (magnetite) at the peak of  $29,93^\circ$ . The carbon had alkane group at  $1440 \text{ cm}^{-1}$ . Durian shell carbon had micro pore of  $20\mu\text{m}$  with silica in it. The highest capacity value of electrode was at ratio of 7 : 3 with  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  2M with scan rate of 5 mV was  $0,0183 \text{ F.g}^{-1}$ .

Keywords : Durian Shell, Pore Carbon, Electrochemistry Double Layer Capacitor, Cyclic Voltammetry

Cititations : 39 (1989-2014)

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN KARYA ILMIAH</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	ix
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Kulit Durian .....	5
2.2. Karbon Aktif .....	5
2.3. Elektroda Berpori dan Elektroda Karbon .....	7
2.4. Pembuatan Karbon Menggunakan Proses Karbonisasi .....	7
2.5. Pembuatan Karbon Menggunakan Proses Gelombang Mikro .....	9
2.6. Kapasitansi .....	10
2.7. Kapasitor .....	11
2.8. Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia (KLGE) .....	13
2.9. Bilangan Metilen Biru .....	14

2.10. Bilangan Iodin .....	15
2.11. <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	15
2.12. <i>X-Ray diffraction</i> (XRD).....	17
2.13. <i>Fourier Transform InfraRed</i> (FT-IR) .....	18
2.14. Voltammetri Siklik.....	19

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Waktu dan Tempat .....	21
3.2. Alat dan Bahan .....	21
3.2.1. Alat .....	21
3.2.2. Bahan.....	21
3.3. Prosedur Percobaan .....	21
3.3.1. Preparasi Karbon .....	21
3.3.2. Karakterisasi Pori Karbon .....	22
3.3.2.1. Penentuan Bilangan Iodin .....	22
3.3.2.2. Penentuan Bilangan Metilen Biru .....	22
3.3.2.3. Perhitungan Luas Permukaan, Volume Pori Mikro, dan Total Volume Pori.....	23
3.3.3. Karakterisasi Morfologi dan Kristalografi Karbon.....	24
3.3.4. Pengukuran Konduktivitas Karbon Resistansi Listrik....	24
3.3.5. Pembuatan Elektroda Karbon.....	25
3.3.6. Pengujian Sifat Elektrokimia Elektroda.....	25

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Karbonisasi.....	26
4.2. Karakterisasi Pori Karbon .....	27
4.2.1. Daya Serap Karbon Terhadap Iodin .....	27
4.2.2. Daya Serap Karbon Terhadap Metilen Biru.....	28
4.2.3. Volum Pori Mikro ( $V_m$ ), Total Volum Pori ( $V_t$ ) dan Luas Permukaan (SA) dari Karbon .....	29
4.3. Karakterisasi Morfologi dan Kristalografi Karbon .....	30

4.3.1. Identifikasi Struktur dari Karbon Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) .....	30
4.3.2. Identifikasi Gugus Fungsi Menggunakan Fourier Transform Infra Red (FTIR) .....	31
4.3.3. Identifikasi Morfologi Menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM).....	32
4.4 Nilai Pengukuran Konduktivitas dari Karbon Kulit Durian.....	34
4.5 Hasil Pengujian Sifat Elektrokimia Elektroda .....	34
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	38
5.2. Saran.....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>43</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perbandingan Nilai Bilangan Iodin karbon dengan beberapa variasi waktu.....	27
Tabel 2. Perbandingan bilangan metilen biru dengan beberapa variasi waktu.....	28
Tabel 3. Perbandingan Luas Permukaan, Volum Pori Mikro, dan Total Volum Pori karbon dengan beberapa variasi waktu.....	29
Tabel 4. Hasil analisis EDX.....	33
Tabel 5. Nilai Konduktivitas dari Karbon Kulit Durian .....	34

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bentuk dan bagian alat gelombang mikro <i>Ultra X 3504</i> .....	10
Gambar 2. Perbandingan diagram konstruksi dari tiga jenis kapasitor, kiri: kapasitorelektrostatik, tengah: kapasitor elektrolitik, kanan:kapasitor elektrokimia .....	11
Gambar 3. Grafik Ragone yang menunjukkan kepadatan energi vs rapat dayauntukberbagai perangkat penyimpanan energi.....	12
Gambar 4. Struktur penyimpanan energi pada KLGE.....	13
Gambar 5. Alat Scanning Electron Microscopy (SEM) .....	16
Gambar 6. Alat Fourier Transform Infra Red (FTIR) .....	18
Gambar 7. Kurva voltammogram dari elektroda kimia reversible yang memiliki puncak arus katoda dan anoda.....	19
Gambar 8. Karbon hasil Hidrotermal dan karbon hasil gelombang mikro .....	26
Gambar 9. Difraktogram untuk karbon kulit durian.....	30
Gambar 10. Spektrum IR karbon kulit durian .....	31
Gambar 11. Spektrum IR karbon (grafit) .....	31
Gambar 12. Mikrograf perbesaran 1000x dan mikrograf perbesaran 3000x .....	32
Gambar 13. Plot kapasitansi berdasarkan perbandingan elektrolit, konsentrasi elektrolit dan komposisi karbon .....	35
Gambar 14. Plot pengaruh faktor-faktor (Jenis elektrolit, Konsentrasi dan Komposisi) terhadap kapasitansi yang dihitung berdasarkan metode Design Of Experiment (DOE) .....	36

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Konduktivitas dari Sampel Kulit Buah Durian pada Waktu 15, 20, 25, 30 menit .....	44
Lampiran 2. Perhitungan Bilangan Iodin (IN) pada Sampel Kulit Buah Durian .....	46
Lampiran 3. Perhitungan Bilangan Metilen Biru (MBN) pada Sampel Kulit Buah Durian.....	49
Lampiran 4. Perhitungan Mikropori, Total Pori, Dan Luas Permukaan Karbon Yang Dihasilkan Dengan Metoda Regresi Berganda .....	54
Lampiran 5. Data SEM-EDX dari Kulit Buah Durian .....	58
Lampiran 6. Data Difraksi XRD Sampel Kulit Buah Durian.....	59
Lampiran 7. Perhitungan Kapasitansi dari Elektroda Karbon Berpori dari Kulit Buah Durian .....	60
Lampiran 8. Gambar Alat dan Bahan Penelitian.....	62



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Durian adalah salah satu komoditas tanaman buah yang sangat terkenal di Asia tenggara terutama Indonesia. Konsumsi buah durian di Indonesia relatif cukup tinggi dan mencakup semua golongan baik golongan menengah ke atas maupun menengah ke bawah. Menurut riset dari Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Indonesia mampu memproduksi buah durian rata-rata 500-700 ribu ton per tahun. Bagian buah yang dapat dimakan tergolong rendah yaitu hanya 20,52%, hal ini berarti ada sekitar 79,48% yang merupakan bagian yang tidak dimanfaatkan untuk di konsumsi seperti kulit dan biji durian. Jika mengkonsumsi buah durian sebanyak itu sudah tentu menghasilkan limbah berupa kulit durian yang tidak sedikit pula. Limbah tersebut jika dibiarkan akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan jika dibakar akan menimbulkan pencemaran udara.

Kulit durian yang selama ini merupakan limbah dan hampir sama sekali tidak dimanfaatkan ternyata mengandung gizi yang cukup banyak. Kulit durian secara proporsional memiliki kandungan unsur selulosa terbanyak sekitar 50%-60% *carboxymethylcellulose* (CMC) dan lignin 5% (Noer, 2015). CMC pada kulit durian memiliki tiga gugus hidroksil yang reaktif dan memiliki unit berulang-ulang yang membentuk ikatan hidrogen intramolekul dan antar molekul. Ikatan ini memiliki pengaruh yang besar pada kereaktifan selulosa terhadap gugus-gugus lain. Dekomposisi termal *carboxymethylcellulose* (CMC) terjadi pada temperatur 250°C-280°C. Temperatur tersebut lebih rendah dibandingkan dekomposisi termal selulosa asetat dan rayon. Sehingga kulit durian lebih mudah diubah menjadi karbon dibandingkan bahan lainnya (Elkayoubi, 1985). Dari karakteristik tersebut, kulit durian dapat digunakan sebagai bahan baku yang potensial dalam pembuatan karbon.

Kebutuhan masyarakat akan energi khususnya energi listrik di Indonesia makin berkembang, seiring meningkatnya pembangunan di bidang teknologi,

industri dan informasi, sehingga dibutuhkan sebuah perangkat yang mampu dengan sangat efisien menyimpan energi serta diharapkan dapat ramah lingkungan. Energi alternatif yang dapat dimanfaatkan antara lain pemanfaatan biomassa sebagai bentuk energi yang diperoleh secara langsung dari makhluk hidup (tumbuhan), dimana biomassa ini akan dibuat menjadi elektroda karbon.

Karbon dapat berbentuk serbuk dan butiran yang dapat dimanfaatkan sebagai elektroda berpori jika karbon memiliki konduktivitas dan kapasitansi. Untuk dapat mewujudkan itu maka dilakukan pirolisis gelombang mikro dengan tujuan untuk dapat memperbesar pori-pori dari karbon kulit durian sehingga menghasilkan luas permukaan pori karbon yang lebih besar sehingga memiliki daya serap karbon yang lebih tinggi. Dengan pori-pori karbon yang besar dan luas permukaan yang besar juga maka karbon dapat memiliki nilai kapasitansi yang besar pula.

Pirolisis gelombang mikro juga dapat membentuk kristal pada karbon. Dengan melakukan pirolisis gelombang mikro maka dapat dikatakan bahwa karbon kulit durian dapat digunakan menjadi elektroda berpori. Struktur pori internal dan karakteristik permukaan memiliki peran penting dalam proses adsorpsi dan bergantung pada bahan baku yang digunakan serta metode persiapan. Metode-metode yang berbeda dapat digunakan untuk mengkarakterisasi struktur pori (luas permukaan, volume pori, distribusi ukuran pori, dan lain-lain) dari karbon aktif seperti *small angle X-ray*, *mercury porosimetry*, *SEM (Scanning Electron Microscopy)* (Ismadji, 2012).

Aplikasi kapasitor dengan elektroda karbon sebagai media penyimpanan energi telah banyak digunakan dalam bidang elektronik. Hal ini dikarenakan pori pada karbon mampu menyimpan lebih banyak energi dengan ukuran yang lebih kecil, sehingga cocok untuk perkembangan perangkat elektronik berukuran kecil dan bahkan sangat kecil (teknologi nano). Penelitian tentang elektroda dari karbon biomassa sebelumnya telah dilakukan oleh Barmawi (2011) yang membuat elektroda karbon dari serbuk gergaji kayu karet dan Subagio (2006) yang membuat elektroda karbon dari tempurung kelapa. Diketahui bahwa elektroda dari karbon biomassa memiliki kapasitansi yang cukup besar dan juga konduktivitas listrik yang cukup tinggi untuk dapat digunakan sebagai elektroda. Penelitian

sebelumnya juga telah berhasil memproduksi elektroda dari bahan dasar karbon kayu gelam dengan nilai kapasitansi spesifik berkisar antara  $0,01 - 28 \text{ Fg}^{-1}$  dan dipasangkan ke dalam prototipe kapasitor yang menghasilkan nilai kapasitansi terpakai sebesar  $0,001 - 0,208 \text{ F}$  (Syarif, 2012).

## 1.2. Rumusan Masalah

Karbon berpori agar dapat dimanfaatkan sebagai elektroda yaitu harus memiliki konduktivitas (daya hantar) dan kapasitansi (daya simpan). Nilai kapasitansi menunjukkan kemampuan untuk menyimpan energi listrik yang berhubungan dengan daya hantar (konduktivitas) listrik, gugus fungsi, dan pori-pori karbon. Untuk memenuhi syarat tersebut maka dilakukan pirolisis gelombang mikro terhadap kulit durian untuk mendapatkan karbon berpori. Untuk menguji hasil yang didapat dari proses pirolisis maka karbon dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR), dan *X-Ray Diffraction* (XRD). SEM digunakan untuk mengkarakterisasi morfologi karbon sedangkan FT-IR digunakan untuk mengkarakterisasi gugus fungsi yang terkandung pada sampel karbon dan XRD digunakan untuk mengkarakterisasi kristal karbon. Serta kinerja elektroda dari karbon pada kapasitor lapis ganda elektrokimia diukur dengan metode voltametri siklik.

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Membuat karbon berpori dari kulit durian dan melakukan karakterisasi karbon berpori dari kulit durian tersebut menggunakan analisis FTIR, XRD dan SEM.
2. Penentuan volume pori karbon dari kulit durian berdasarkan daya serap terhadap Iodin ( $\text{I}_2$ ) dan metilen biru.
3. Membuat pelet elektroda karbon dari karbon berpori yang berbahan dasar kulit durian yang memenuhi sifat elektrokimia dan menguji kinerjanya dengan metode voltametri siklik.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian yang dilakukan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia dalam hal pengembangan elektroda. Pada penelitian ini akan diperoleh elektroda kapasitor

dengan kemampuan penyimpanan energi dengan daya yang cukup besar serta harga bahan yang relatif murah, dan dapat membantu mengurangi dampak negatif dari sampah kulit durian tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, N.D. (2008). *Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam Pemantuan Proses Oksidasi Magnetic Menjadi Hematic*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional: Bandung
- Ariyanto, Teguh., Imam Prasetyo dan Rochmadi. (2012). Pengaruh Struktur Pori Terhadap Kapasitansi Elektroda Superkapasitor yang Dibuat dari Karbon Nanopori. *Reaktor*, 14(1): 25-32.
- Assefa, A.T. (2010). Speciation of chromium in Algeciras Bay. *Master's Thesis*. The University of Cadiz. Spain.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, (2012). Diunduh dari [www.litbang.pertanian.go.id](http://www.litbang.pertanian.go.id) tanggal 17 Desember 2015.
- Barmawi, Iwantono., Erman Taer dan Akrajas Ali Umar. (2011). Efek Penumbuhan Nanopartikel Platinum pada Elektroda Karbon Terhadap Prestasi Superkapasitor. *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*, 11(1): 1-5.
- Cheremisinoff, N.P.(1993). *Carbon Adsorption of pollutant Control*. John Willey & Sons. Canada.
- Day, R.A., Underwood, A.,L. (2002). *Analisa Kimia Kuantitatif*. Alih Bahasa. Soendoro, R. Erlangga. Jakarta.
- Eisenmann, M. (2000). *ASM Handbook Chapter Volume 7, Metallurgical Engineer*. Porous P/M Technology
- Hardjono, Sastrohamidjojo. (1991). *Dasar-Dasar Spektroskopi*. Penerbit Liberty. Yogyakarta
- Hashim, M. A. (2008). Performance Characterization of Carbon Based Electrical Double Layer Capacitors with PVA and PVA-Cellulose Hybrid Electrolytes. *Master's Thesis*. University of Malaya, Kuala Lumpur
- Horowitz, P and Hill, W. (1989). *The Art of Electronics*. Cambridge: Cambridge University Press
- Hugh, O.P. (1993). *Handbook of Carbon, Graphite, Diamond and Fullerenes*. Noyes Publication. Amerika.
- Ismadji, S. (2012). Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Pembuatan *Bio-Oil*: Sumber Energi Terbarukan.

- Jabit, N. (2007). The Production and Characterization of Activated Carbon Using Local Agricultural Waste Through Chemical Activation Process. *Master's Thesis*. Universiti Sains Malaysia
- Jankowska, H., Swiatskowsk, A., and Comma, J. (1991). *Activated Carbons*. London: Horwood
- Keeley, G.P. and Lyons, M. (2009). The Effects of Thin Layer Diffusion at Glassy Carbon Electrodes Modified with Porous Film of Single-Walled Carbon Nanotubes. *Int. J. Electrochem. Sci.* 4:794-809
- Kim, C. and Yang, K.S. (2003). Electrochemical Properties of Carbon Nanofiber Web as an Electrode for Supercapacitor Prepared by Electrospinning. *Applied Phys. Lett.* 83, 1216-1218
- Kurniawan, O., dan Marsono. (2008). *Superkarbon, Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah dan Gas*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Latifan, R., dan D. Susanti. (2012). Aplikasi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (Pangium Edule) dengan Variasi Temperatur Karbonisasi dan Aktifasi Fisika sebagai Electric Double Layer Capacitor (EDLC). *Jurnal Teknik Material dan Metalurgi*, 1(1) : 1-6.
- Lehmann, C. M. B. (1996). Activated Carbon Adsorbents from Waste Tires for Air Quality Application. *Master's Thesis*. Valparaiso University, Illinois
- Leofanti, G, Tazzola,G, Padovan,M, Petrini,G, Bordiga,S dan Zecchina.A. (1997). Catalyst characterization: applications. *Catalis. Today*. 34: 329-352
- Noer, S., Pratiwi, R.D., Dan Gresinta, E. (2015). Pemanfaatan Kulit Durian Sebagai Adsorben *Biodegradable* Limbah Domestik Cair. *Faktor Exacta* 8(1): 75-78
- Nunes, C.A., and Guerreiro, M. (2011). Estimation of Surface Area and Pore Volume of Activated Carbons by Methylene Blue and Iodine Numbers. *Quim. Nova*, Vol. 34(3) 472-476
- Prabakaran, K., Balamurunga, A., and Rajeswari, S. (2005). Development of Calcium Phosphate Based Apatite from Hen's Eggshell. *Bull. Mater. Sci.* Vol. 28, 115-119
- Puranto, P. dan Imawan, C. (2010). Pengembangan Instrumen Pengkarakterisasi Sensor Elektrokimia Menggunakan Metode Voltametri Siklik. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Telaah*. Vol. 28 (2): 127-131

- Samsiah, Robiatuh. (2009). *Karakterisasi Biokomposit Apatit-Kitosan Dengan Xrd (X-Ray Diffraction), Ftir (Fourier Transform Infrared), Sem (Scanning Electron Microscopy) Dan Uji Mekanik*. Skripsi Jurusan FMIPA IPB. Bogor
- Soekardjo. (1990). *Kimia Anorganik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Stephenson, D.E. (2011). "Microstructure and Transport Properties of Porous Li-ion Electrodes". Ph.D dissertation, Department of Chemical Engineering Brigham Young University.
- Subagio, A. (2006). *Rancang Bangun Sistem Desalinasi Metode Elektroda Paralel Bahan Karbon Aktif Tempurung Kelapa*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Syarif, Nirwan. (2012). *Pengembangan Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia dari Karbon Aktif Kayu Gelam*. Disertasi Kimia FMIPA UI. Jakarta.
- Syarif, N., Anggraningrum, I.T., and Wibowo, W. (2013). Binder-Less Activated Carbon Electrode from Gelam Wood for Use In Supercapacitors. *J. Electrochem. Sci. Eng* 3(2): 37-45
- Syarif, N. dan As'saidah. (2014). *Aplikasi Elektroda Karbon Nanoribbon dari Kulit Batang Kayu Gelam Sebagai Penyimpan Energi dari Sel Surya*. Laporan akhir penelitian unggulan kompetitif UNSRI. Indralaya.
- Trisnawati, Titis. (2008). *Studi Adsorpsi Karbon Mesopori Sintetik Terhadap Methylene Blue*, Skripsi FMIPA Brawijaya. Malang.
- Walczyk, M., A. Swiatkowski, M. Pakula and S. Biniak. (2005). "Electrochemical studies of the interaction between a modified activated carbon surface and heavy metal ions." *Journal of Applied Electrochemistry* 35(2): 123-130.
- Winter, M., and R.J. Brodd. (2004). What Are Batteries, Fuel Cells, and Supercapacitors. *Chem. Rev.*, 2004 104:4245-4269.
- Wulan, R.R. (2012). *Modifikasi Bentonit Terpilar Al Menggunakan Poli(Dialildimetilamonium) dan Polistiren Sulfonat sebagai Adsorben Ion Co(II) Dalam Limbah Cair*. Skripsi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Indonesia: Depok.
- Yudiana, Dian. (2000). *Pengaruh Pemanasan Gelombang Mikro Terhadap Ketahanan Kayu Kemiri (Aleurites moluccana Willd) dari Serangan Jamur Pelapuk Kayu Schizophyllum commune FR*. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

Zhou, Chongfu. (2006). *Carbon Nanotube Based Electrochemical Supercapacitors*. Dissertation. Georgia Institute of Technology. Georgia.