

**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN ELEKTRODA BERBASIS  
KARBON TABUNG NANO DARI JELAGA MINYAK  
WIJEN (*Sesamum Indicum L.*) UNTUK KAPASITOR  
LAPIS GANDA ELEKTROKIMIA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**



**OLEH  
JOSEN ANTONIUS H  
08101003013**

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

**2014**

12: 26780/27341



**SKRIPSI**

**PENGEMBANGAN ELEKTRODA BERBASIS  
KARBON TABUNG NANO DARI JELAGA MINYAK  
WIJEN (*Sesamum Indicum L*) UNTUK KAPASITOR  
LAPIS GANDA ELEKTROKIMIA**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia**

S  
541.3707

jos

P  
2014

C. 143102



**OLEH  
JOSEN ANTONIUS H  
08101003013**

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

**2014**

## HALAMAN PENGESAHAN

# PENGEMBANGAN ELEKTRODA BERBASIS KARBON TABUNG NANO DARI JELAGA MINYAK WIJEN (*Sesunum Indicum L*) UNTUK KAPASITOR LAPIS GANDA ELEKTROKIMIA

## SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

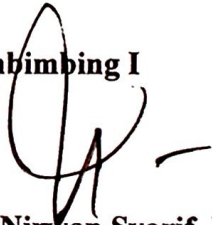
Oleh:

**JOSEN ANTONIUS H**

**08101003013**

Inderalaya, September 2014

Pembimbing I



**Dr. Nirwan Syarif, M.Si.**  
**NIP. 197010011999031003**

Pembimbing II



**Dra. Setiawati Yusuf, M.S.**  
**NIP. 195004071984032001**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Drs. Muhammad Irfan, M.T**  
**NIP. 19640913 199003 1 003**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Pengembangan Elektroda Berbasis Karbon tabung nano dari jelaga Minyak Wijen (*Sesamum Indicum L*) Untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 03 September 2014.

Indralaya, 03 September 2014

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

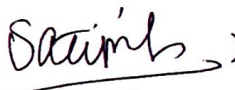
Ketua :

1. Dr. Nirwan Syarif, M.Si.  
NIP. 197010011999031003

(  )

Anggota:

2. Dra. Setiawati Yusuf, M.S.  
NIP. 195004071984032001

(  )

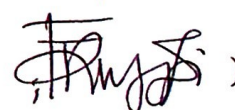
3. Dr. Elfita, MSi  
NIP. 196903261994122001

(  )

4. Dra. Fatma, M.S.  
NIP. 196207131991022001

(  )

5. Fahma Riyanti, M.Si.  
NIP. 197202052000032001

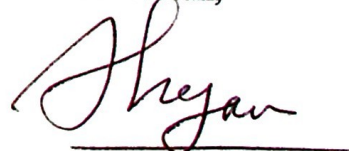
(  )

Mengetahui,  
Dekan FMIPA



Dr. Muhammad Irfan, M.T  
NIP. 196409131990031003

Ketua Jurusan,



Dr. Suheryanto, M.Si.  
NIP. 196006251989031006

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Josen Antonius H

NIM : 08101003013

Judul : Pengembangan Elektroda Berbasis Karbon Tabung Nano Dari Jelaga Minyak Wijen (Sesanum Indicum L) Untuk Kpasitor Lapis Ganda Elektrokimia

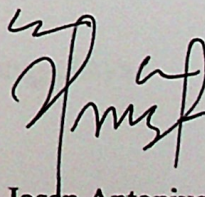
Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplaka/plagiat dalam Laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, 03 September 2014

Penulis,



Josen Antonius H

NIM. 08101003013

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Josen Antoius H  
NIM : 08101003013  
Fakultas/Jurusan : MIPA/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 Berbasis Karbon Tabung Nano Dari Jelaga Minyak Wijen (*Sesamum Indicum L*) Untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusife 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.

Inderalaya, 03 September 2014

Yang menyatakan,



Josen Antoius H

NIM. 08101003013

**MOTTO :**

*"Tuhan mengulurkan tangan-Nya Untuk menolong mereka yang berusaha keras  
(Aeschylus)"*

*"Orang yang menjadi berkat bagi kehidupan orang lain tidak akan menyimpan berkat itu  
hanya untuk dirinya (Barrie)."*

*Mengetahui kehendak Allah adalah hikmat terbesar, menemukan kehendak Allah adalah  
penemuan terbesar, dan melakukan kehendak Allah adalah prestasi terbesar (Criswell)."*

*Dengarlah, TUHAN, dan kasihanilah aku, Tuhan Jadilah penolongku!*

*(Mazmur 30 : 11)*

*Skripsi ini kupersembahkan kepada :*

- ❖ *TUHAN YESUS KRISTUS*
- ❖ *Bapak dan ibuku tercinta yang senantiasa mendoakanku, memberikan perhatian dan kasih sayangnya.*
- ❖ *Abangku, Kakakku, laeku, kaka iparku, bereku dan adekku.*
- ❖ *Saudara-saudaraku tersayang yang selalu membantuku selama ini.*
- ❖ *Almamaterku*

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan berkat dan anugerah-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : “Pengembangan elektroda berbasis karbon tabung nano dari jelaga minyak wijen (*Sesamum Indicum L*) untuk kapasitor lapis ganda elektrokimia”.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya Palembang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam melaksanakan penelitian sampai terwujudnya skripsi ini penulis telah banyak mendapat bimbingan, pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun secara tidak langsung baik secara moral maupun secara materil. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si selaku pembimbing utama yang telah banyak memberikan pengarahan, bimbingan dan bantuan dana dalam melakukan penelitian hingga tersusunnya skripsi ini.
2. Ibu Dra. Setiawati Yusuf, M.S selaku pembimbing pembantu.
3. Ibu Dr. Elfita, M.Si, Ibu Dra. Fatma, M.S, dan Ibu Fahma Riyanti, M.Si sebagai penguji sidang sarjana.
4. DIKTI dalam bantuan dana HIBAH untuk penelitian yang telah saya laksanakan.
5. Bapak Drs. Muhammad Irfan, M.T. selaku Dekan MIPA, Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Suheryanto, M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
7. Staf Dosen dan Analis FMIPA Kimia yang telah memberikan Ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
8. Kedua Orang tuaku (Tuanggi Hutajulu dan Nargis br.Nainggolan), Abangku (Lamparingotan Hutajulu dan Okto preddi Hutajulu, S.P,MM),



- Kaka dan adekku (Lusiana br.Hutajulu, S.Pd, dan Theresia M br.Hutajulu).
9. Patnerku Miswar Prasagi,S.Si, Marini Pardede, S.Si, dan Ida Mariani, S.Si.
  10. Teman-teman MIKI 2010 yang tidak tersebutkan namanya satupersatu.
  11. Mbak NOVI dan RONI yang membantu dalam menyelesaikan administrasi.
  12. Orang yang pernah kudekati Ester Putriani Manurung dan teman-teman Komplek persada (2011,2012,2013, dan 2014, bang Leonardo dan Petter)
  13. Teman Seperjuanganku persada 2010 (Ignatius Sitanggang, Hermanto Tarihoran, Sahat Sinaga, Dana Lingga, Salenasti sibagariang, Winda Sinaga, Rika Saragih, Junita Panggabean, Nova Sagala, Yessi Sinurat).
  14. Teman satu rumahku (Ignatius Sitanggang, Robi Sitorus, Hadi Wicaksono, dan Warsito Sitorus).
  15. Teman- teman seperjuangan Badan Pengurus Cabang GMKI Palembang perode 2013-2015.
  16. Terkhusus Apparaku David Sibarani, Paribanku Riyanti nainggolan dan Fani Siregar dan Appara Kuadrat Robi Sitorus.
  17. Bapak Ahmad dardak, S.Pd, dan Ibu Nurexawati, S.Pd, Putri dan Bang Daniel Oloan Tarihoran S.P.

Penulis mnyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Inderalaya, September 2014

Penulis

## RINGKASAN

PENGEMBANGAN ELEKTRODA BERBASIS KARBON TABUNGNANO DARI JELAGA MINYAK WIJEN (*Senanum Indicum L*) UNTUK KAPASITOR LAPIS GANDA ELEKTROKIMIA.

Karya tulis Ilmiah berupa Skripsi, 03 September 2014

Josen Antonius H, Dibimbing Oleh : Dr.Nirwan Syarif, M.Si. dan Dra.Setiawati Yusuf, M.S.

The Development of Electrode Based Nanotube Cabon From Soot Sesaame Oil (*Sesanum Indicum L*) For Electrochemical Double Layer Capasitor.

xv + 54 halaman, 5 Tabel, 13 bagan, 12 Lampiran.

### RINGKASAN

Telah dilakukan penelitian pengembangan elektroda berbasis karbon tabungnano dari jelaga minyak wijen (*Sesanum Indicum L*) untuk kapasitor lapis ganda elektrokimia. Karbon tabungnano dipreparasi dari pirolisis gelombang mikro jelaga minyak wijen dengan atau tanpa perlakuan akhir secara hidrotermal. Hasil karakterisasi XRD, dan FTIR serta pengujian pori karbon dan sifat konduktivitas listrik menunjukkan bahwa karbon tabungnano yang diperoleh dari pirolisis gelombang mikro tanpa perlakuan hidrotermal adalah yang memenuhi syarat elektroda karbon kapasitor lapis ganda elektrokimia. Data XRD menunjukkan keberadaan kristalin karbon, yaitu pada sudut  $2\theta = 24^\circ - 45^\circ$ . Pola spektrum FTIR menunjukkan nihilnya gugus fungsional pada permukaan karbon. Pengukuran struktur pori karbon dan konduktivitas listrik masing-masing menunjukkan luas permukaan pori sebesar  $592,3 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$  yang didominasi oleh pori mikro dan  $0,1 - 1 \text{ S.cm}^{-1}$ . Keberadaan karbon tabungnano dikonfirmasi dengan hasil foto SEM, dengan presentase C dan O masing-masing sebesar 88,82 % dan 11,18 %. Karbon tabungnano bersama dengan resin epoksi dan trietanolamin kemudian dibentuk menjadi elektroda karbon dengan metoda tekan panas. Elektroda diuji sifat elektrokimianya pada sistem 3 elektroda serta  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , KOH dan  $\text{NaNO}_3$  sebagai elektrolit. Pengujian secara voltametri siklik menunjukkan bahwa nilai kapasitansi elektroda tertinggi adalah sebesar  $0,0251 \text{ Fg}^{-1}$ , yaitu dengan menggunakan KOH 1M sebagai larutan elektrolit.

**Kata kunci** : tabungnano, wijen, pirolisis, gelombang mikro, hidrotermal.

**Kepustakaan** : 32(1989 – 2013)

## SUMMARY

THE DEVELOPMENT OF ELECTRODE BASED NANOTUBE CARBON FROM SOOT SESAME OIL (*Sesamum Indicum L*) FOR ELECTROCHEMICAL DOUBLE LAYER CAPACITORS.

Scientific Paper in the Form of Skripsi, 03 September 2014

Josen Antonius H, Supervised By : Dr.Nirwan Syarif, M.Si. and Dra.Setiawati Yusuf, M.S.

Pengembangan Elektoda Berbasis Karbon Tabungnano dari Jelaga Minyak Wijen (*Sesamum Indicum L*) Untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia.

xv + 54 Page, 5 Table, 13 Pictures, 12 Attachemen.

The research of the development of nanotube carbon based on root sesame oil electrode for electrochemical double layer capacitors has been conducted. Nanotube carbon was prepared by microwave pyrolysis of root sesame oil with or without hydrothermally treatment. XRD, FTIR, carbon pore and conductivity examination showed that nanotube carbon resulted from microwave pyrolysis without hydrothermal treatment was suitable to be used as electrode in the electrochemical double layer. XRD showed the existence of carbon crystal in  $2\theta = 24^\circ - 45^\circ$ . FTIR patterns showed that no functional group on the surface of the carbon. Carbon pore structure measurement showed the pore surface area was  $592,3 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$  which was dominated by micropore and the conductivity was  $0,1 - 1 \text{ S.cm}^{-1}$ . The existence of nanotube carbon was confirmed by SEM image with percentage of C and O were respectively 88,82 % dan 11,18 %. Nanotube carbon along with epoxy and trietanolamin were formed to be carbon electrode by heat pressure method. The electrochemical properties were tested in 3-electrode system with  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , KOH dan  $\text{NaNO}_3$  as electrolytes. Cyclic voltammetry showed that the highest capacitance was  $0,0251\text{Fg}^{-1}$ , which used KOH 1M as the electrolyte.

**Keywords** : nonotube, sesame, phyrolysis, microwaves, hydrothermal.

Citations : 32(1989 – 2013)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN INTEGRITAS .....	iv
HALAMAN PUBLIKASI .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
RINGKASAN .....	ix
SUMMARY .....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Minyak Wijen( <i>Sesamum Indicum</i> L) .....	4
2.2 Karbon dan Alotrop nya .....	4
2.3 Karbon Berstruktur Nano ( <i>Nanotube</i> ) .....	5
2.4 Proses Karbonisasi.....	7
2.5 Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia.....	8
2.6 Voltammetri Siklik .....	10
2.7 Potensiostat .....	12
2.8 <i>Scaning Elektron Microscopy</i> (SEM).....	13
2.9 Metode Analisis Difraksi Sinar - X .....	13
2.10 <i>Fourir Transform Infra Red</i> (FTIR) .....	14

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Serapan Khas Beberapa Gugus Fungsi Pada Spektroskopi Inframerah.....	15
Tabel 2 Perbandingan Hasil pengukuran Bilangan Iodin Beberapa Karbon dari Jelaga Minyak Wijen.....	22
Tabel 3 Perbandingan Hasil Pengukuran Nilai Metilen Biru Beberapa Karbon dari Jelaga Minyak Wijen .....	23
Tabel 4 Hasil Pengukuran Volum mikro ( $V_m$ ), Volum total ( $V_t$ ), dan Luas pori (SA) Karbon dari Jelaga Minyak Wjen.....	24
Tabel 5 Hasil pengukuran Konduktivitas Beberapa Karbon dari Jelaga Minyak Wijen .....	29

## DAFTAR GAMBAR

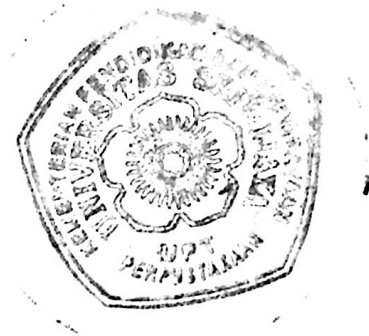
	Halaman
Gambar 1 Model Komputer Karbon <i>Nanotube</i> .....	6
Gambar 2 Degradasi Termal Material Organik Menjadi Karbon .....	7
Gambar 3 Plot Ragone Kepadatan Energi dengan Rapat Daya untuk Empat Perangkat Penyimpanan Energi.....	8
Gambar 4 Kurva Voltamogram Pada Voltametri Siklik .....	11
Gambar 5 Rangkaian Alat Potensiostat .....	12
Gambar 6 Karbon Hasil Pirolisis pada Suhu 800°C.....	21
Gambar 7 Spektra FTIR Beberapa Variasi Karbon .....	25
Gambar 8 Difraksi XRD Beberapa Variasi Karbon .....	26
Gambar 9 Hasil Foto SEM ( <i>Scaning Elektron Microscopy</i> ) Karbon .....	28
Gamabr 10 Data Spektrum EDX Karbon.....	28
Gambar 11 Voltammogram Nilai Kapasitansi Elektroda Perbandinag Karbon 1:2 .....	30
Gambar 12 Voltammogram Nilai Kapasitansi Elektroda Perbandinag Karbon 2:1 .....	31
Gambar 13 Plot Interaksi antara Faktor – faktor Terhadap Nilai Kapasitansi Karbon .....	33

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Diagram Alir Penelitian .....	39
Lampiran 2 Perhitungan Konduktivitas Karbon .....	40
Lampiran 3 Perhitungan Bilangan Iodin (IN) dari Karbon.....	41
Lampiran 4 Perhitungan Bilangan Metilen Biru (MBN) Karbon .....	42
Lampiran 5 Perhitungan Mikropori, Total pori dan Luas Permukaan Pori Karbon .....	43
Lampiran 6 Hasil Karakterisasi XRD Karbon dari Jelaga Minyak Wijen..	44
Lampiran 7 Hasil Karakterisasi SEM-EDX Karbon dari Jelaga Minyak Wijen.....	47
Lampiran 8 Data Spektrum FTIR Karbon dari Jelaga Minyak Wijen .....	48
Lampiran 9 Nilai Kapasitansi Pelet Elektroda dengan Perbandingan Karbon 1 : 2 .....	50
Lampiran 10 Nilai Kapasitansi Pelet Elektroda dengan Perbandingan Karbon 2 :1 .....	51
Lampiran 11 Data Hasil Perhitungan Nilai Kapasitansi Karbon dari Jelaga Minyak Wijen .....	52
Lampiran 12 Gambar Alat dan Bahan Penelitian .....	54

# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1.Latar Belakang

Karbon berstruktur nano sangat berpotensi untuk digunakan sebagai material elektroda Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia (KLGE) karena memiliki kerapatan energi yang tinggi, aksesibilitas pori yang baik, dan biaya pembuatan yang relatif murah (Dietz dkk, 2002). Untuk meningkatkan kapasitansi energi dari KLGE dapat dilakukan dengan menyiapkan material karbon berpori yang memiliki fraksi mesopori dan luas permukaan yang tinggi (Zhu dkk., 2007). Karbon berpori dapat dibuat dengan cara karbonisasi bahan alami seperti batu bara, tempurung kelapa, minyak, kayu, bambu, limbah kertas (Zhang dkk., 2008)

Kapasitor lapis ganda elektrokimia (KLGE) dikenal juga sebagai supercapasitor, telah digunakan secara luas pada bidang elektronik dan transportasi, seperti pada sistem komputer, alat komunikasi dan *pulseaser system*, *hybrid electricalvehicles*, dan sebagainya (Zhu dkk., 2007). KLGE memiliki banyak kelebihan dibanding dengan alat penyimpan energi yang lain seperti baterai. Dari sisi teknis, KLGE memiliki jumlah siklus yang relatif banyak (>100.000 siklus), kerapatan energi yang tinggi, kemampuan menyimpan energi yang besar, prinsip yang sederhana dan konstruksi yang mudah (An dkk., 2001).

Material yang dapat digunakan untuk pembuatan elektroda KLGE antara lain graphene, karbon, karbon berpori, pasta karbon dan komposit karbon (Simon & Burke, 2008). Saat ini, material elektroda dari KLGE komersial menggunakan karbon berstruktur nano yang dibuat dari bahan alam yaitu tempurung kelapa (Miller & Simon, 2008). Pembuatan KLGE masih terus dikembangkan terutama untuk menekan biaya produksi elektroda yang cukup tinggi.

Penelitian sebelumnya telah berhasil memproduksi elektroda dari bahan dasar karbon aktif kayu gelam dengan nilai kapasitansi spesifik berkisar antara 0,01 – 28 Fg<sup>-1</sup> dan serta bekerja pada tegangan 1,6 V (Syarif *et al.*, 2013). Nilai kapasitansi tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil pengukuran KLGE komersial namun dengan tegangan kerja rendah. Menurut Aryanto (2012) kapasitansi



elektroda dipengaruhi oleh struktur pori, gugus fungsi dan konduktivitas. Masing-masing faktor tersebut ditentukan dengan cara penentuan bilangan iodin dan nilai metilen blue karbon, karakterisasi karbon menggunakan FTIR, XRD, dan SEM dengan mempelajari parameter tersebut, kinerja KLGE dapat diperbaiki dengan menggunakan elektroda berbasis karbon berstruktur nano (*nano tube*).

Karbon berstruktur nano dapat diperoleh dari hasil pembakaran plasma dari beberapa minyak. Seperti yang telah dilaporkan Prashant (2005), karbon berstruktur nano dipirolisis dari minyak mustard dan minyak lampu, tetapi pada penelitian tersebut hanya sampai pada tahap karakterisasi FTIR, XRD, dan SEM. Pada penelitian sebelumnya juga dilaporkan oleh Bambang (2013), tentang pengujian konduktivitas karbon berstruktur nano dari karbon hitam (*Carbon Black*) menghasilkan nilai konduktivitas sebesar 1,15 S/cm.

Pada penelitian ini elektroda karbon yang digunakan dibuat dari material karbon berstruktur nano yang diperoleh dari pirolisis jelaga minyak wijen yang dilakukan secara pembakaran plasma dengan bantuan etanol dan perlakuan awal hidrotermal. Mempertimbangkan ketersediaan bahan dasar yang berlimpah serta memiliki kandungan kimia yang hampir sama pada penelitian sebelumnya yang telah dilaporkan oleh Prashant (2005), maka akan dipreparasi karbon berstruktur berpori dari jelaga minyak wijen sebagai bahan material elektroda pada KLGE. Diharapkan karbon yang dihasilkan memiliki struktur nano dan memiliki nilai konduktivitas yang maksimum.

## 1.2. Rumusan Masalah

Elektroda kapasitor lapis ganda elektrokimia yang dibuat dari bahan biomassa biasanya memiliki nilai kapasitansi rendah, sehingga untuk meningkatkan nilai kapasitansi elektroda tersebut dibutuhkan karbon yang berstruktur nano. Untuk itu pada penelitian ini dibuat karbon yang berstruktur nano dari jelaga minyak wijen karena memiliki dimensi yang cukup kecil berkisar 0,01  $\mu\text{m}$ , yang diolah secara pirolisis sebagai bahan dasar pembuatan elektroda dan diharapkan memiliki nilai kapasitansi yang cukup besar untuk dapat diaplikasikan pada pembuatan kapasitor lapis ganda elektrokimia.

### 1.3. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan preparasi dan karakterisasi morfologi karbon dari jelaga minyak wijen dengan variasi perlakuan hidrotermal dan tanpa perlakuan hidrotermal yang memiliki struktur nano dengan analisis FTIR, X-RD, dan SEM dan memiliki karakteristik dengan kemurnian unsur karbon minimal 85 % dan berstruktur nano.
2. Membuat pelet elektroda dari karbon hasil preparasi dengan tanpa perlakuan hidrotermal serta menguji sifat elektrokimianya dengan menggunakan metode voltametri siklik dengan beberapa variasi elektrolit dan memiliki nilai kapasitansi minimal  $0,010 \text{ Fg}^{-1}$ .

### 1.4. Manfaat Penelitian

Secara khusus manfaat dari penelitian ini akan menghasilkan elektroda kapasitor dengan kemampuan penyimpanan energi dan daya yang besar dengan biaya produksi yang relatif murah, sehingga dapat dikembangkan secara komersial guna memenuhi syarat dan permintaan pasar lokal. Selain itu karbon berstruktur nano yang dibuat juga dapat dikembangkan untuk guna keperluan yang sama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, R. C. and Y. K. Mahipal (2011). "Study of Electrical and Electrochemical Behaviour on Hot-press Synthesized Nano-Composite Polymer Electrolyte (NCPE) Membranes: [(70PEO: 30 KNO<sub>3</sub>) + xSiO<sub>2</sub>]." *Int. J. Electrochem. Sci.* 6: 867 - 881.
- An, K. H., Kim, W. S., Park, Y. S., Choi, Y. C., Lee, S. M., Chung, D. C., Bae, D. J., Lim, S. C., and Lee, Y. H., (2001), *Supercapacitors Using Single-Walled Carbon Nanotube Electrodes*, *Adv. Mater.* vol. 13, no. 7, pp. 497-500.
- Andrews, R., Jacques, D., Rao, A.M., Derbyshire, F., Qian, D., Fan, X., Dickey, E.C., and Chen, J., 1999, Continuous production of Aligned carbon nanotubes : A step closer to commercial realization., *Chemical Physics Letters*, 303, 467 - 474.
- Ariyanto, T., Imam, P., dan Rochmadi. 2012. Pengaruh Struktur Pori Terhadap Kapasitansi Elektroda Superkapasitor yang dibuat dari karbon Nanopori. *Reaktor*, Vol. 14
- Boyea, J. M., R. E. Camacho, S. P. Turano and W. J. Ready (2007). "Carbon Nanotube-Based Supercapacitors: Technologies and Markets " *Nanotechnology Law & Business*: 585-593.
- Cristina, B., Deha, P., and Virgil. 2012. Activated Monoliths Based on Carbonaceous Mesophase. *U.P.B. Sri Bull*, Vol.74(1)1454-2331.
- Dai, H. (2002). "Carbon nanotubes: opportunities and challenges." *Surface Science* 500: 218 - 241.
- Deglise, X. and P. Magne (1987). *Pyrolysis and Industrial Charcoal. Biomass: Regenerable Energy*. D. O. Hall and R. P. Overend. Chichester, John Wiley & Sons: 221-235.
- Dietz, S.D. and Nguyen, (2002). Mesoporous Carbo Electrodes for Double Layer Capacitors, *Proceedings of the 2002 NSF Design, Service and Manufacturing Grantees and Research Conference*, Tampa.
- Dubey, P., D. Muthukumar, S. Dash, R. Mukhopadhyay and S. Sarkar (2005). "Synthesis and characterization of water-soluble carbon nanotubes from mustard soot." *Pramana - Journal of Physics* 65(4): 681-697.
- Grundler, P. (2007). *Handbook of Chemical Sensor*. Springer Publisher.
- Harrop, P. and V. Zhitomirsky (2013) *Electrochemical Double Layer Capacitors*:

*Supercapacitors 2013-2023: Ultracapacitors, EDLC, electrochemical capacitors, supercabatteries, AEDLC for electronics and electrical engineering.*

- Hart, H., Craine, L.E., Hart, D.J. 2003. *Kimia Organik, Suatu Kuliah Singkat*. Jakarta: Erlangga
- Juanda-J.S, D. & Cahyono B. 2005. *Wijen : teknik budi daya dan analisis usaha tani*. Yogyakarta : Kanisius. p : 15.
- 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
- Kwon, Y.K., Lee, Y.H., Kim, S.G., Jund, P., Tomanek, D., and Smalley, R.E., 1997, *Morphology and Stability of Growing Multi Wall Carbon Nanotubes*, *Physical Review Letters*, 79, 2065 – 2068
- Lee, Y.H., Kim, S.G., and Tomanek, D., 1997, Catalytic Growth of Single wall carbon nanotubes : An Ab Initio Study, *Physical Review Letters*, 78, 2393 –2396
- Lee, S.-J. and S.-I. Pyun (2009). "Transport Behaviour of Electroactive Species in Ionic Compounds: A Focus on Li Diffusion through Transition Metal Oxide in Current Flowing Condition." *Journal of the Korean Electrochemical Society* 12(1): 1-10. Lekakou, C., O.
- Marinkovic, S. N. (2008). "Review: Carbon nanotubes " *J. Serb. Chem. Soc.* 73 (8 - 9): 891 - 913.
- Mohapatra, S., A. Acharya and G. S. Roy (2012 ). "The role of nanomaterial for the design of supercapacitor." *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 6(3): 380-384.
- 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
- Paul Horowitz, Winfield Hill, *The Art Of Electronics*. Cambridge University Prerss., 1989
- Pari, G. 2004. Kajian struktur arang aktif dari serbuk gergaji kayu sebagai adsorben emisiformaldehida kayu lapis. *Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Insitut Pertanian Bogor*. Bogor.
- Pollak, E., Genish, L., Saltra, G., Soffer, A., and Aurbach, D. 2006. The



- Dependence of the electronic Conductivity of carbon Molecular Sieve Elektrodes on Their Charging States. *J. Phys. Chem.* 110:740-744.
- Sevilla, M., C. Sanchis, T. Valdes-Solis, E. Morallon and A. B. Fuertes (2007). "Synthesis of Graphitic Carbon Nanostructures from Sawdust and Their Application as Electrocatalyst Supports." *The Journal of Physical Chemistry C* 111(27): 9749-9756.
- Simon, P. and Burke A., (2008), *Nanostructured Carbons: Double-Layer Capacitance and More*, The Electrochemical Society Interface, pp. 38-43.
- Skoog, Douglas Arvid, 1984, *Principles of Instrumental Analysis*, Third Edition.
- Syarif, N. (2013). "First principles studies on band structures and density of states of graphite surface oxides." *Int. J. Nano Dimens.* 4(1): 57-62.
- Teng, H, dkk, 2000, *Influence of Different Chemical Reagents On the Preparation of Activated Carbons From Batuminus Coal*, Departement of Chemical Engineering, national Cheng Kung University, Tainan 70101, Taiwan
- 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.
- Zhang, F., T. Zhang, X. Yang, L. Zhang, K. Leng, Y. Huang and Y. Chen (2013). "A high-performance supercapacitor-battery hybrid energy storage device based on graphene-enhanced electrode materials with ultrahigh energy density." *Energy Environ. Sci.* 6: 1623-1632.
- Zhu, Z., Hu, H., Li, W., and Zhang, X., (2007), Resorcinol Formaldehyde Based Porous Carbon as an Electrode Material for Supercapacitors, *Carbon*, vol.45, pp. 160-165.