

**SKRIPSI!**

**PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DALAM PEMBUATAN ELEKTRODA KARBON UNTUK KAPASITOR LAPIS GANDA ELEKTROKIMIA**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di  
bidang studi Kimia**



**OLEH**

**MARINI CHINTIA EVALIN PARDEDE**

**08091003048**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2014**



S  
591.370 7  
Mar  
P  
2014  
CI-1A3119

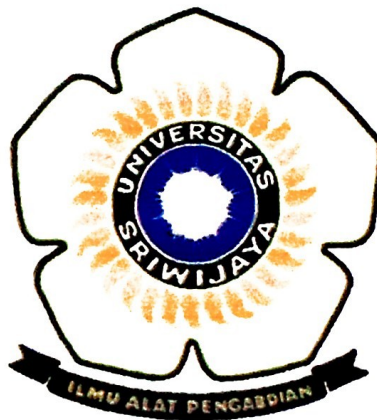
27844 / 28426

**SKRIPSI**



**PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DALAM PEMBUATAN ELEKTRODA KARBON UNTUK KAPASITOR LAPIS GANDA ELEKTROKIMIA**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di  
bidang studi Kimia**



**OLEH**

**MARINI CHINTIA EVALIN PARDEDE**

**08091003048**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2014**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) DALAM PEMBUATAN ELEKTRODA KARBON UNTUK KAPASITOR LAPIS GANDA ELEKTROKIMIA

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Memperoleh Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana

Oleh:

**MARINI CHINTIA EVALIN PARDEDE**

**08091003048**

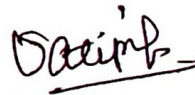
Pembimbing I



Dr. Nirwan Syarif, M.Si  
197010011999031003

Indralaya, September 2014

Pembimbing II



Dra. Setiawati Yusuf, M.Si  
195004071984032001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Muhammad Irfan, M.T  
NIP. 196409131990031003

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Pembuatan Elektroda Karbon untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 09 September 2014.


Indralaya, September 2014.

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Dr. Nirwan Syarif, M.Si

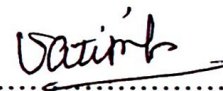
NIP. 197010011999031003

  
(.....)

Anggota :

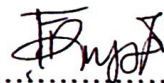
2. Dra. Setiawati Yusuf, M.Si

NIP. 195004071984032001

  
(.....)


3. Fahma Riyanti, M.Si

NIP. 197204082000032001

  
(.....)

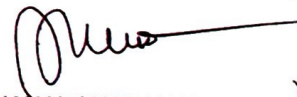
4. Dr. Suheryanto, M.Si

NIP. 196006251989031006

  
(.....)

5. Dr. Muharni, M.Si

NIP. 196903041994122001

  
(.....)



Mengetahui  
Dekan Fakultas MIPA

Drs. Muhammad Irfan, M.T

NIP. 196409131990031003



a.n Ketua Program Studi  
Sekretris Jurusan



Widia Purwaningrum, M.Si  
NIP. 19730403199032001



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Marini Chintia Evalin Pardede

NIM : 08091003048

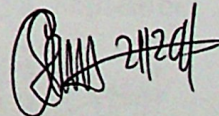
Judul : Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Pembuatan Elektroda Karbon untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan. Apabila ditemukan unsur penjiplakan dalam 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.



Indralaya, September 2014  
Penulis,



Marini Chintia Evalin Pardede  
08091003048



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Marini Chintia Evalin Pardede  
NIM : 08091003048  
Judul : Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Pembuatan Elektroda Karbon untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author).

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

**Indralaya, September 2014**



**Marini Chintia Evalin Pardede  
08091003048**



### *Motto:*

- *Berbahagialah orang yang bertahan dalam pencobaan, sebab apabila ia sudah tahan uji, ia akan menerima mahkota kehidupan yang dijanjikan Allah kepada barangsiapa yang mengasihi Dia (Yakobus 1:12)*
- *Whatsoever ye do, work heartily, as unto the Lord, and not unto men (Colossians 3:23)*
- *Shoot for the moon. Even if you miss, you'll land among the stars (Les Brown)*
- *If you can't fly, then run. If you can't run, then walk. If you can't walk, then crawl. But whatever you do, you have to keep moving forward (Martin Luther King, Jr)*

*Ku persembahkan dengan sangat istimewa buat:*

- *Tuhan Yesus Kristus*
- *Ayah dan Ibuku tercinta*
- *Adik-adik dan sanak saudaraku*
- *Buat orang-orang yang kusayangi dan menyayangiku*
- *Almamaterku*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa karena berkat penyertaan dan kasih-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan penulisan skripsi yang berjudul **"Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Pembuatan Elektroda Karbon Eceng Gondok untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia"**.

Penulisan skripsi ini adalah salah satu syarat kelulusan dalam meraih gelar Sarjana Strata Satu (S-1) di bidang studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari sepenuhnya dalam penulisan skripsi ini tidak akan berjalan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak yang telah turut berpartisipasi dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus, Bapa terhebat yang Penulis miliki dan yang selalu menunjukkan bahwa mujizat itu nyata.
2. Bpk. M.Pardede/ Ibu R. Sitorus, orangtua terkasih, beserta keluarga besar Pardede/Br. Sitorus yang tidak pernah lupa untuk mendoakan penulis, selalu memberikan cinta, dukungan moril dan materi, dan pengorbanan serta tetes air mata buat membesarkan dan mendidik penulis hingga sampai saat ini
3. Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si selaku pembimbing I dan Ibu Dra. Setiawati Yusuf, MS selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, pikiran serta memberi saran dan nasehat kepada penulis demi penyelesaian penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya dan Bapak Dr. Suheryanto, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Ferlina Hayati, M.Si selaku pembimbing akademik.
6. Para Penguji, Bapak Dr. Suheryanto M.Si, Ibu Dr. Muharni, M.Si, serta Ibu Fahma Riyanti, M.Si yang telah meluangkan waktu memberikan saran dan kritik dalam penyelesaian skripsi ini.
7. DIKTI dalam bantuan dana HIBAH untuk penelitian yang telah saya laksanakan.



8. Seluruh staf dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang dimilikinya, kepada analis serta kepada Mbak Novi dan Roni atas segala bantuannya.
9. Ryo David Stevanus Pardede, Rudy Johannes Tarnama Pardede, Dedy Samhaz Romulus Pardede, dan Anabella Gracia Pardede.
10. Acakadul Icons. Ida 'Idott' Maryani, Winda 'Mbull' Okta Lestari, Siska 'Siskong' Sutriani, dan Catur Putri 'PuMa' Pertiwi, serta AcaBonus kami Ummi Habbibah. *I'll be very missing you.*
11. Untuk Gerobak Miki-ku, Angreni Videlia Sinaga, Risnawaty Barus, Laura Trifani Siahaan, Firmauli Sitorus, Angel Pasaribu dan kak Elisa N. Marpaung. *Hope to see you soon.*
12. Teman-teman di Persada yang tidak cukup penulis sebutkan satu per satu. Terkhusus buat Mesry Aritonang, Putri Manurung, Lidya Hutagalung, dan Junita Panggabean (Terima kasih buat tumpangannya) serta kepada Leonardo Silalahi, Hendiko 'Mamii' Panggabean dan Josen Hutajulu.
13. Miki 09, Astri Nurmayansih, Tri 'Itok', Firdaus, Mizwar 'Gago', Natalia Manurung, Itok Hendra Pardede, Itok Frans Simangunsong dan semua orang terkasih yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini.
14. Sahabat-sahabat terbaik penulis yang tetap memberikan dukungan dan perhatian meskipun jauh dari penulis. Indah Sari Atika, Christiani Dewi Sidabutar, Novi Ginting, Citra Silitonga, Noto Iswanto, Surya Salinah, Sujarwedi, Ricky Randall S, dan segenap keluarga ANTIPATI.

Akhir kata, penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis mohon saran dan kritik yang membangun dari pembaca sehingga skripsi ini lebih sempurna dan semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Inderalaya, September 2014

Penulis

## SUMMARY

### THE UTILIZATION OF WATER HYACINTH (*Eichhornia crassipes*) IN THE FABRICATION OF CARBON ELECTRODE FOR ELECTROCHEMICAL DOUBLE LAYER CAPACITORS

Scientific Paper in the form of Skripsi, 09 September 2014

Marini Chintia Evalin Pardede; supervised by Dr. Nirwan Syarif, M.Si and Dra. Setiawati Yusuf, MS.

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Sciences, Sriwijaya University

xvi + 48 pages, 7 tables, 13 pictures, 10 attachments

Study of utilization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in the fabrication of carbon electrode for electrochemical double layer capacitors (EDLC) has been done. Water hyacinth was carbonated using microwave oven. Pore characterization was conducted using iodine and methylene blue examination. Crystallography and morphology of carbon was characterized using XRD, FTIR, and SEM. The electrochemical property of carbon electrode was examined using cyclic voltammetry. The pore surface area of carbon was  $805,40 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ . SEM-EDX showed the existence of carbon and *sylvite* mineral as well the XRD data showed the appearance of peaks in  $28,43^\circ$ ,  $29,46^\circ$ , dan  $40,62^\circ$ . FTIR pattern denoted the existence of  $-\text{OH}$  bounding in  $3500\text{-}3700 \text{ cm}^{-1}$ . The highest number of capacitance reached  $11,8 \text{ Fg}^{-1}$ . DOE (*Design of Experiment*) showed that capacitance was influenced by the electrolyte concentration and scan rate as well. The results concluded that water hyacinth was suitable to be used as carbon electrode material in the electrochemical double layer capacitors.

**Keywords** : water hyacinth, carbon electrode, cyclic voltammetry

Citations : 67 (1976–2012)



## RINGKASAN

PEMANFAATAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) dalam Pembuatan Elektroda Karbon untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 09 September 2014

Marini Chintia Evalin Pardede; Dibimbing oleh Dr. Nirwan Syarif, M.Si dan Dra. Setiawati Yusuf, MS.

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xvi + 48 halaman, 7 tabel, 13 gambar, 10 lampiran

Telah dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam pembuatan elektroda karbon untuk kapasitor lapis ganda elektrokimia (KLGE). Eceng gondok dikarbonisasi menggunakan pemanas gelombang mikro. Karakterisasi pori dilakukan dengan pengujian iodine dan metilen biru. Karakterisasi kristalografi dan morfologi karbon dilakukan menggunakan peralatan XRD, FTIR, dan SEM. Sifat elektrokimia elektroda karbon eceng gondok diuji menggunakan voltammetry siklik. Luas permukaan pori karbon eceng gondok yang dihasilkan adalah  $805,40 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ . Data SEM-EDX menunjukkan adanya karbon dan mineral *sylvite* dalam sampel karbon eceng gondok yang juga ditunjukkan oleh hasil XRD dimana muncul puncak pada  $28,43^\circ$ ,  $29,46^\circ$ , dan  $40,62^\circ$ . Pola spektra FTIR menunjukkan adanya  $-\text{OH}$  pada  $3500\text{-}3700 \text{ cm}^{-1}$ . Nilai kapasitansi elektroda tertinggi mencapai  $11,8 \text{ Fg}^{-1}$ . Analisa DOE (*Design of Experiment*) memperlihatkan bahwa nilai kapasitansi dipengaruhi oleh konsentrasi dan *scan rate*. Semua hasil karakterisasi yang didapat menunjukkan bahwa eceng gondok dapat dijadikan sebagai bahan elektroda karbon pada kapasitor lapis ganda elektrokimia.

**Kata kunci** : eceng gondok, elektroda karbon, voltammetri siklik

**Kepustakaan** : 67 (1976–2012)

**DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pernyataan Integritas.....	iv
Halaman Publikasi.....	v
Motto dan Persembahan .....	vi
Kata Pengantar .....	vii
Summary .....	ix
Ringkasan .....	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel.....	xv
Daftar Lampiran .....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.3. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	3
2.1. Eceng Gondok.....	3
2.2. Elektroda Karbon .....	3
2.3. Kapasitor Lapis Ganda Elektrokima (KLGE).....	4
2.4. Karbon untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia .....	5
2.5. Karbonisasi .....	5
2.6. Pemanasan Gelombang Mikro ( <i>Microwave Heating</i> ).....	6
2.7. Voltammetri Siklik ( <i>Cyclic Voltammetry</i> ).....	7



2.8. Potensiostat .....	7
2.9. Scanning Electron Microscopy (SEM) .....	9
2.10. X-Ray Diffraction (XRD) .....	9
2.11. Fourier Transform Infra Red (FTIR) .....	10
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>12</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
3.2. Alat dan bahan .....	12
3.3. Langkah Kerja.....	12
3.3.1. Preparasi Karbon.....	12
3.3.2. Karakterisasi Pori Karbon .....	13
3.3.2.1. Penentuan Bilangan Iodin Karbon.....	13
3.3.2.2. Penentuan Bilangan Metilen Biru Karbon.....	13
3.3.2.3. Pengukuran Luas Permukaan, Volum, dan Total volume pori .....	14
3.3.3. Karbon Karakterisasi Morfologi dan Kristalografi Karbon.	14
3.3.4.1. Karakterisasi Menggunakan XRD .....	14
3.3.4.2. Karakterisasi Menggunakan SEM .....	15
3.3.4.3. Karakterisasi Menggunakan FTIR.....	15
3.3.4. Pengukuran Konduktivitas .....	15
3.3.5. Pembuatan Elektroda Karbon .....	15
3.3.6. Pengujian Sifat Elektrokimia Elektroda.....	16
3.4. Analisa Data.....	16
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
4.1. Karbonisasi .....	17
4.2. Karakterisasi Pori Karbon Eceng Gondok.....	18
4.2.1. Penentuan Bilangan Iodin Karbon Eceng Gondok .....	18
4.2.2. Penentuan Bilangan Metilen Biru Eceng Gondok .....	19
4.2.3. Luas Permukaan, Volume, dan Total Volume Pori Karbon	20
4.3. Karakterisasi Morfologi dan Kristalografi Karbon.....	20
4.3.1. Karakterisasi dengan <i>X-Ray Diffraction</i> .....	20
4.3.2. Karakterisasi dengan <i>Scanning Electron Microscope</i> .....	21

4.3.3. Karakterisasi dengan <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> .....	23
4.4. Konduktivitas Karbon Eceng Gondok .....	24
4.5. Sifat Elektrokimia Elektroda Karbon .....	24
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1. Kesimpulan.....	32
5.2. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA .....	33
LAMPIRAN.....	39

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1. Struktur KLGE .....	4
Gambar 2.2. Voltammogram dari elektroda kimia reversibel yang memiliki puncak arus katoda dan anoda.....	7
Gambar 2.3. Tampilan <i>form</i> perangkat lunak <i>visual basic</i> pada PC untuk hasil pengujian dalam bentuk voltammogram dan tabel data.....	8
Gambar 2.4. Skema sinar datang dan sinar terdifraksi oleh kisi kristal .....	10
Gambar 2.5. Cara kerja peralatan FTIR .....	11
Gambar 4.1. Eceng gondok (A) hasil preparasi secara hidrotermal dan (B) hasil pemanasan gelombang mikro. ....	18
Gambar 4.2. Grafik jumlah metilen biru yang teradsorp oleh karbon .....	19
Gambar 4.3. Spektrogram XRD karbon eceng gondok (+ = karbon, ICDD no. 41-1478; * = KCl ( <i>sylvite</i> ), JCPDS no. 01-073-0380) .....	21
Gambar 4.4. Mikrograf karbon eceng gondok dengan (A) 300 dan (B) 2000 kali perbesaran.....	21
Gambar 4.5. Difraktogram SEM-EDX karbon eceng gondok .....	22
Gambar 4.6. Spektrum IR karbon eceng gondok.....	23
Gambar 4.7. Plot pengaruh faktor terhadap nilai kapasitansi elektroda karbon eceng gondok.....	29
Gambar 4.8. Plot interaksi antar faktor terhadap kapasitansi elektroda karbon eceng gondok.....	30



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
1. Hasil analisis EDX unsur-unsur karbon eceng gondok.....	22
2. Kapasitansi elektroda karbon eceng gondok (3:7) dengan elektrolit KOH yang diukur menggunakan potensiostat.....	25
3. Kapasitansi elektroda karbon eceng gondok (3:7) yang diukur menggunakan potensiostat dengan menggunakan elektrolit $K_2C_2O_4$ .....	26
4. Kapasitansi elektroda karbon eceng gondok (3:7) yang diukur menggunakan potensiostat dengan menggunakan elektrolit $H_2SO_4$ .....	26
5. Kapasitansi elektroda karbon eceng gondok (7:3) yang diukur menggunakan potensiostat dengan menggunakan elektrolit KOH .....	27
6. Kapasitansi elektroda karbon eceng gondok (7:3) yang diukur menggunakan potensiostat dengan menggunakan elektrolit $K_2C_2O_4$ .....	28
7. Kapasitansi elektroda karbon eceng gondok (7:3) yang diukur menggunakan potensiostat dengan menggunakan elektrolit $H_2SO_4$ .....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Gambar alat dan bahan .....	39
Lampiran 2. Diagram alir .....	40
Lampiran 3. Perhitungan bilangan iodin karbon eceng gondok.....	41
Lampiran 4. Perhitungan bilangan metilen biru (MBN) karbon eceng gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> ).....	42
Lampiran 5. Perhitungan luas permukaan (S), volume pori (Vm) dan total volume (Vt) pori karbon eceng gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) ..	43
Lampiran 6. Hasil karakterisasi XRD karbon eceng gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) .....	44
Lampiran 7. Hasil karakterisasi SEM-EDX karbon eceng gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) .....	45
Lampiran 8. Data spektrum FT-IR standard untuk karbon (grafit).....	46
Lampiran 9. Perhitungan konduktivitas karbon eceng gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) .....	47
Lampiran 10. Kurva voltammogram karbon eceng gondok ( <i>Eichhornia crassipes</i> ) .....	48





## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Karbon yang berasal dari biomassa telah banyak dikembangkan karena bersumber dari bahan yang terbarukan (*renewable*). Karbon yang diaktivasi akan memiliki luas permukaan tinggi akibat adanya pori-pori berukuran sangat kecil yang berkisar dari ukuran mikro (dibawah 20Å) hingga makro (500Å). Beberapa karbon hasil aktivasi dari biomassa diantaranya adalah karbon cangkang kelapa sawit, kulit singkong, labu, ban bekas, tebu, tandan pisang, biji kopi, kayu matoa, dan lainnya.

Eceng gondok merupakan biomassa yang sering digunakan sebagai sumber karbon, akan tetapi pemanfaatannya masih terbatas dalam bidang adsorpsi. Ketersediaan eceng gondok yang cukup melimpah menjadikan tumbuhan ini berpotensi untuk diaplikasikan dalam pembuatan elektroda untuk Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia (KLGE). Elektroda berguna untuk menghubungkan rangkaian kimia sehingga proses kimia tersebut dapat terjadi. KLGE sendiri merupakan kapasitor elektrokimia yang mempunyai rapat energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitor konvensional. Elektroda dari karbon biomassa diketahui memiliki kapasitansi yang cukup tinggi, misalnya elektroda berbahan karbon tempurung kelapa yang memiliki kapasitansi sebesar 84,4 mFg<sup>-1</sup> dan tempurung kluwak sebesar 29,1 Fg<sup>-1</sup>.

Pembuatan elektroda dari karbon biomassa eceng gondok sudah pernah dilakukan oleh Rajawat *et al* (2012) tetapi sifat elektrokimianya belum diuji. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian sifat elektrokimia elektroda karbon eceng gondok. Preparasi karbon eceng gondok dilakukan dengan pirolisis secara hidrotermal terhadap biomassa eceng godok dan dilanjutkan dengan pemanasan menggunakan gelombang mikro.

## 1.2. Rumusan Masalah

Selain ketersediaan yang melimpah dan luas permukaan tinggi, eceng gondok juga memiliki serat yang cukup tinggi sehingga bisa dijadikan sebagai sumber karbon untuk elektroda. Pada penelitian-penelitian sebelumnya, eceng gondok telah diketahui dapat dibuat sebagai bahan elektroda tetapi kapasitasnya belum diketahui. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan karbon eceng gondok serta menghitung luas permukaan dan konduktivitas listriknya. Selanjutnya, karbon eceng gondok dijadikan sebagai bahan dalam pembuatan elektroda karbon. Pengukuran nilai kapasitas dan pengujian sifat elektrokimia elektroda karbon eceng gondok dilakukan menggunakan metode voltametri siklik.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun penelitian ini dilakukan dengan tujuan:

1. Membuat material yang memenuhi syarat untuk digunakan sebagai elektroda pada kapasitor lapis ganda elektrokimia, yakni luas permukaan ( $600-1200 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$ ), konduktivitas ( $0,001-1,5 \text{ Scm}^{-1}$ ), dan mengandung kristalin grafit
2. Membuat pelet elektroda yang memenuhi sifat elektrokimia (nilai kapasitas minimal  $1 \text{ mFg}^{-1}$ ) serta mengujinya dengan metode *cyclic voltammetry*

## 1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang karbon eceng gondok sebagai bahan pembuatan elektroda karbon yang lebih ekonomis sehingga dapat dijadikan sebagai piranti energi alternatif.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal, R.C., Mahipal, Y.K. and Sulbaran, M.B. 2011. Study of Electrical and Electrochemical Behaviour on Hot-Press Synthesized Nano-Composite Polymer Electrolyte (NCPE) Membrane. *Int. J. Electrochem. Sci.* 6: 867-881
- Ahamed, K.R., Chandrasekaran, T., and Kumar A.A. 2013. *Characterization of Activated Carbon Prepared from Albizia lebbek by Physical Activation*. IJIRI. 1:26-31
- Akhmad, A. 2005. Pengaruh Temperatur Karbonisasi dan Konsentrasi Zink Klorida ( $ZnCl_2$ ) Terhadap Luas Permukaan Karbon Aktif Eceng Gondok. *Jurnal Skirpsi*
- Atkins, P.W. 1999. *Kimia Fisika Jilid 1, Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga
- Basu, P. 2006. *Combustion and Gasification in Fluidized Beds*. New York: CRC
- Callister, W.D., 2003. *Materials Science and Engineering*. New York: John Wiley & Sons
- Conway, B.E. 1999. *Electrochemical Supercapacitors-Scientific Fundamental and Technological Applications*. New York: Kluewer
- Cullity, B.D., & Stock, S.R. 2001. *Elements of XRay Diffraction*. New Jersey: Prentice Hall
- Dahlan, B. 2012. Studi Awal Penggunaan Limbah Kayu Matoa Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Karbon Aktif untuk Adsorpsi Limbah Timbal II. *Skripsi Jurusan Fisika Universitas Negeri Papua*
- Danarto, Y.C. 2008. *Pengaruh Aktivasi Karbon dari Sekam Padi pada Proses Adsorpsi Logam Cr (VI)*. Surakarta: UNS
- Destyorini, F., Suhandi, A., Subhan, A., dan Indyaningsih, N. 2010. Pengaruh Suhu Karbonisasi terhadap Struktur dan Konduktivitas Listrik Arang Serabut Kelapa. *Jurnal Fisika*. Vol. 2: 122-132
- Dewobroto, W. 2004. *Aplikasi Sains dan Teknik dengan Visual Basic 6.0*. Jakarta: PT Elek Media Komputindo
- Ekpete, O.A. and Horsfall, M. 2011. Preparation and Characterization of Activated Carbon Derived from Fluted Pumpkin Stem Waste. *Res. J. Chem. Sci.* Vol. 1(3)10-17

- Frankowiak, F., and Beguin, F. 2001. Carbon materials for the Electrochemical Storage of Energy in Capacitors. *Carbon* 39, 937-950
- Goldstain, J. 2003. *Scanning Electron Microscope and X-ray Microanalysis*. New York: Springer US
- Griffiths, P.T., and de Haseth, J. 2007. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. New Jersey: John Wiley & Sons
- Hartanto, S. dan Ratnawati. 2010. Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. Vol 12(1): 12-16
- 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
- Husni, H. dan Rosnelly C.M. 2008. Preparasi dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Batang Pisang Menggunakan gas Nitrogen. *Laporan penelitian*. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala Darussalam
- Ikawati, M. 2010. Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati. *Skripsi Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro*
- Isichei, T.O., and Okieimen, F.E. 2012. Adsorption of Phenol Onto Water Hyacinth Activated Carbon-Kintics and Equilibrium Studies. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*. 4(13): 234-241
- 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
- Kanawade, S.M. and Gaikwad, R.W. 2011. Removal of Methylene Blue from Effluent by Using Activated Carbon and Water Hyacinth as Adsorbent. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*. Vol. 2(5): 317-319
- 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

- Keiser, H., Beccu, K.D., and Gutjahr, M.A. 1976. Supercapacitors: Materials, Systems and Applications. *Electrochem. Acta* 21. 539-685
- 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
- Kurniati, E. 2008. Pemanfaatan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Arang Aktif. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik* Vol. 8 (2)96-103
- Kusumo, A.S. 2002. *Buku Latihan Pemrograman Database dengan Visual Basic 6.0*. Jakarta: PT Elek Media Komputindo
- Lee, S.J., Pyun, S.I., and Jeong, H.K. 2009. Transport Behaviour of Electroactive Species in Ionic Compounds. *Journal of the Korean Electrochemical Society*. Vol. 12(1)1-10
- Lehmann, C. M. B. 1996. Activated Carbon Adsorbents from Waste Tires for Air Quality Application. *Master's Thesis*. Valparaiso University, Illinois
- Manocha, S.M. 2003. Porous Carbons. *Sadhana*, 28: 335-348
- Minkova, V., Razvigorova, M., Bjornbom, E., Zanzi, R., Budinova, T., and Petrov, N. 2001. Effect of Water Vapour and Biomass Nature on the Yield and Quality of the Pyrolysis Products from Biomass. *Fuel Processing and Technology*, Vol 70, No. 1, 9 (53-61)
- Navarro, L., and Phiri, G. 2000. *Water Hyacinth in Africa and the Middle East*. Canada: International Development Research Centre
- Ng, C., Marshal R., Rao, M., Rishipal R.B., Jack, N.L. and Ralph, J.A. 2002. Granulated Activated Carbons from Agricultural by-Products: Process Description and Estimated Cost of Production. *LSU Ag Center Bulletin Number 881*
- Nurdiansyah, H. dan Susanti Diah. 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak terhadap Nilai Kapasitansi *Electric Double Layer Capacitor* (EDLC). *Jur. Tek. Pomits*. 2(1): 2337-3539
- Nurulhuda, 2008. Preparation of Activated Carbon from Water Tyre Char Impregnated with Potassium Hydroxide and Carbon Dioxide Gasification. *Master's Thesis*. Universiti Sains Malaysia
- 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



- Pollak, E., Genish, I., Salitra, G., Soffer, A., and Aurbach, D. 2006. The Dependence of the Electronic Conductivity of Carbon Molecular Sieve Electrodes on Their Charging States. *J. Phys. Chem.* 110:740-744
- 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
- Priyotomo, G. 2007. Perubahan Struktur Kristal Material Berbasis karbon terhadap Konduktivitas. *Jurnal Metalurgi.* Vol. 22, 177-183
- 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
- Purnomo, S.E. 2010. Pembuatan Arang Aktif dari Kulit Biji Kopi dan Aplikasinya Sebagai Adsorben Zat Warna *Methylene Blue* (Kation) dan *Naphthol Yellow* (Anion). *Skripsi Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga*
- Qureshi, K., Bhatti, I., Kazi, R., and Ansari, A.K. 2008. Physical and Chemical Analysis of Activated Carbon Prepared from Sugarcane Bagasse and Use for Sugar Decolorisation. *International Journal of Chemical and Biological Engineering.* Vol. 1(3): 144-148
- Ra, E.J., Raymundo-pinero, E., Lee, Y.H., and Beguin, F. 2009. High Power Supercapacitors Using Polycrylonitrile Carbon Nano Fiber Paper. *Carbon.* 47: 2984-2992
- Rajawat, D.S., Srivastava, S., and Satsangee, S.P. 2012. Electrochemical Determination of Mercury at Trace Levels Using *Eichhornia crassipes* Modified Carbon Paste Electrode. *Int. J. Electrochem. Sci.* Vol. 7: 11456-11469
- Ratnani, R.D. 2005. Proses Pirolisis Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) menjadi Karbon Aktif dengan Bahan Pengaktif Natrium Klorida (NaCl). *Momentum.* Vol. 1(1): 5-10
- Rogers, H., and Davis, D.E. 1972. Nutrient Removal by Water Hyacinth. *Weed Science* 20, 473-477
- Rosi, M., Iskandar, F., Abdullah, M., dan Khairurrijal. 2013. Sintesis Nanopori Karbon dengan Variasi Jumlah NaOH dan Aplikasinya sebagai Superkapasitor. *Seminar Nasional Material 2013:* 74-77
- Saleh, T.A. 2013. The Role of Carbon Nanotubes in Enhancement of Photocatalysis. <http://www.intechopen.com/books/syntheses-and->

*applications-of-carbon-nanotubes-and-their-composites/the-role-of-carbon-nanotubes-in-enhancement-of-photocatalysis#SEC3*. Diakses pada 10 Juli 2014.

- Selverston, S.M. 2011. Supercapacitor Electrodes Based on Graphene Materials. *Master's Thesis*. San Jose State University. California
- Setyaningsih, H. 1995. Pengolahan Limbah Batik dengan Proses Kimia dan Adsorpsi Karbon Aktif. *Tesis*. Program Pasca Sarjana, Universitas Indonesia
- Sivaraj, R., Venckatesh, R., Gowry, and Sangeetha, G. 2010. Activated Carbon Prepared from *Eichhornia crassipes* as an Adsorbent for the Removal of Dyes from Aqueous Solution. *International Journal of Engineering Science and Technology*. Vol. 2(6): 2418-2427
- Soesanto, H. 2007. *Pembuatan Isoeugenol dari Eugenol Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro*. Skripsi Departemen Teknologi Industri Pertanian IPB
- Sudirjo, E. 2006. *Penentuan Distribusi Benzena & Toluena pada Kolom Absorbansi Fixed-Bed Karbon Aktif*. Fak. Teknik UI
- Sugumaran, P., Susan, V.P., Ravichandran, P., and Seshadri, S. 2012. Production and Characterization of Activated Carbon from Banana Empty Fruit Bunch. *Journal of Sustainable Energy & Environment* 3. 125-132
- Surdia, T., dan Saito, S. 1991. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Syarif, N. and Pardede, M.C. 2014. Hydrothermally Assisted Microwave Pyrolysis of Water Hyacinth for Electrochemical Capacitors Electrodes. *Int Trans J Eng Manag Sci Tech*. Vol. 5(2)95-104
- 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
- Taer, E. dan Farma, R. 2011. Superkapasitor dengan Rapat Energi dan Daya Besar. FMIPA/Fisika Universitas Riau. *Laporan Penelitian*
- Taylor, M. 2005. *Developments in Microwave Chemistry*. Evaluaserve
- Thermo Nicolet. 2001. *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. Wisconsin: Thermo Nicolet Corporation



- Timi, T., Wankasi, D., and Horsfall, M. 2011. Preparation and Characterization of Activated Carbon from Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Scientia Africana*. Vol. 10(1): 21-27
- Vargese, S., Vinod, V.P., and Anirudhan, T.S. 2004. Kinetic and Equilibrium Characterization of Phenols Adsorption onto a Novel Carbon in Water Treatment. *Indian Journal of Chemical Technology*. Vol. 11: 825-833
- Widyastuti, A., Sitorus, B., dan Jayuska, A. 2013. Karbon Aktif dari Limbah Cangkang Sawit Sebagai Adsorben Gas dalam Biogas Hasil Fermentasi Anaerobik Sampah Organik. *JKK*. Vol 2(1): 30-33
- Yudi, A. 2011. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Ban Bekas dengan NaCl Sebagai Bahan Pengaktif pada Temperatur Aktivasi Fisika 600 dan 650°C. *Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*
- Zhang, X. and Hayward, D.O. 2006. Applications of Microwave Dielectric Heating in Environment-related Heterogeneous Gas-Phase Catalytic Systems. *Inorganica Chimica Acta*, Vol 359 (11): 3421-3433