

**PEMBUATAN ELEKTRODA BANTU(*COUNTER ELECTROD*) BERBASIS  
ARANG TEMPURUNG KELAPA YANG DIAKTIFKAN DENGAN ASAM  
KLORIDA (HCl)**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA 2020**

## LAPORAN TUGAS AKHIR

**PEMBUATAN ELEKTRODA BANTU(*COUNTER ELECTROD*) BERBASIS ARANG TEMPURUNG KELAPA YANG DIAKTIFKAN DENGAN ASAM KLORIDA (HCl)**



Disusun oleh:

Nama : Rian Andreanta

NIM : 41313010045

Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
JULI 2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PEMBUATAN ELEKTRODA BANTU (*COUNTER ELECTRODE*) BERBASIS  
ARANG TEMPURUNG KELAPA YANG DIAKTIFKAN DENGAN ASAM  
KLORIDA (HCl)**



Pada tanggal : 04 AGUSTUS 2020

Mengetahui :

Dosen Pembimbing

(Rita Sundari, Dr., M.Sc.)

Koordinator Tugas Akhir

(Alief Avicenna Luthfi, S.T., M.Eng.)

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini.

NAMA	: RIAN ANDREANTA
NIM	: 41313010045
JURUSAN	: TEKNIK MESIN
FAKULTAS	: TEKNIK
JUDUL TUGAS AKHIR	: PEMBUATAN ELEKTRODA BANTU( <i>COUNTER ELECTROD</i> ) BERBASIS ARANG TEMPURUNG KELAPA YANG DIAKTIFKAN DENGAN ASAM KLORIDA (HCl)

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plahiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempetanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Jakarta, 22 JULI 2020



( RIAN ANDREANTA )

## PENGHARGAAN

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala kemudahan dan kebahagiaan dalam menyelesaikan laporan kerja praktek ini. Laporan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar sarjana S-1.

Dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, penyusun banyak mendapat bantuan, arahan dan dorongan dari banyak pihak, terutama dosen pembimbing, partner , rekan sejawat dan keluarga. Pada kesempatan ini saya sampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Nanang Ruhiyat ST, MT selaku ketua program studi Teknik Mesin.
2. Dosen pembimbing ibu Rita Sundari, Dr , M.Sc., dan Bapak Sagir Alva, S.Si, M.Sc, Ph.D yang telah sabar dalam membimbing dan memberikan dukungan dan semangat kepada penulis..
3. Bapak Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng selaku koordinator tugas akhir.
4. Bapak Dr. Imam Hidayat, ST. MT. sebagai kepala laboratorium universitas mercu buana yang telah memberikan izin untuk menggunakan ruangan lab material termaju.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penyusun sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
6. Risti Nur Arifah, Team Me'enk dan teman–teman teknik mesin Universitas Mercu Buana angkatan 2013 yang selalu memberikan pengalaman dan masukan dalam penyusunan tugas akhir.

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Akhir kata, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membacanya. Semoga tulisan ini juga dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan dunia engineering pada umumnya dan ilmu Material Teknik pada khususnya.

Jakarta, 22 JULI 2020



( RIAN ANDREANTA)

## ABSTRAK

Elektroda bantu mempunyai peran besar dalam banyak bidang elektrokimia yang memiliki persyaratan kuat tidak rapuh dan inert. Karbon banyak dipilih sebagai bahan elektroda bantu karena bersifat semikonduktor, inert dan murah. Pada decade terakhir ini elektroda bantu karbon banyak digunakan dalam sel surya lapisan pewarna organic karena mampu menghasilkan konversi energy sampai 10.0% menggantikan elektroda platina yang jauh lebih mahal. Karbon dapat diperoleh dari bahan bahan alam. Disisi lain, banyaknya arang tempurung kelapa menjadi masalah limbah. Timbul pemikiran untuk memanfaatkan karbon dari arang tempurung kelapa untuk digunakan sebagai elektroda bantu yang diaktifkan dengan larutan HCl. Optimisasi berbagai kepekatan larutan HCl memilih HCl 0.1 M yang dapat menghasilkan karbon aktif paling baik. Dalam penelitian ini karbon aktif diperoleh dari serbuk arang tempurung kelapa dipanaskan dengan larutan HCl 0.1 M pada 105°C selama 1 jam, kemudian disaring dan dikeringkan. Karakterisasi karbon aktif dilakukan dengan pengujian daya serap metilen biru dan iodine untuk memilih karbon aktif dengan tingkat kemurnian paling tinggi. Sedangkan penentuan kadar air diperlukan untuk memilih karbon aktif dengan tingkat kekompakan paling tinggi dan sifat semikonduktor paling baik. Mula mula dilakukan pengujian karbon aktif dari arang tempurung kelapa sebagai elektroda kerja yang kemudian diikuti dengan pengujian karbon aktif yang sama sebagai elektroda bantu. Untuk ke dua pengujian elektrokimia yang terakhir ini dilakukan uji siklik voltametri dengan menggunakan elektroda rujukan kalomel dalam larutan KCl 0.1 M. Hasilnya menunjukkan performa elektrokimia yang memuaskan.

**Kata kunci :** aktivasi HCl, arang tempurung kelapa, elektroda bantu, karbon aktif.

# The synthesis of counter electrode from coconut shell char activated by hydrochloric acid.

## **ABSTRACT**

A counter electrode has big role in many electrochemical fields, which is robust and inert. Carbon is selected as material for many counter electrodes due to its semiconductor properties, inert, and economic. In recent decades carbon counter electrodes are broadly used for dye-sensitized solar cells since it can produce energy conversion up to 10.0% replacing highly expensive platinum electrode. Carbon can be obtained from natural materials. On the other side, accumulated of coconut shell generates waste problem. An idea came into surface to advantage coconut shell char for the use of counter electrode activated by HCl solution. Optimization of several HCl concentrations has selected HCl 0.1 M as the best concentration for producing active carbon. In this study, the active carbon obtained from powder of coconut shell char heated with HCl 0.1 M at 105°C for an hour, and then filtered and dried. Characterization of active carbon has been done by examinations of methylene blue and iodine in order to obtain active carbon with the highest purity. The determination of water content is needed to obtain active carbon with the highest compact and best semiconducting properties. At the beginning, the active carbon from coconut shell char has examined as working electrode and then followed by examination of the same active carbon as counter electrode. Both the working electrode and counter electrode electrochemically examined by cyclic voltammetric assay applying calomel reference electrode in KCl 0.1 M solution. The results show satisfied electrochemical performance.

**Keyword:** *active carbon, coconut shell char, counter electrode, HCl activation.*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	ii
<b>PENGHARGAAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	iv
<b>ABSTRACT</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>DAFTAR TABEL</b>	x
<b>BAB I</b>	1
<b>PENDAHULUAN</b>	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	4
1.3. TUJUAN PENELITIAN	4
1.4. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	5
<b>BAB II</b>	6
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>	6
2.1. PENDAHULUAN	6
2.2. JENIS JENIS ELEKTRODA	6
2.3. PROSES PEMBUATAN KARBON AKTIF	9
2.4. MATERIAL YANG DIGUNAKAN	11

2.4.1	TEMPURUNG KELAPA	11
2.4.2	ARANG TEMPURUNG KELAPA	11
2.4.3	ASAM KLORIDA (HCl)	12
2.4.4	IODIN	13
2.4.5	<i>Methylene Blue</i> (MB)	13
2.4.6	<i>CLAY CERAMIC</i> (TANAH LIAT)	13
2.5.	KARBON AKTIF	14
2.5.1	Karakterisasi Pengujian Arang Aktif	15
2.5.2	Pembuatan Karbon Aktif	17
2.5.3	Penyerapan Permukaan (adsorpsi)	19
2.6.	REAKSI KIMIA	19
2.7.	<i>SPECTROPHOTOMETER UV-VIS</i>	21
2.8.	KONSETRASI LARUTAN	23
2.8.1	Molaritas	24
2.8.2	Molatitas	24
2.8.3	Normalitas	25
2.9.	RAGAM APLIKASI	25
2.9.1	PENGAMBILAN DATA GRAFIK <i>CYCLIC VOLTAMETRI</i>	25
2.9.2	KATODA BATERAI	26
2.10.	RESUME BEBERAPA PENELITIAN TERDAHULU YANG MENGGUNAKAN KARBON SEBAGAI ELEKTRODA BANTU	27
<b>BAB III</b>		28
<b>METODE PENELITIAN</b>		28
3.1	PENDAHULUAN	28
3.2	TEMPAT PENELITIAN	28
3.3	FLOW CHART	29
3.4	PROSEDUR PENELITIAN	30
3.4.1	Persiapan Alat dan Bahan	30
3.4.2	Pembuatan Arang Aktif	31
3.4.3	Optimasi Waktu Aktivasi	33

3.4.4	Pengujian Karakterisasi	34
3.4.5	Optimasi Konsentrasi Larutan Activating Agent	40
<b>BAB IV</b>		<b>41</b>
<b>HASIL YANG DICAPAI DAN PEMBAHASAN</b>		<b>41</b>
4.1	HASIL PENGUJIAN KARAKTERISTIK KARBON AKTIF	41
4.1.1	Pengujian Kadar Air	41
4.1.2	Pengujian Daya Serap Iodin	44
4.1.3	Pengujian Daya Serap <i>Methylene blue</i>	48
4.2	HASIL UJI PEMBUATAN ELEKTRODA BANTU	53
4.2.1	Hasil Uji <i>Cyclic Voltametri</i>	53
<b>BAB V</b>		<b>57</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>57</b>
5.1	KESIMPULAN	57
5.2	SARAN	57
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>59</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Elektrode WE,RE dan CE	7
Gambar 2. 2 Proses aktivasi karbon aktif	9
Gambar 2. 3 Proses penyaringan karbon aktif	10
Gambar 2. 4 Arang Tempurung Kelapa	11
Gambar 2. 5 Asam klorida (HCl)	12
Gambar 2. 6 Karbon aktif	15
Gambar 2. 7 Alat Spectrophotometer UV-Vis	21
Gambar 2. 8 Skematik Sistem Spectrophotometer	22
Gambar 3. 1 Flow chart	29
Gambar 4. 1 Grafik pengujian kadar air optimasi molaritas	43
Gambar 4. 2 Grafik persamaan larutan kalibrasi iodin pada $\lambda$ 400 nm	44
Gambar 4. 3 Grafik daya serap iod	47
Gambar 4. 4 Grafik persamaan larutan kalibrasi methylene blue pada $\lambda$ 660 nm	49
Gambar 4. 5 Pengujian daya serap methylene blue pada 1 jam	51
Gambar 4. 6 Grafik cyclic voltametri ideal	53
Gambar 4. 7 Grafik cyclic voltametri batang karbon elektroda kerja HCl 0.1M arang tempurung kelapa	54
Gambar 4. 8 Grafik cylic voltametri batang karbon elektroda bantu HCl 0.1 M arang tempurung kelapa yang mengalami kerusakan	55
Gambar 4. 9 Grafik cylic voltametri batang karbon elektroda bantu HCl 0.1 M arang tempurung kelapa	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sifat fisik HCl	13
Tabel 2. 2 Persyaratan arang aktif menurut SNI No. 06-3730-1995	15
Tabel 3. 1 Proses untuk mendapatkan karbon dalam penelitian	32
Tabel 3. 2 Proses aktivasi arang tempurung kelapa	33
Tabel 3. 3 Pengujian kadar air	35
Tabel 3. 4 Pengujian daya serap iodin	36
Tabel 3. 5 Pengujian daya serap <i>methylene blue</i>	38
Tabel 4. 1 Pengujian kadar air karbon aktif optimasi waktu 2 jam	42
Tabel 4. 2 Perbandingan karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995	42
Tabel 4. 3 Pengujian Absorbansi larutan kalibrasi iodin pada $\lambda$ 400 nm	44
Tabel 4. 4 Pengujian daya serap iod	46
Tabel 4. 5 Perbandingan karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995	46
Tabel 4. 6 Pengujian Absorbansi larutan kalibrasi <i>methylene blue</i> pada $\lambda$ 600 nm	48
Tabel 4. 7 Pengujian daya serap <i>methylene blue</i> pada waktu 1 jam	51
Tabel 4. 8 Perbandingan karbon aktif menurut SNI No. 06-3730-1995	51
Tabel 4. 9 Perbandingan karakterisasi karbon aktif arang tempurung kelapa	52