



**KARAKTERISASI FTIR DAN SEM-EDX ARANG AKTIF ECENG GONDOK  
BERDASARKAN VARIASI SUHU KARBONISASI**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Rani Kusumaningtyas**  
**NIM 141810201054**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**KARAKTERISASI FTIR DAN SEM-EDX ARANG AKTIF ECENG GONDOK  
BERDASARKAN VARIASI SUHU KARBONISASI**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh  
**Rani Kusumaningtyas**  
**NIM 141810201054**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh kasih sayang dan rasa terima kasih untuk:

1. Ibunda Asmaul Husna dan ayahanda Imam Munjiat tersayang yang selalu mendoakan, menasehati, memberi dukungan dan sumber semangat Ananda selama ini;
2. Kakakku tersayang Murni Mulasari yang selalu memotivasi dan mendukung dengan baik;
3. Guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi.
4. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

**MOTTO**

“Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu, belajarlah untuk tenang dan sabar!”

(Umar bin Khaththab)<sup>1</sup>



---

<sup>1</sup>Asy-Syafrowi, M. 2010. *Inspirasi dari Langit Ketujuh*. Jakarta, Mutiara Media.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rani Kusumaningtyas

NIM : 141810201054

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *“Karakterisasi FTIR dan SEM-EDX Arang Aktif Eceng Gondok Berdasarkan Variasi Suhu Karbonisasi”* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 07 Januari 2019  
Yang menyatakan,

Rani Kusumaningtyas  
NIM 141810201054

**SKRIPSI**

**KARAKTERISASI FTIR DAN SEM-EDX ARANG AKTIF ECENG GONDOK  
BERDASARKAN VARIASI SUHU KARBONISASI**

Oleh  
Rani Kusumaningtyas  
NIM 141810201054

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Wenny Maulina, S.Si, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Supriyadi, S.Si, M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Karakterisasi FTIR dan SEM-EDX Arang Aktif Eceng Gondok Berdasarkan Variasi Suhu Karbonisasi” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal :

tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Wenny Maulina, S.Si., M.Si.  
NIP198711042014042001

Supriyadi S.Si., M.Si.  
NIP198204242006041003

Anggota II,

Anggota III,

Dra. Arry Yuariatun Nurhayati, M.Si.  
NIP196109091986012001

Endhah Purwandari, S.Si., M.Si.  
NIP198111112005012001

Mengesahkan  
Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.  
NIP 196102041987111001

## RINGKASAN

**Karakterisasi FTIR dan SEM-EDX Arang Aktif Eceng Gondok Berdasarkan Variasi Suhu Karbonisasi**, Rani Kusumaningtyas, 141810201054; 2018;58 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Pemanfaatan eceng gondok sebagai arang aktif merupakan salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif dari eceng gondok yang merupakan tanaman pengganggu atau gulma. Eceng gondok merupakan bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif karena memiliki kandungan selulosa 60%, hemiselulosa 8% dan lignin 17%. Arang merupakan bahan padat berpori yang dihasilkan dari pembakaran pada suhu tinggi dengan karbonisasi, yaitu proses pembakaran tidak sempurna, sehingga bahan hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang aktif adalah arang yang konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain serta pori-pori dibersihkan dari unsur lain atau kotoran, sehingga permukaan karbon atau pusat aktif menjadi bersih dan luas. Arang aktif bersifat higroskopis dan tidak berbau, tidak berasa, tidak larut dalam pelarut baik air, asam, basa maupun organik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil karakterisasi FTIR dan SEM-EDX arang aktif eceng gondok dari variasi suhu karbonisasi.

Proses pembuatan arang aktif eceng gondok, diawali dengan mencuci dan menjemur eceng gondok dibawah sinar matahari langsung. Eceng gondok dipotong kecil-kecil  $\pm 1$  cm dan dioven pada suhu 100°C. Eceng gondok yang telah kering diblender. Proses karbonisasi dilakukan dengan memasukkan eceng gondok kering ke dalam *furnace* dengan variasi suhu sebesar 400°C, 500°C, dan 600°C selama 1 jam. Arang yang dihasilkan dari proses karbonisasi dihaluskan dengan mortar dan diayak lolos 200 mesh. Kemudian dilakukan proses aktivasi dimana arang dan aktivator NaOH 25% direndam dengan perbandingan 1:3 dengan *magnetic stirrer* kecepatan 350 rpm pada suhu 80°C selama 4 jam. Setelah itu rendaman disaring menggunakan *buchner funnel kit*, yang kemudian arang yang tertahan di kertas saring dinetralkan dengan HCl 2M sampai pH netral dan dicuci dengan aquades, kemudian dioven pada suhu 100°C. Setelah dilakukan proses tersebut dihasilkan sampel arang eceng gondok, sampel A merupakan arang sebelum aktivasi yang terdiri dari tiga sampel, yaitu pada suhu karbonisasi 400°C adalah sampel A1, suhu karbonisasi 500°C adalah sampel A2, dan suhu karbonisasi 600°C adalah sampel A3. Sedangkan sampel B adalah arang setelah aktivasi yang terdiri dari tiga sampel, yaitu pada suhu karbonisasi 400°C adalah sampel B1, suhu karbonisasi 500°C adalah sampel B2, dan suhu karbonisasi

600°C adalah sampel B3. Sampel eceng gondok A1, A2, A3, B1, B2, dan B3 kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR dan SEM-EDX.

Hasil penelitian ini menunjukkan karakteristik arang aktif eceng gondok yang terlihat pada gugus fungsi, struktur permukaan pori, dan kandungan unsur yang dihasilkan. Pada spektrum gugus fungsi dari ke enam sampel arang yang dihasilkan, menggambarkan sampel yang dipengaruhi dengan adanya proses karbonisasi dan proses aktivasi. Hasil puncak pola serapan pada sampel A1 dan B1 berbeda dengan sampel lainnya. Perbedaan yang dihasilkan yaitu munculnya vibrasi *symmetric C-H bending*. Proses karbonisasi dan aktivasi membentuk ikatan C=C aromatik yang menyebabkan peningkatan senyawa aromatik. Hasil struktur morfologi permukaan arang aktif eceng gondok yaitu pada proses karbonisasi dengan suhu 400°C dan 500°C belum terlihat adanya pori sedangkan pada suhu 600°C sudah terdapat pori. Sampel setelah aktivasi menghasilkan permukaan arang yang porinya terbuka karena terlepasnya bahan *volatile*. Kandungan unsur karbon yang ada pada arang aktif eceng gondok dari pengukuran EDX menunjukkan bahwa arang aktif eceng gondok sudah memenuhi standar SNI 06-3730-1995 yaitu memiliki kandungan karbon di atas 65%. Proses karbonisasi mengakibatkan semakin tinggi suhu maka semakin meningkatnya persentase kandungan unsur karbon yang dihasilkan. Terlihat pada hasil sampel A1, A2, dan A3 mempunyai kandungan unsur karbon berturut-turut sebesar 74,32%, 77,71%, dan 82,67%. Sementara untuk sampel setelah aktivasi tidak menghasilkan banyak perubahan kadar karbon yang dihasilkan yaitu berturut-turut pada sampel B1, B2, dan B3 sebesar 81,34%, 82,65%, dan 82,26%.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Karakterisasi FTIR dan SEM-EDX Arang Aktif Eceng Gondok Berdasarkan Variasi Suhu Karbonisasi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Wenny Maulina, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Dra. Arry Yuariatun Nurhayati M.Si., selaku Dosen Penguji Utama dan Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji Anggota, atas semua masukan, kritik, dan saran dalam penulisan skripsi ini;
3. Tim TA Biofisika Zakiyah Rachmawati, Laily Mumtahana, Binti Istikomatul Isrofiyah, Mifthakhul Firdaus, dan Ryo Fantayang telah menemani, memberi motivasi, semangat, dan doa;
4. Sahabat-sahabat saya Lutviana, Ulfa Urfiyah, Nurfaizatul Jannah, Ira Apsari Ningtias, dan Cita Dewi Nindi T.S serta keluarga besar Graphytasi'14 yang telah memberikan doa, dukungan dan semangat;
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN SKRIPSI</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	2
<b>1.4 Manfaat</b> .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
<b>2.1 Eceng Gondok</b> .....	3
<b>2.2 Arang Aktif</b> .....	3
<b>2.3 <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i></b> .....	4
<b>2.4 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i></b> .....	5
<b>2.5 <i>Energy Dispersive X-Ray (EDX)</i></b> .....	5
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	6
<b>3.1 Rancangan Kegiatan</b> .....	6
<b>3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian</b> .....	6
<b>3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukurannya</b> .....	7
3.3.1 Variabel Kontrol .....	7
3.3.2 Variabel Bebas .....	7

3.3.3 Variabel Terikat .....	7
<b>3.4 Kerangka Pemecahan Masalah.....</b>	<b>7</b>
3.4.1 Tahap Karbonisasi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2 Tahap Aktivasi Kimia.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.3 Tahap Karakterisasi Arang Aktif .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>3.5 Metode Analisis Data.....</b>	<b>9</b>
3.5.1 Analisis Data FTIR .....	9
3.5.2 Analisis Data SEM-EDX.....	9
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Karakterisasi <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2 Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....</b>	<b>12</b>
<b>4.3 Karakterisasi <i>Energy Dispersive X-Ray</i> (EDX) .....</b>	<b>13</b>
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>14</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>14</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>14</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>16</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>18</b>

**DAFTAR TABEL**

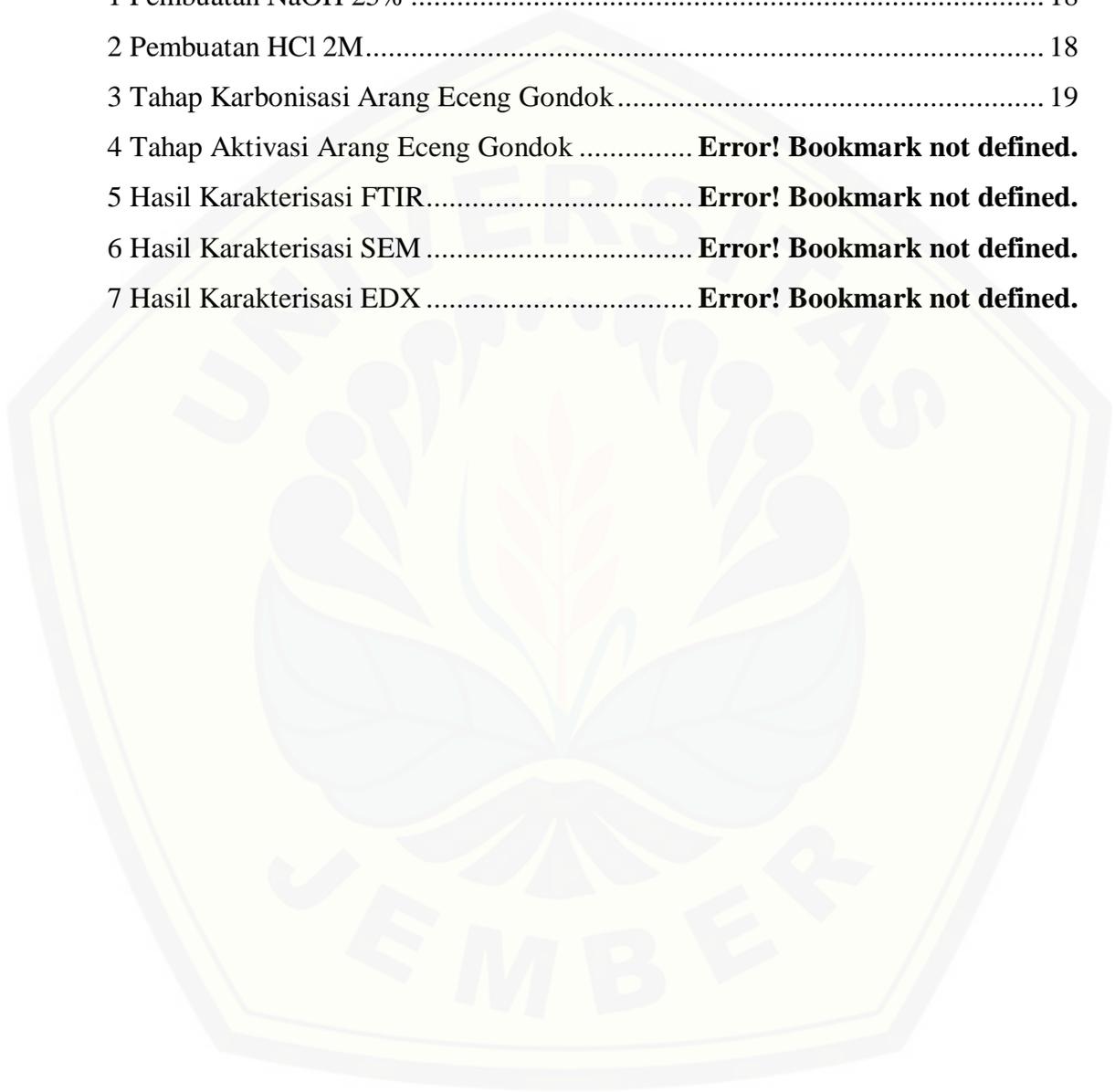
	Halaman
2.1 Pembagian panjang gelombang pada radiasi inframerah .....	4
3.1 Karakteristik FTIR berdasarkan bilangan gelombang dan gugus fungsi . <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
4.1Gugus fungsi hasil karakterisasi FTIR arang eceng gondok .....	11
4.2 Nilai absorbansi setiap sampel arang eceng gondok..... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
4.3 Hasil pengukuran pori-pori arang aktif eceng gondok.....	13
4.4 Hasil karakterisasi EDX arang eceng gondok . <b>Error! Bookmark not defined.</b>	

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Tanaman eceng gondok (Sumber: Gerbono dan Djarijah, 2005) .....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
2.2 Mikrofotogram <i>Scanning Electron Microscope</i> (perbesaran 5000x) pada permukaan arang tempurung kemiri (kiri) dan arang aktif tempurung kemiri yang diaktivasi dengan cara fisika (kanan) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Interferometer Michelson dalam teknik FTIR ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Prinsip dasar <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Skema <i>Energy Dispersive X-Ray</i> (EDX) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Diagram alir kerangka pemecahan masalah .....	8
4.1 Sampel arang eceng gondok sebelum aktivasi dengan suhu karbonisasi sebesar 400°C (A1), 500°C (A2), 600°C (A3) dan setelah aktivasi dengan suhu karbonisasi sebesar 400°C (B1), 500°C (B2), 600°C (B3) .....	10
4.2 Hasil spektrum FTIR arang eceng gondok sebelum aktivasi dengan suhu karbonisasi sebesar 400°C (A1), 500°C (A2), 600°C (A3) dan setelah aktivasi dengan suhu karbonisasi sebesar 400°C (B1), 500°C (B2), 600°C (B3) .....	11
4.3 Hasil SEM pada perbesaran 10.000x arang eceng gondok sebelum aktivasi dengan suhu karbonisasi sebesar 400°C (A1), 500°C (A2), 600°C (A3) dan setelah aktivasi dengan suhu karbonisasi sebesar 400°C (B1), 500°C (B2), 600°C (B3) .....	12

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
1 Pembuatan NaOH 25% .....	18
2 Pembuatan HCl 2M.....	18
3 Tahap Karbonisasi Arang Eceng Gondok.....	19
4 Tahap Aktivasi Arang Eceng Gondok .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5 Hasil Karakterisasi FTIR.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6 Hasil Karakterisasi SEM .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7 Hasil Karakterisasi EDX .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang memiliki keanekaragaman hayati sangat melimpah sehingga dapat berpotensi untuk dimanfaatkan keberadaannya. Salah satu keanekaragaman hayati yang banyak dijumpai di wilayah perairan adalah tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*). Eceng gondok adalah tanaman pengganggu atau gulma dengan pertumbuhan yang sangat cepat (3% per hari) pada permukaan air atau rawa (Apipah, 2016). Pertumbuhan populasi eceng gondok yang melimpah berdampak negatif untuk beberapa wilayah perairan Indonesia. Pada kawasan perairan danau, eceng gondok tumbuh di bibir-bibir danau sampai sejauh 5-20 m, hal tersebut dapat menyebabkan berkurangnya volume air dan pendangkalan danau yang disebabkan dari sifat eceng gondok yang menyerap air sangat banyak (Hasyim, 2016). Dewasa ini telah banyak penelitian yang memanfaatkan bahan eceng gondok sebagai arang aktif yang bisa dikembangkan untuk briket, media filtrasi, bahan baterai litium dan lain sebagainya. Upaya ini juga dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari eceng gondok sendiri yang sebenarnya dapat dimanfaatkan salah satunya sebagai bahan dasar pembuatan arang aktif.

Eceng gondok merupakan bahan organik yang dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif karena memiliki kandungan selulosa 60%, hemiselulosa 8% dan lignin 17% (Putera, 2012). Selulosa adalah senyawa organik dengan formula  $C_6H_{10}O_5$  yang terdapat pada dinding sel dan memiliki fungsi sebagai pengkokoh struktur. Hemiselulosa merupakan polimer polisakarida heterogen yang tersusun dari unit D-Glukosa, L-Arabiosa dan D-Xilosa yang mengisi ruang antara serat selulosa di dalam dinding sel tumbuhan. Dengan demikian, hemiselulosa yaitu matrix pengisi serat selulosa. Sedangkan lignin merupakan senyawa kimia yang sangat kompleks dan berstruktur amorf, sehingga memiliki fungsi pengikat sel-sel yang lain dan sebagai penguat. Oleh karena itu dapat diketahui bahwasannya semakin banyak kandungan dari selulosa, hemiselulosa dan lignin maka akan

semakin baik arang aktif yang dihasilkan (Takeuchi dalam Nurdiansah dan Susanti, 2013).

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana hasil karakterisasi FTIR dan SEM-EDX arang aktif eceng gondok dari variasi suhu karbonisasi?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan uraian rumusan masalah, penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui hasil karakterisasi FTIR dan SEM-EDX arang aktif eceng gondok dari variasi suhu karbonisasi.

### **1.4 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi terkait karakteristik mikroskopik arang aktif yang berbahan baku dari eceng gondok. Hasil penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut terkait dengan aplikasi penggunaan arang aktif sebagai adsorben, briket, media filtrasi, baterai dan lain sebagainya.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Eceng Gondok

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) ditemukan pertama kali pada tahun 1824 oleh Carl Friedrich Philipp Von Martius yang merupakan seorang botanis berkebangsaan Jerman ketika melakukan ekspedisi di Sungai Amazon, Brasil. Eceng gondok pertama kali didatangkan ke Indonesia pada tahun 1894 dari Amerika Selatan (Brasil) sebagai koleksi Kebun Raya Bogor (Mustari *et al.*, 2017). Eceng gondok adalah tanaman air yang dapat tumbuh dan berkembang dengan cepat. Pertumbuhannya terhitung cepat yaitu sekitar 3% perhari, sehingga dianggap sebagai gulma untuk perairan Indonesia terutama di pulau Jawa, Kalimantan dan Sumatera (Apipah, 2016). Klasifikasi eceng gondok menurut Winata (2011) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Sub Kingdom	: Tracheobionta
Super Kingdom	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Alismatales
Famili	: Butomaceae
Genus	: Eichornia
Spesies	: <i>Eichornia crassipes solms</i>

### 2.2 Arang Aktif

Arang merupakan suatu bahan padat berpori yang dihasilkan dari pembakaran pada suhu tinggi dengan karbonisasi, yaitu proses pembakaran tidak sempurna, sehingga bahan hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Sebagian besar pori-pori pada arang masih tertutup dengan hidrokarbon, ter, dan senyawa organik lainnya (Siahaan *et al.*, 2013). Arang aktif adalah arang yang konfigurasi atom karbonnya dibebaskan dari ikatan dengan unsur lain serta pori-pori

dibersihkan dari unsur lain atau kotoran, sehingga permukaan karbon atau pusat aktif menjadi bersih dan luas (Sudradjat dan Pari, 2011). Arang aktif merupakan adsorben paling baik dalam sistem adsorpsi, karena memiliki luas permukaan yang besar. Arang aktif yang baik harus memiliki luas permukaan yang besar sehingga daya adsorpsinya juga besar. Luas permukaan arang aktif umumnya sebesar 300-3000 m<sup>2</sup>/g. Kandungan yang dimiliki arang aktif yaitu karbon 87%-97% dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur, dan material lain (Prabowo dalam Shofa, 2012).

### 2.3 Fourier Transform Infrared (FTIR)

Spektroskopi merupakan suatu metode analisa yang mempelajari interaksi antara materi dan radiasi gelombang elektromagnetik. Interaksi tersebut dapat menyebabkan perubahan arah radiasi dan atau transisi antar tingkat energi atom atau molekul (Joni, 2007). Spektroskopi FTIR adalah salah satu teknik analitik yang sangat baik dalam proses identifikasi struktur molekul suatu senyawa (Chatwall dalam Putera, 2012). Hampir semua senyawa menunjukkan karakteristik penyerapan atau emisi di daerah spektrum IR. Penggunaan daerah spektrum yang paling banyak yaitu pada daerah pertengahan dengan kisaran bilangan gelombang 4000 sampai 670 cm<sup>-1</sup> atau dengan panjang gelombang 2,5-15 μm. Kegunaan FTIR yang paling penting adalah untuk identifikasi senyawa organik, karena spektrumnya sangat kompleks, yaitu terdiri dari banyak puncak-puncak. Spektrum dari senyawa organiknya memiliki sifat fisik yang khas yang berarti kemungkinan kecil sekali dua senyawa mempunyai spektrum yang sama (Bintang, 2010).

Tabel 2.1 Pembagian panjang gelombang pada radiasi inframerah

Daerah	Panjang Gelombang (μm)	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Frekuensi (Hz)
<i>near</i> (dekat)	0,78 - 2,5	12800 – 4000	3,8 x 10 <sup>14</sup> – 1,2 x 10 <sup>14</sup>
<i>middle</i> (menengah)	2,5 – 50	4000 – 200	1,2 x 10 <sup>14</sup> – 6,0 x 10 <sup>12</sup>
<i>far</i> (jauh)	50 – 1000	200 – 10	6,0 x 10 <sup>12</sup> -3,0 x 10 <sup>11</sup>

(Sumber: Bintang, 2010)

#### **2.4 Scanning Electron Microscopy (SEM)**

Teknik mikroskop elektron merupakan cara yang relatif sederhana untuk menentukan bentuk dan ukuran partikel. Pada spesifikasi alat tertentu teknik ini dapat memberikan informasi tentang komposisi dan struktur internal suatu materi (Setiabudi *et al.*, 2012). SEM merupakan jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan profil permukaan benda. SEM sangat cocok digunakan dalam situasi yang membutuhkan pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran berkisar antara 20 kali sampai 500.000 kali. Syarat agar SEM dapat menghasilkan citra yang tajam yaitu permukaan benda harus bersifat sebagai pemantul elektron atau dapat melepaskan elektron sekunder ketika ditembak dengan berkas elektron. Material yang memiliki sifat demikian merupakan logam. Jika permukaan logam diamati dibawah SEM maka profil permukaan akan tampak dengan jelas (Anggraeni dalam Hartini, 2014). Untuk analisis partikel non-konduktor umumnya melibatkan penambahan film logam pada permukaan sampel seperti karbon, platina, dan emas (Sirisena *et al.*, 2015).

#### **2.5 Energy Dispersive X-Ray (EDX)**

EDX adalah instrumen yang digunakan untuk menentukan komposisi kimia suatu bahan. Sistem analisis EDX bekerja sebagai fitur yang terintegrasi dengan SEM dan tidak dapat bekerja tanpa SEM (Pratiwi, 2016). Ketika sebuah sampel difoto oleh SEM, selain sinar elektron juga diemisikan oleh sinar-X yang dibawa oleh EDX. Emisi sinar-X tiap unsur khas dalam energi dan panjang gelombangnya. EDX mampu menentukan tiap unsur yang merespon emisi tersebut. Data tersebut dapat ditambahkan pada gambar SEM untuk menghasilkan sebuah peta unsur yang sebenarnya dari permukaan sampel (Ahkam, 2011).

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Rancangan Kegiatan

Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan memanfaatkan eceng gondok sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Arang aktif eceng gondok dikarakterisasi dengan sampel sebelum aktivasi dan setelah aktivasi. Karakterisasi sampel dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui spektrum gugus fungsi dari arang aktif eceng gondok. *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *Energy Dispersive X-Ray* (EDX) digunakan untuk mengetahui struktur morfologi dan unsur bahan dari arang aktif eceng gondok.

Pelaksanaan kegiatan penelitian dimulai pada bulan Maret 2018 sampai dengan September 2018. Kegiatan penelitian dilakukan dalam 3 tahap yaitu: karbonisasi, aktivasi, dan karakterisasi arang aktif. Proses karbonisasi dilakukan di Laboratorium Kemasan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Proses aktivasi arang dilakukan di Laboratorium Biofisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Proses karakterisasi arang aktif dibagi menjadi dua, yaitu karakterisasi FTIR dilakukan di Laboratorium Komputasi, Jurusan Fisika, Institut Teknologi Bandung dan karakterisasi SEM-EDX dilakukan di Laboratorium SEM, Gedung Basic Science Center A, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung.

### 3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian

Data yang diperoleh dalam penelitian termasuk dalam data primer yang didapatkan langsung dari hasil eksperimen. Jenis data penelitian yang digunakan yaitu data kuantitatif berupa data bilangan gelombang dan absorbansi dari gugus fungsi arang aktif eceng gondok berdasarkan hasil karakterisasi FTIR. Data kuantitatif yang diperoleh tersebut akan dipresentasikan dalam bentuk grafik. Data

kuantitatif berikutnya yaitu struktur morfologi permukaan pori dan kandungan unsur arang aktif eceng gondok dari hasil karakterisasi SEM-EDX.

### **3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukurannya**

Variabel pengukuran yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah:

#### **3.3.1 Variabel Kontrol**

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti (Sugiyono, 2015). Variabel kontrol pada penelitian ini yaitu serbuk arang aktif memiliki ukuran partikel 200 mesh dan perlakuan aktivasi dengan aktivator NaOH 25% serta HCl 2 M sebagai penetralisir.

#### **3.3.2 Variabel Bebas**

Variabel bebas merupakan variabel yang menjadi sebab atau mempengaruhi variabel terikat (Sugiyono, 2015). Variabel bebas pada penelitian adalah variasi suhu pada tahap karbonisasi yaitu sebesar 400°C, 500°C, dan 600°C.

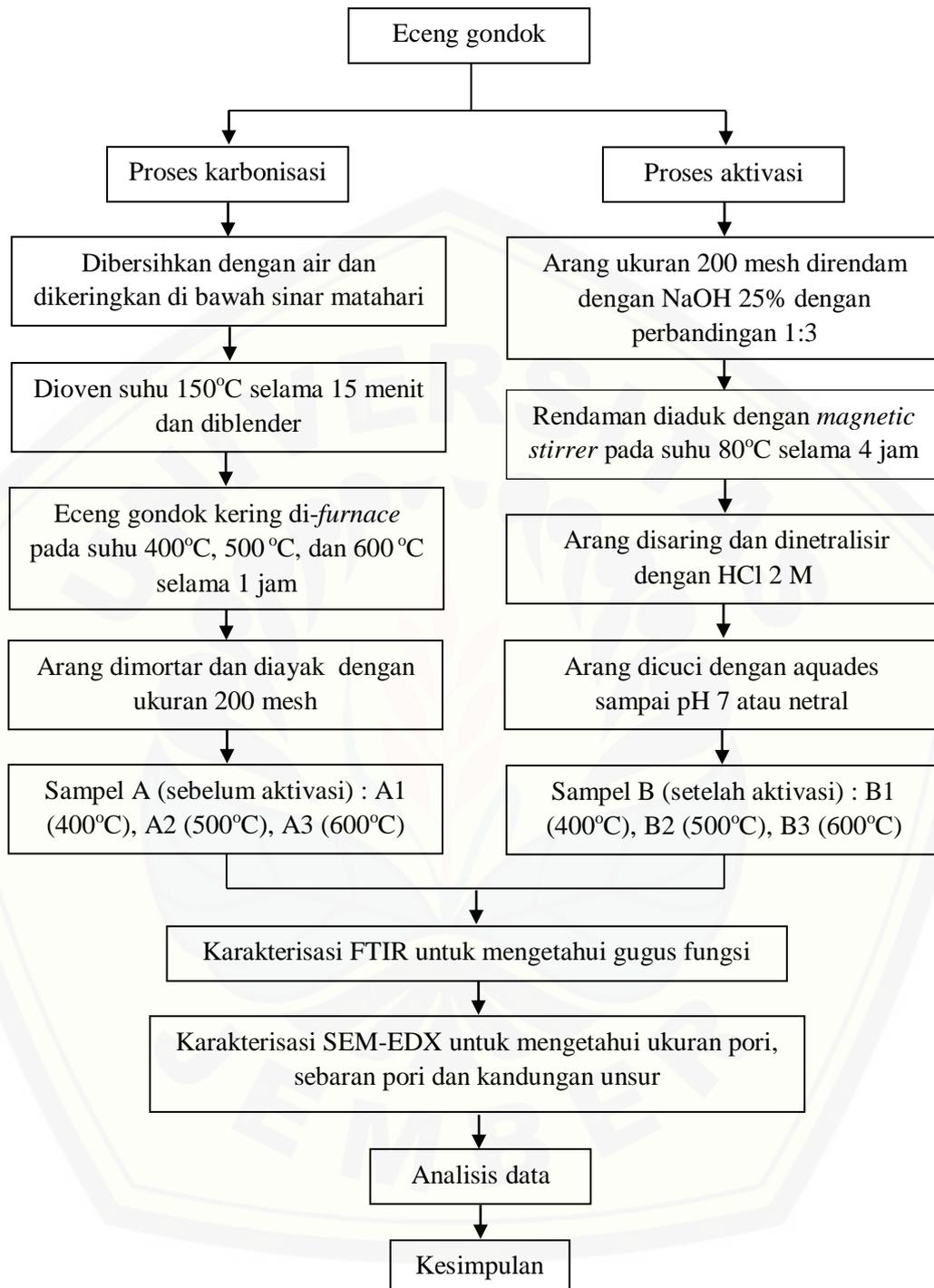
#### **3.3.3 Variabel Terikat**

Variabel terikat yaitu variabel yang tergantung pada variabel bebas (Sugiyono, 2015). Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu gugus fungsi, struktur pori, dan kandungan unsur bahan dari arang aktif eceng gondok.

Skala pengukuran yang digunakan pada penelitian ini yaitu skala pengukuran rasio. Skala pengukuran rasio digunakan sebagai perbandingan hasil karakterisasi FTIR dan SEM-EDX dari arang aktif eceng gondok sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi yang divariasi suhu karbonisasi. Perbandingan dari hasil karakterisasi ditinjau dari gugus fungsi, struktur pori, dan kandungan unsur.

### **3.4 Kerangka Pemecahan Masalah**

Kerangka pemecahan masalah pada penelitian ini dapat dijelaskan dengan beberapa tahap penelitian. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan dapat digambarkan melalui diagram alir penelitian seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir kerangka pemecahan masalah

### 3.5 Metode Analisis Data

#### 3.5.1 Analisis data FTIR

Berdasarkan tahapan karakterisasi arang aktif yang dilakukan, jenis data yang digunakan yaitu data kuantitatif. Data kuantitatif yang diperoleh berupa bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) dan absorbansi dari gugus fungsi arang aktif eceng gondok dari hasil karakterisasi FTIR. Data kuantitatif tersebut disajikan dalam bentuk grafik. Berdasarkan data-data kuantitatif tersebut selanjutnya dianalisis dengan cara mencocokkan puncak-puncak spektrum yang bersesuaian dengan gugus fungsi yang ada pada arang aktif.

#### 3.5.2 Analisis Data SEM-EDX

Berdasarkan tahapan karakterisasi SEM-EDX yang dilakukan pada sampel arang dari eceng gondok sebelum dan sesudah aktivasi, diperoleh data kuantitatif berupa struktur morfologi permukaan pori dan kandungan unsur dari arang aktif eceng gondok. Data yang diperoleh dari SEM yaitu bentuk morfologi berupa foto (mikrofotogram) permukaan bahan yang dilakukan dengan perbesaran.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah didapatkan maka dapat diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Hasil karakterisasi FTIR pada arang aktif eceng gondok yaitu spektrum gugus fungsi yang dimiliki arang menghasilkan pola serapan dengan ikatan O-H, C=C, C-H, C-O, dan C-C. Variasi suhu pada proses karbonisasi mempengaruhi pita serapan yang dihasilkan yaitu semakin besar suhu karbonisasi maka gugus C-H yang dihasilkan semakin berkurang. Sedangkan proses aktivasi menyebabkan penurunan pita serapan pada gugus fungsi C-C.
2. Hasil karakterisasi SEM yaitu terlihat pada permukaan arang eceng gondok sampel A1 dan A2 belum memiliki pori, sedangkan sampel A3 telah terbentuk pori. Hal ini menunjukkan bahwa proses karbonisasi dapat menghasilkan pori pada suhu tinggi. Sedangkan sampel B1, B2, dan B3 menghasilkan pori berturut-turut sebesar 0,380  $\mu\text{m}$ , 0,532  $\mu\text{m}$ , dan 0,664  $\mu\text{m}$ .
3. Hasil karakterisasi EDX menunjukkan bahwa arang aktif eceng gondok sudah memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Proses karbonisasi pada sampel mengidentifikasi semakin tinggi suhu menyebabkan peningkatan kandungan unsur karbon yang dihasilkan yaitu semakin meningkatnya persentase kadar karbon. Terlihat pada hasil sampel A1, A2, dan A3 berturut-turut sebesar 74,32%, 77,71%, dan 82,67%.

### 5.2 Saran

Saran pada penelitian ini yaitu pada proses pencucian arang yang menghasilkan pH 7 (netral) sebaiknya menggunakan pH meter agar didapat hasil yang lebih akurat. Sebaiknya sampel yang digunakan untuk penelitian minimal tiga. Diperlukan juga penelitian lebih lanjut mengenai proses karbonisasi pada suhu yang lebih tinggi yaitu lebih dari 600°C untuk melihat pengaruh suhu tinggi terhadap karakteristik gugus fungsi, ukuran pori, dan kandungan unsur yang dihasilkan. Disamping itu, perlu juga dilakukan proses aktivasi secara fisika untuk

mengetahui perbedaan proses aktivasi kimia dan fisika pada hasil karakteristik arang aktif eceng gondok.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Ahkam, M. 2011. Sintesis dan Karakterisasi Membran Nanozeolit Y untuk Aplikasi Pemisahan Gas Metanol-Etanol. *Skripsi*. Depok: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Amiruddin, H. 2016. Modifikasi Permukaan Karbon Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays*) dengan HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Sebagai Bahan Elektroda Superkapasitor. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
- Apipah, R. A. 2016. Sifat Listrik Arang Aktif dari Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Bahan Semikonduktor. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Bansal, C. R. dan M. Goyal. 2005. *Activated Carbon Adsorption*. Florida: Taylor & Francis Group.
- Bintang, M. 2010. *Biokimia Teknik Penelitian*. Jakarta: Erlangga.
- Desi, A. Suharman, dan R. Vinsiah. 2015. Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Cangkang Kulit Buah Karet (*Hevea Brasiliensis*). *Prosiding SEMIRATA bidang ilmu MIPA BKS PTN Barat*. 5-7 Mei 2015. *Universitas Tanjungpura*: 294-303.
- Fachry, R. A., I. T Sari, Y. A. Dipura, dan J. Najamudin. 2010. Mencari Suhu Optimal Proses Karbonisasi dan Pengaruh Campuran Batubara Terhadap kualitas Briket Eceng Gondok. *Jurnal Teknik Kimia* 17(2): 55-67.
- Fauziah, N. 2009. Pembuatan Arang Aktif secara Langsung dari Kulit Acacia Mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya sebagai Adsorben. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Gerbono, A. dan Djarijah. 2005. *Kerajinan Eceng Gondok*. Yogyakarta: Kanisius.

- Hartini, L. 2014. Karakterisasi Karbon Aktif Teraktivasi NaCl dari Ampas Tahu. *Skripsi*. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Hastuti, V. dan S. Fayanto. 2017. Efek Temperatur Aktivasi Terhadap Morfologi dan Komposisi Arang Aktif Tempurung Biji Nyamplung (*Calophyllum Inphyllum*). *Conference: Pekan Ilmiah Fisika XXVII Indonesia*. 24 September 2017. *Universitas Negeri Semarang*:1-9.
- Hasyim, A. N. 2016. Potensi Fitromediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dalam Mereduksi Logam Berat Seng (Zn) dari Perairan Danau Tempe Kabupaten Wajo. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Joni, I. M. 2007. *Diktat Mata Kuliah Pengantar Biospektroskopi*. Bandung: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Padjadjaran.
- Lembang, M. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Infi Teknis EBONI* 11(2): 65-80.
- Lembang, M. dan H. Tikupadang. 2013. Aplikasi Arang Aktif Tempurung Kemiri Sebagai Komponen Media Tumbuh Semai Melina. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea* 2(2): 121-137.
- Lembang, M., W.Syafii, dan G. Pari. 2011. Struktur dan Komponen Arang Serta Arang Aktif Tempurung Kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 29(3): 278-294.
- Leng, Y. 2008. *Materials Characterization*. Singapore: John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd
- Mustari, S., S. Suryaningsih, dan M. Kartawidjaja. 2017. Analisa Sifat Adsorpsi Logam Berat pada Eceng Gondok dalam Pengelolaan Air Limbah Elektroplating. *Jurnal Material dan Energi Indonesia* 7(1): 44-48.

## LAMPIRAN

**Lampiran 1 Pembuatan NaOH 25%**

Aktivasi dengan perbandingan 1:3

Arang:NaOH

20 gram : 60 gram

Volume air yang digunakan untuk kadar NaOH 25%

$$\text{Persen berat } \left( \% \frac{w}{w} \right) = \frac{\text{gram zat terlarut}}{\text{gram zat terlarut} + \text{gram pelarut}} \times 100$$

$$25\% = \frac{60 \text{ gram}}{60 \text{ gram} + x}$$

$$60 \text{ gram} + x = 60 \text{ gram} \times 4$$

$$x = 240 \text{ gram} - 60 \text{ gram}$$

$$x = 180 \text{ gram}$$

Jadi aquades yang dibutuhkan sebesar 180 gram

**Lampiran 2 Pembuatan HCl 2M**

Konsentrasi Hydrochloric Acid (HCL)

Kadar=37%;  $\rho = 1.2 \text{ gr/ml}$ ;  $Mr \text{ HCL} = 34,46 \text{ gr/mol}$

$$M = \frac{\rho(\text{gr/ml}) \times 10\%}{Mr (\text{gr/mol})}$$

$$M = \frac{1,2 \times 10 \times 37}{36,46}$$

$$M = 12,18 \text{ molar}$$

Pembuatan HCL 2 M 100 mL

HCL(37%) sebanyak  $V_1 = V(\text{mL})$  diencerkan dengan menggunakan aquadert dan volume larutan yang diinginkan  $V_2 = 100\text{mL}$  sehingga volume HCL (37%) yang digunakan adalah

$$M_1 \cdot V_1 = M_2 \cdot V_2$$

$$12.18 \text{ M} \cdot V = 2 \text{ M} \cdot 100\text{mL}$$

$$V = 16,42 \text{ mL}$$

**Lampiran 3 Tahap Karbonisasi Arang Eceng Gondok**

(a)

(b)



(c)

(d)



(e)

(f)

Gambar(a) eceng gondok dikeringkan dibawah sinar matahari, (b) eceng gondok dipotong sepanjang 1 cm, (c) eceng gondok dioven pada suhu 150°C(d) eceng gondok kering diblender, (e) eceng gondok dimasukkan cawan krusibel seberat 130 gram, (f) eceng gondok dipanaskan menggunakan furnace dengan variasi suhu 400°C, 500°C, dan 600°C selama 1 jam.

