



**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI AKTIVATOR KOH
PADA ARANG AKTIF ECENG GONDOK TERHADAP
SIFAT LISTRIK DAN DAYA SERAP IODIN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S-1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Mochammad Ghiffari

NIM 151810201057

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI AKTIVATOR KOH
PADA ARANG AKTIF ECENG GONDOK TERHADAP
SIFAT LISTRIK DAN DAYA SERAP IODIN**

Oleh

Mochammad Ghiffari

NIM 151810201057

Pembimbing

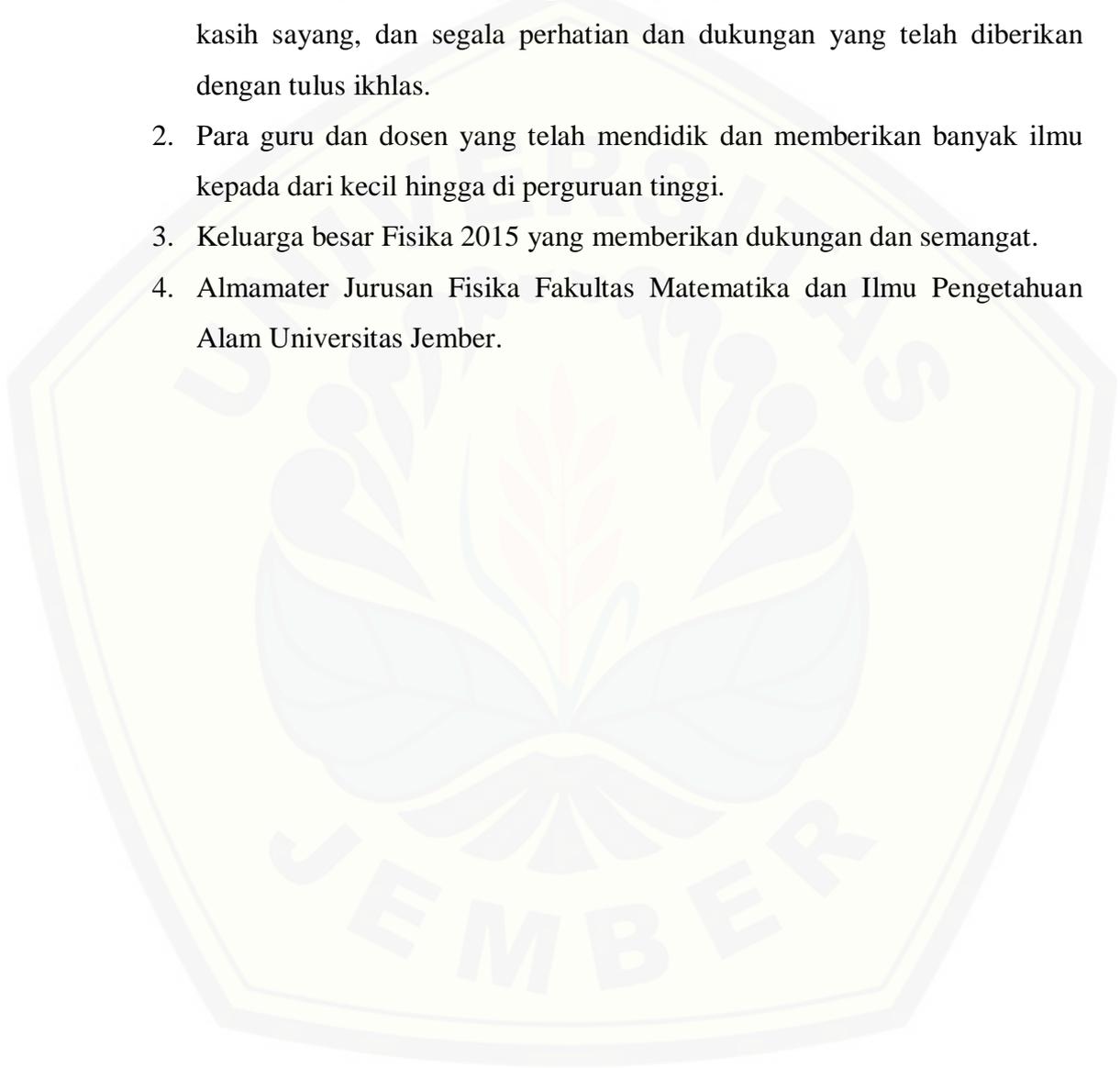
Dosen Pembimbing Utama : Wenny Maulina, S.Si, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Agung T. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan segala ucapan syukur dan terimakasih untuk :

1. Kedua orang tua dan segenap keluarga saya, atas untaian do'a, curahan kasih sayang, dan segala perhatian dan dukungan yang telah diberikan dengan tulus ikhlas.
2. Para guru dan dosen yang telah mendidik dan memberikan banyak ilmu kepada dari kecil hingga di perguruan tinggi.
3. Keluarga besar Fisika 2015 yang memberikan dukungan dan semangat.
4. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.



MOTTO

“Berpikirlah sebelum menentukan suatu ketetapan, atur strategi sebelum menyerang, dan musyawarahkan terlebih dahulu sebelum melangkah maju kedepan.”

(perkataan Imam Syafi'i)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochammad Ghiffari

NIM : 151810201057

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Pengaruh Variasi Konsentrasi Aktivator KOH pada Arang Aktif Eceng Gondok Terhadap Sifat Listrik dan Daya Serap Iodin*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi 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 mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 30 Januari 2020

Yang menyatakan,

(Mochammad Ghiffari)

NIM 151810201057

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Konsentrasi Aktivator KOH pada Arang Aktif Eceng Gondok Terhadap Sifat Listrik dan Daya Serap Iodin” karya Rizki Agus Wijanarko telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Wenny Maulina, S.Si, M.Si
NIP. 198204242006041003

Agung T. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D.
NIP. 196812191994021001

Anggota II,

Anggota III,

Drs. Yuda C. Hariadi, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196203111987021001

Dr. Sutisna. S.Pd. M.Si.
NIP. 197301152000031001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.
NIP 195910091986021001

RINGKASAN

Pengaruh Variasi Konsentrasi Aktivator KOH pada Arang Aktif Eceng Gondok Terhadap Sifat Listrik dan Daya Serap Iodin, Mochammad Ghiffari; 151810201057; 2020; 32 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Arang merupakan residu hitam berisi karbon tidak murni yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan yang mengandung unsur karbon. Arang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan arang adalah eceng gondok. Eceng gondok memiliki banyak manfaat salah satunya dapat dibuat menjadi pupuk untuk pertumbuhan tanaman cabai besar, kerajinan tas, pakan domba, media tumbuh tanaman sawi hibrida, biobriket, dan arang aktif untuk menyerap ion logam kadmium (Cd). Arang aktif merupakan karbon yang sudah mengalami aktivasi sehingga dapat meningkatkan luas permukaannya karena jumlah porinya semakin bertambah. Pada penelitian ini dilakukan pengujian daya serap iodin untuk mengetahui kemampuan daya adsorpsi arang aktif berbahan baku eceng gondok pada berbagai variasi konsentrasi aktivator KOH yang digunakan. Selain pengujian sifat fisik dan kimia dari arang aktif, pengujian sifat listrik pada pemanfaatan arang aktif sebagai bahan baku piranti elektronik, seperti baterai telah banyak dilakukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran sifat listrik arang aktif dari eceng gondok pada berbagai variasi konsentrasi aktivator KOH. Adapun sifat listrik yang diuji meliputi konduktivitas listrik dan konstanta dielektrik.

Tahapan penelitian diawali dengan proses sintesis arang aktif mulai dari pengeringan eceng gondok hingga menjadi arang dengan pemanasan suhu 400°C. Tahap kedua adalah proses aktivasi arang menggunakan aktivator KOH yang dilarutkan ke dalam aquades dengan konsentrasi masing-masing sebesar 25%, 30%, dan 35%. Tahap ketiga adalah pengujian arang aktif. Pengujian pertama adalah pengujian sifat listrik, sedangkan pengujian kedua bertujuan untuk menentukan daya serap iodin.

Hasil penelitian dalam pengukuran sifat listrik menghasilkan rata-rata konstanta dielektrik terbesar pada pengukuran arang aktif eceng gondok dengan menggunakan LCR meter pada konsentrasi 35% yaitu 4.035. Nilai rata-rata konstanta dielektrik terkecil 2,776 yaitu pada pemberian konsentrasi KOH sebesar 25%, sedangkan pemberian aktivator KOH sebesar 30% menghasilkan nilai rata-rata konstanta dielektrik 2,820. Hasil pengukuran nilai konduktivitas arang aktif menunjukkan pada konsentrasi 25%, 30% dan 35% dimana nilai konduktivitas tertinggi ada pada arang aktif eceng gondok yang di aktivasi secara kimia dengan KOH 25% dengan nilai konduktivitas yang terukur $5 \times 10^{-8} \text{ Scm}^{-1}$, sedangkan pada perendaman aktivator KOH 35% didapatkan nilai konduktivitas terukur terkecil yaitu $2 \times 10^{-8} \text{ Scm}^{-1}$, hal ini dikarenakan nilai resistansi arang aktif yang terukur mengalami kenaikan, berbanding lurus dengan penambahan konsentrasi KOH yang diberikan. Hasil uji daya serap iodine arang aktif eceng gondok perlakuan KOH 35% menghasilkan nilai daya serap iodine terbesar yaitu 514,6 mg/g , dan nilai daya serap iodine paling kecil pada saat perlakuan KOH 25% dengan nilai daya serap sebesar 409,5 mg/g .

Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa terjadi kenaikan kapasitansi arang aktif eceng gondok pada setiap penambahan konsentrasi KOH pada saat aktivasi arang aktif eceng gondok. Pada arang aktif dengan konsentrasi KOH 35% mengalami kenaikan yang cukup tinggi yaitu 4,035. Terjadi penurunan nilai konduktivitas pada setiap kenaikan konsentrasi aktivator KOH arang aktif eceng gondok. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi aktivator KOH akan meningkatkan jumlah struktur amorf. Tingginya struktur amorf membuat pergerakan elektron terbatas. Terjadi kenaikan nilai daya serap iodine pada setiap kali penambahan aktivator KOH pada arang aktif. Kenaikan nilai daya serap iodine ini disebabkan karena meningkatnya ukuran pori pada setiap penambahan aktivator KOH arang aktif eceng gondok.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Konsentrasi Aktivator KOH pada Arang Aktif Eceng Gondok Terhadap Sifat Listrik dan Daya Serap Iodin“. Skripsi ini ditulis guna memenuhi syarat jenjang strata 1 (S1) Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Dalam penulisan ini, banyak pihak yang berjasa dalam proses penulisan sehingga penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Wenny Maulina, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, Agung T. Nugroho, S.Si., M.Phil., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran serta ilmu yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi ini;
2. Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D., selaku dosen penguji 1, Dr. Sutisna, S.Pd., M.Si., selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan kritik dan saran isi skripsi yang lebih baik;
3. Seluruh teman-teman yang telah mendukung dan membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Penulis sadar bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat dimanfaatkan sebagaimana semestinya.

Jember, 30 Januari 2020

Penulis

Mochammad Ghiffari
NIM. 151810201057

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING Error! Bookmark not defined.	
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	16
1.3 Tujuan Penelitian	16
1.4 Manfaat Penelitian	16
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	17
2.1 Eceng Gondok	17
2.2 Arang Aktif	18
2.3 Sifat Listrik	20
2.4 Uji Daya Serap Iodin	22
BAB 3. METODE PENELITIAN	13
3.1 Rancangan Penelitian	13
3.2 Jenis dan Sumber Data	15
3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukuran	15
3.4 Kerangka Pemecahan Masalah	16
3.4.1. Sintesis Arang Aktif Eceng Gondok	16
3.4.2. Karakterisasi Arang Aktif Eceng Gondok.....	17
3.5 Metode Analisis	19
3.5.1 Analisis Karakteristik Listrik Arang Aktif Eceng Gondok.....	19
3.5.2 Analisis Daya Serap Iodin Arang Aktif Eceng Gondok.....	21
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Nilai Dielektrik Bahan arang aktif	23
4.2 Nilai Konduktivitas Arang Aktif	25
4.3 Uji Daya Serap Iodine	27

BAB 5. .PENUTUP.....	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30

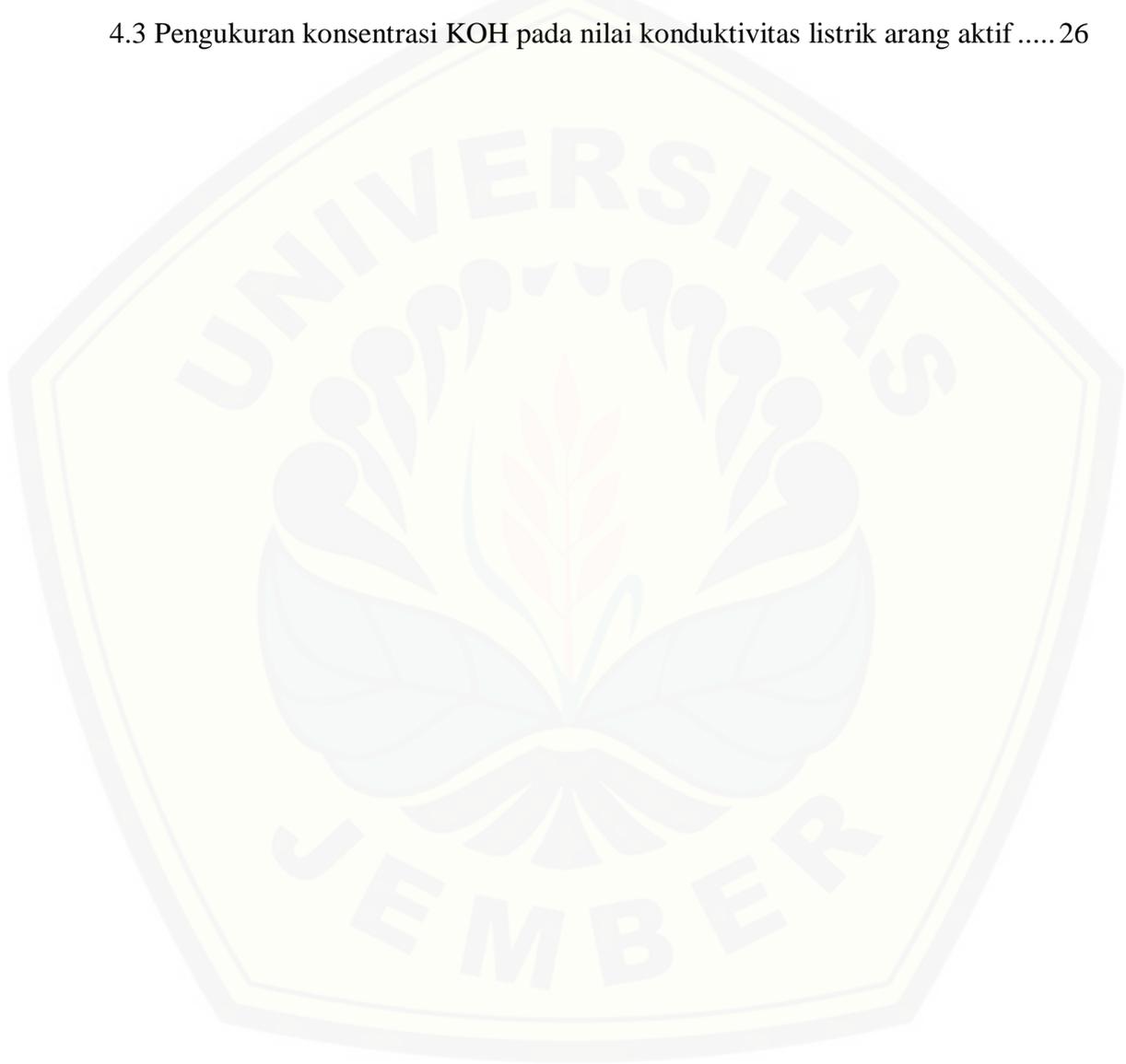


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Eceng gondok	17
2.2 (a) Arang aktif berbentuk granula dan (b) Arang aktif berbentuk serbuk.....	18
2.3 Spektrum konduktivitas listrik dan resistivitas	9
3.1 Diagram alir penelitian.....	16
3.2 Desain pelat keping sejajar	18
4.1 Eceng gondok (a) sebelum karbonisasi (b) setelah karbonisasi_	23
4.2 Grafik hubungan antara konsentrasi KOH dengan dielektrik arang aktif_	24
4.3 Kapasitor keping sejajar yang telah diberi arang aktif	24
4.4 Grafik hubungan konsentrasi KOH dengan konduktivitas arang aktif	26
4.5 Grafik hubungan konsentrasi KOH dengan daya serap iodin_	27

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Standarisasi arang aktif (SNI) 06-3730-1995	20
4.1 Perbandingan massa arang aktif sebelum aktivasi dan setelah aktivasi	22
4.2 Pengukuran nilai konstanta dielektrik arang aktif pada setiap konsentrasi	24
4.3 Pengukuran konsentrasi KOH pada nilai konduktivitas listrik arang aktif	26



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, tetapi semua belum dimanfaatkan dengan maksimal. Salah satu keanekaragaman hayati yang tumbuh subur dan mudah ditemui adalah eceng gondok. Pertumbuhan eceng gondok di perairan terhitung cepat yaitu sekitar 3% perhari, sehingga sulit sekali dikendalikan populasinya karena pertumbuhannya yang begitu cepat. Tanaman eceng gondok ini dianggap sebagai gulma di Indonesia terutama di pulau jawa (Apipah, 2016). Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) merupakan tumbuhan yang mengapung, menghasilkan tunas merayap yang dapat tumbuh lagi menjadi tumbuhan baru (Hasyim, 2016).

Eceng gondok memiliki banyak manfaat salah satunya dapat dibuat menjadi pupuk untuk pertumbuhan tanaman cabai besar (*Capsicum annum L*) (Haslita, 2018), kerajinan tas (Samsudin dan Husnusalam, 2017), pakan domba (Nababan *et al.*, 2014), media tumbuh tanaman sawi hibrida (Sittadewi, 2007), biobriket (Karim *et al.*, 2014), dan arang aktif untuk menyerap ion logam kadmium (Cd) (Azhari *et al.*, 2017). Mengingat banyaknya manfaat yang bisa digunakan dari tanaman eceng gondok maka tanaman eceng gondok diambil sebagai bahan baku pada penelitian ini. Pada penelitian ini tanaman eceng gondok dibuat sebagai bahan baku arang aktif.

Arang adalah residu hitam berisi karbon tidak murni yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan yang mengandung unsur karbon. Arang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Siska *et al.*, 2016). Pada suhu tinggi bahan pengaktif akan masuk pada sela-sela lapisan heksagonal dan selanjutnya membuka permukaan yang tertutup. Pada umumnya arang aktif dapat diaktivasi dengan 2 cara yaitu aktivasi secara fisika dan kimia. Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas pada suhu 800°C hingga 900°C (Poli, 2017). Aktivasi kimia pada prinsipnya adalah perendaman arang dengan senyawa kimia sebelum dipanaskan (Lempang, 2014). Bahan kimia yang

dapat digunakan untuk aktivasi yaitu CaCl_2 , MnCl_2 , KOH , Ca(OH)_2 , ZnCl_2 , NaOH , H_3PO_4 , H_2SO_4 , K_2CO_3 , Na_2CO_3 (Surest, 2008; Xia *et al.*, 2015).

Secara umum bahan kimia yang sering digunakan untuk proses aktivasi adalah NaOH . Beberapa penelitian yang menggunakan aktivator NaOH diantaranya, Wulandari *et al.* (2015) melakukan penelitian dengan memvariasi konsentrasi NaOH sebesar 1%, 2% dan 3% pada proses aktivasi arang dari tempurung kelapa untuk adsorpsi logam Cu^{2+} . Hasil yang didapat yaitu persentase logam Cu^{2+} teradsorpsi maksimum dihasilkan oleh arang aktif dengan konsentrasi NaOH 1% sebesar 80,87%. Apipah (2016) memvariasi konsentrasi NaOH sebesar 25%, 30% dan 35% menggunakan arang dari eceng gondok. Hasil penelitiannya menunjukkan kualitas arang aktif terbaik dari uji serap iodin dan konduktivitas listrik berada pada konsentrasi 25% berturut-turut yaitu 510,687 mg/g dan $5,7 \times 10^{-8}$ S/cm. Sahara *et al.* (2017) pada penelitiannya menggunakan variasi konsentrasi aktivator NaOH sebesar 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5% pada pembuatan arang aktif dari batang tanaman gemitir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang yang di aktivasi menggunakan NaOH sebesar 2,5% menghasilkan arang aktif dengan karakteristik terbaik dan memenuhi standar baku mutu SNI 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis, dengan hasil yang diperoleh yaitu kadar air sebesar $1,25 \pm 0,02\%$, kadar zat mudah menguap sebesar $12,09 \pm 0,58\%$, kadar abu total sebesar $5,33 \pm 0,41\%$, kadar karbon sebesar $81,41 \pm 0,19\%$, daya serap terhadap metilen biru sebesar $199,97 \pm 0,07$ mg/g, dan daya serap iodin sebesar $728,09 \pm 2,16$ mg/g. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut yang telah menggunakan NaOH sebagai *activating agent* pada proses aktivasi arang, maka pada penelitian ini digunakan larutan aktivator yang lainnya yaitu KOH . KOH dan NaOH memiliki sifat alkali kuat dan memiliki pH berkisar 9,5-10,8 (Prawira dalam Fachry *et al.*, 2011). Menurut Xia *et al.* (2015), pemilihan KOH sebagai *activating agent* pada proses aktivasi arang karena KOH menghasilkan porositas dan luas permukaan yang paling besar dibandingkan aktivator lainnya seperti NaOH , K_2CO_3 , dan Na_2CO_3 . Adapun variasi konsentrasi KOH yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Apipah (2016) yaitu sebesar 25%, 30% dan 35%.

Jumlah pori dan luas permukaan yang besar berkorelasi terhadap daya adsorpsi dari arang aktif (Lempang, 2014). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap arang aktif yaitu sifat arang aktif, sifat komponen yang diserapnya, sifat larutan dan sistem kontak (Agustina, 2004). Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pengujian daya serap iodin untuk mengetahui kemampuan daya adsorpsi arang aktif berbahan baku eceng gondok pada berbagai variasi konsentrasi aktivator KOH yang digunakan.

Selain pengujian sifat fisik dan kimia dari arang aktif, pengujian sifat listrik pada pemanfaatan arang aktif sebagai bahan baku piranti elektronik, seperti baterai telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian yang mengukur sifat listrik arang aktif pernah dilakukan oleh Putra (2016) yang melakukan penelitian tentang pembuatan baterai aluminium udara dari arang aktif tempurung kelapa. Hasil penelitiannya menunjukkan ukuran partikel arang aktif mempengaruhi kemampuan adsorpsi gas oksigen untuk menghasilkan tegangan, arus, impedansi, hambatan dan reaktansi. Aflahannisa dan Astuti (2016) mensintesis material anoda baterai lithium dari arang aktif tempurung kemiri dan titanium dioksida (TiO_2), dengan hasil konduktivitas listrik terbesar dihasilkan pada fraksi massa arang- TiO_2 (10%:90%), yaitu $1,1 \times 10^{-7}$ S/cm. Waluyo *et al.* (2017) dalam penelitiannya menyatakan ukuran pori arang aktif dari limbah tandan sawit berpengaruh terhadap kapasitansi dan resistansi pada prototipe baterai yang dibuat dengan korelasi masing-masing sebesar 90% dan 90,2%. Mardwinata (2017) mengukur tegangan dan arus pada baterai aluminium udara dengan bahan arang aktif dan elektrolit air laut, dengan hasil tegangan rata-rata dari seluruh sel yang dihasilkan sebesar 0,781 Volt. Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan tersebut, maka pengukuran kelistrikan dari arang aktif dapat dilakukan sebagai acuan untuk pembuatan bahan piranti elektronik. Irzaman *et al.* (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa konduktivitas listrik material semikonduktor berkisar 10^{-8} S/cm sampai 10^3 S/cm. Oleh karena itu, pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran sifat listrik arang aktif dari eceng gondok pada berbagai variasi konsentrasi aktivator KOH. Adapun sifat listrik yang diuji meliputi konduktivitas listrik dan konstanta dielektrik.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diambil dalam penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh variasi konsentrasi aktivator KOH pada arang aktif eceng gondok terhadap sifat listrik dan daya serap iodin?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini memiliki tujuan untuk menentukan konsentrasi aktivator KOH terbaik pada pembuatan arang aktif eceng gondok ditinjau dari hasil pengukuran konduktivitas listrik, konstanta dielektrik dan daya serap iodin.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini diantaranya arang aktif dari eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai penjerap logam berat atau penjernih air, serta lebih lanjut dapat digunakan sebagai bahan piranti elektronik seperti katoda baterai, kapasitor *double layer* dan elektroda *fuel cell*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Eceng Gondok

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman gulma di wilayah perairan yang hidup terapung di air yang dalam yang memiliki arus tenang. Tanaman ini berkembang biak dengan cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Perkembangbiakan dengan cara vegetatif dapat melipat ganda dua kali dalam waktu 7-10 hari. Tanaman eceng gondok ini mampu menjadi penyerap polutan yang baik sehingga air yang dihasilkan dari kolam khusus yang ditanami eceng gondok itu tidak mencemari lingkungan. Diketahui bahwa eceng gondok ini mampu menyerap uranium, nitrogen dan merkuri yang sangat berbahaya bila mencemari lingkungan (Putera, 2012). klasifikasi eceng gondok sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Sub Kingdom	: Tracheobionta
Super Kingdom	: Supermathophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Alismatalase
Famili	: Butomaceae
Genus	: Echornia
Species	: <i>Eichornia crassipes solm</i>



Gambar 2.1 Eceng gondok

Gambar 2.1 merupakan tanaman eceng gondok, terdiri dari akar, bakal tunas atau stolon, daun, petiole, dan bunga. Daun-daun eceng gondok berwarna hijau terang berbentuk telur yang melebar atau hampir bulat dengan garis tengah sampai 15 cm. Menurut Hasyim (2016), kerugian akibat pertumbuhan eceng gondok yang tidak terkendali yaitu sebagai berikut:

1. Meningkatnya evaporasi atau penguapan dan berkurangnya air, karena daunnya lebar serta pertumbuhannya cepat.
2. Berkurangnya cahaya yang masuk kedalam perairan sehingga menurunnya kadar oksigen dalam air (DO: *dissolved oxygens*).
3. Terjadi pendangkalan perairan dikarenakan eceng gondok yang mati jatuh ke dasar sungai.
4. Mengganggu jalannya transportasi air, khususnya bagi masyarakat yang masih bergantung pada sungai.
5. Mengurangi keanekaragaman spesies yang hidup di perairan.

2.2 Arang Aktif



Gambar 2.2 (a) Arang aktif berbentuk granula dan (b) Arang aktif berbentuk serbuk (Sumber: Suprianova, 2016).

Arang adalah bahan padat yang memiliki pori yang dihasilkan dari pembakaran pada suhu tinggi dengan karbonisasi, yaitu proses pembakaran tidak sempurna, sehingga bahan tidak teroksidasi (Siahaan *et al.*, 2013). Arang aktif merupakan karbon yang sudah mengalami aktivasi, sehingga luas permukaannya menjadi lebih besar karena jumlah porinya lebih banyak. Arang aktif memiliki

struktur amorf dengan luas permukaan 300-2000 m²/g (Surest, 2008). Kandungan yang dimiliki arang aktif yaitu karbon 87%-97% dan sisanya berupa hidrogen, oksigen, sulfur, dan material lain (Prabowo, 2009).

Berdasarkan Gambar 2.2 arang aktif dibagi menjadi 2 tipe yaitu, arang aktif sebagai pemucat biasanya berbentuk serbuk yang halus dengan diameter pori 1000 Å, digunakan dalam fase cair dan berfungsi untuk memindahkan zat-zat pengganggu. Arang aktif sebagai penyerap uap biasanya berbentuk granular atau pelet yang sangat keras, dengan diameter 10-200 Å (Ruthven dalam Suprianova, 2016).

Menurut Komariah (2013), secara umum proses pembuatan arang aktif terdiri dari beberapa tahap, yaitu: dehidrasi, karbonisasi, penggilingan, dan aktivasi.

a. Dehidrasi

Penghilangan atau pengurangan kadar air pada bahan baku dan dilakukan pemotongan kecil-kecil terhadap eceng gondok.

b. Karbonisasi

Bahan baku berupa potongan-potongan eceng gondok dikarbonisasi (dipanggang dengan suhu tinggi) dengan suhu bervariasi.

c. Penggilingan

Dengan mesin penggiling arang dihaluskan menjadi tepung (*powdered*) dengan ayakan 200 mesh dipisah antara yang halus dengan yang kasar, yang halus siap di proses aktivasi.

d. Aktivasi

Pada proses ini arang eceng gondok akan mengalami proses pembentukan pori-pori. Dalam proses aktivasi, arang mengalami reaksi dengan zat pengoksidasi dan hasil reaksi CO menghamburkan pembentukan luas permukaan arang. Akibat gasifikasi dari partikel arang, granul atau butiran membentuk pori-pori pada arang, maka inilah yang disebut sebagai arang aktif.

Aktivasi arang aktif dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu aktivasi secara kimia dan aktivasi secara fisika. Aktivasi kimia merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia seperti H₂PO₄, NH₄Cl, AlCl₃, HNO₃, KOH, KMnO₄, SO₃, H₂SO₄, dan K₂S. Aktivasi

fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan panas, uap, dan CO₂. Arang aktif sebagian besar dimanfaatkan sebagai bahan penyerap (*adsorben*) dan dapat digunakan sebagai pembersih minyak yang tumpah, penyaring air minum, penyaring udara dan perbaikan tanah. Selain itu, arang aktif juga telah digunakan sebagai penyaring kotoran organik dan sebagai penyerap racun dalam tubuh serta menyerap emisi (Fauziah, 2009). Arang aktif dalam perkembangannya juga dapat dimanfaatkan sebagai material elektroda dalam baterai litium dan superkapasitor, katalis untuk reduksi oksigen pada *fuel cell*, dan material penyimpanan hidrogen (Peng *et al.*, 2014). Kualitas arang aktif berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standarisasi arang aktif (SNI) 06-3730-1995

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar Air	Mak. 15%
Kadar Abu	Mak. 10%
Kadar Zat Menguap	Mak. 25%
Daya Serap Terhadap Yodium	Min. 750 mg/g
Daya Serap Terhadap Benzena	Min. 25%
Kadar Karbon Terikat	Min. 65%

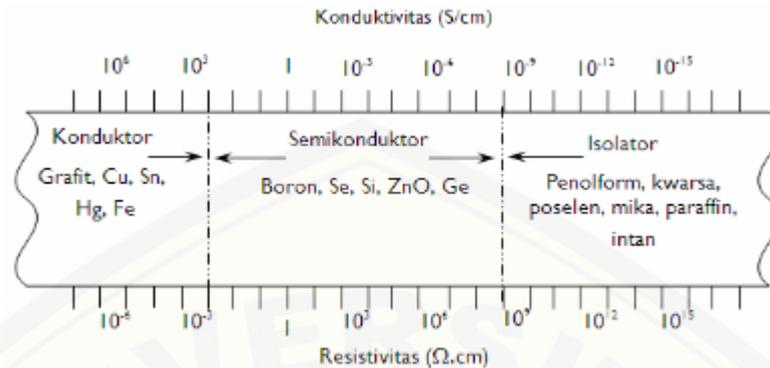
(Sumber: SNI, 1995)

2.3 Sifat Listrik

a. Konduktivitas listrik

Konduktivitas listrik adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik di dalam bahan dihantarkan oleh ion yang terkandung didalamnya. Ion memiliki karakteristik tersendiri dalam menghantarkan arus listrik, maka dari itu nilai konduktivitas listrik hanya menunjukkan konsentrasi total dalam muatan. Banyaknya ion dalam bahan juga dipengaruhi oleh padatan didalamnya. Semakin besar jumlah padatan yang ada

pada bahan maka ion dalam bahan juga semakin besar, sehingga nilai konduktivitas listrik semakin besar (Irwan dan Afdhal, 2016).



Gambar 2.3 Spektrum konduktivitas listrik dan resistivitas (Irzaman *et al.*, 2010)

Konduktivitas listrik juga sangat dipengaruhi oleh kadar air, kepadatan dan struktur bahan (Irzaman *et al.*, 2014). Nilai konduktivitas listrik dari suatu bahan bergantung pada sifat bahan yang diuji. Bahan alami maupun buatan yang terdapat di alam dapat diklasifikasi menjadi tiga yaitu konduktor, isolator dan semikonduktor. Nilai dari konduktivitas listrik ketiga bahan tersebut berbeda seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3. Nilai konduktivitas listrik dapat diperoleh dari nilai resistansi sebagai berikut:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.1)$$

dimana:

R = resistansi (Ω)

ρ = resistivitas (Ωm)

L = panjang penampang (m)

A = luas penampang (m^2)

Dimana kebalikan dari resistivitas disebut konduktivitas (σ). Maka untuk menentukan konduktivitas listrik adalah:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{L}{AR} \quad (2.2)$$

b. Konstanta Dielektrik

Konstanta dielektrik atau permitivitas listrik relatif adalah sebuah konstanta dalam ilmu fisika. Konstanta ini melambangkan rapatnya fluks elektrostatik dalam suatu bahan bila diberi potensial listrik, sedangkan jika diberi sebuah potensial relatif terhadap ruang hampa. Permitivitas relatif dari sebuah medium berhubungan dengan *susceptibility* (ketahanan) listriknya χ_e yang dinyatakan melalui persamaan (Hayt dan Buck, 2006).

$$\kappa = 1 + \chi_e \quad (2.3)$$

Akan diperoleh nilai konstanta dielektrik dari suatu bahan, dengan persamaan umum:

$$\kappa = \frac{V_0 d_1}{V_d d_0} \quad (2.4)$$

Dimana:

V_0 = beda potensial pada keping sejajar (volt)

V_d = beda potensial pada bahan yang terpolarisasi (volt)

d_0 = jarak antar keping (meter)

d_1 = tebal bahan (meter)

κ = konstanta dielektrik

Nilai bahan dielektrik berdasarkan kemampuannya untuk mempengaruhi gaya elektrostatik pada suhu tertentu disebut konstanta dielektrik. Kemampuan kapasitor dalam menyimpan muatan disebut kapasitansi (C), kapasitansi diukur berdasarkan (q) yang dapat disimpan pada suatu kenaikan tegangan (V). Banyaknya muatan yang terdapat pada kapasitor sebanding dengan tegangan yang diberikan oleh sumber. Ketika dua buah plat penghantar sejajar yang disekat satu sama lain dengan suatu bahan dielektrik C_d , maka V_d lebih kecil dari pada V_0 . Hal ini berarti bahwa suatu bahan dielektrik yang diletakkan diantara plat kapasitor akan menyebabkan nilai tegangan menurun dan nilai kapasitansi kapasitor

tersebut meningkat. Nilai kapasitansi kapasitor suatu plat sejajar akibat kehadiran bahan dielektrik adalah (Giancoli, 2001).

$$C = \frac{q}{V} = \frac{q}{V_0/\kappa} = \frac{q}{V_0} \kappa \quad (2.5)$$

dengan $\frac{q}{V}$ adalah C_0 sesuai dengan persamaan $C_0 = \frac{q_0}{V_0}$ maka persamaan menjadi:

$$C = \kappa C_0 \quad (2.6)$$

Sehingga dapat diketahui bahwa besarnya kapaasitansi suatu kapasitor tergantung pada bahan dielektrik (κ) yang digunakan, luas penampang pelat (A), dan jarak antar kedua pelat (d). Kapasitansi dari kapasitor berbanding lurus dengan luas pelat dan berbanding terbalik dengan jarak antar pelat-pelat atau dapat ditulis dengan:

$$C = \epsilon_0 \frac{\kappa A}{d} \quad (2.7)$$

dimana:

C = kapasitansi (F)

d = jarak antar pelat sejajar (m)

A = luas permukaan pelat sejajar (m²)

ϵ_0 = permitivitas ruang hampa ($8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$)

κ = konstanta dielektrik

2.4 Daya Serap Iodin

Daya serap arang aktif merupakan suatu akumulasi atau terkonsentrasinya komponen di permukaan atau antar muka dalam dua fasa. Bila kedua fasa saling berinteraksi, maka akan terbentuk suatu fasa baru yang berbeda dengan masing-masing fasa sebelumnya. Hal ini disebabkan karena adanya gaya tarik menarik antar molekul, ion atau atom dalam kedua fasa tersebut. Gaya tarik menarik ini dikenal sebagai gaya Van der Waals. Pada kondisi tertentu, atom, ion atau molekul

dalam daerah antar muka mengalami ketidakseimbangan gaya (Laos dan Selan, 2016).

Penetapan daya serap arang aktif terhadap daya serap iodin bertujuan untuk mengetahui daya serap arang aktif terhadap molekul-molekul kecil (Apipah, 2016). Penambahan larutan iodin berfungsi sebagai adsorbat, sedangkan arang aktif adalah adsorben. Dengan kata lain adsorbat adalah zat yang diserap dan adsorben adalah zat yang menyerap. Kereaktifan arang aktif dapat dilihat dari kemampuan arang aktif untuk mengadsorpsi substrat. Daya serap arang aktif terhadap iodin memiliki korelasi terhadap luas permukaan dari arang aktif. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut (Jamilatun dan Setyawan, 2014). Menurut Idrus *et al.* (2013), penentuan daya serap iodin arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 sebesar minimal 750 mg/g. Nilai daya serap iodin dipengaruhi oleh suhu, lamanya kesetimbangan, tingkat agitasi, konsentrasi *reagent* dan metode untuk mengukur daya serap iodin tersebut (Haule, 2016). Daya serap iodin dapat dihitung sesuai dengan persamaan 2.8.

$$ISV = A \frac{\frac{B \times N(Na_2S_2O_3)}{N(iodin)} \times 126,93 \times fp}{\alpha} \quad (2.8)$$

dimana:

ISV = iodine sorption value atau daya serap iodin (mg/g)

A = volume larutan iodin (ml)

B = volume natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) yang terpakai (ml)

$N(Na_2S_2O_3)$ = konsentrasi natrium tiosulfat (N)

$N(iodin)$ = konsentrasi iodin (N)

α = massa arang aktif (g)

fp = faktor pengenceran

(Laos dan Selan, 2016).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan memanfaatkan limbah eceng gondok sebagai bahan pembuatan arang aktif. Adapun tahapan dalam penelitian ini meliputi tahap sintesis arang aktif dan tahap uji karakteristik arang aktif. Proses aktivasi arang aktif dilakukan dengan memvariasi konsentrasi aktivator KOH sebesar 25%, 30%, dan 35% (b/v). Karakteristik arang aktif eceng gondok dilakukan dengan pengujian sifat listrik dan daya serap iodin. Sifat listrik yang diuji meliputi, penentuan nilai konduktivitas listrik dan konstanta dielektrik.

Tahapan sintesis arang aktif dari eceng gondok melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Tahap karbonisasi dilakukan di Laboratorium Teknologi Terapan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik. Proses aktivasi arang dilakukan di Laboratorium Material, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Pengujian sifat listrik arang aktif dilakukan di Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Pengujian daya serap iodin dilakukan di Laboratorium Instrumen dan Proksimat Terpadu, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.

Penelitian ini diawali dengan melakukan studi pustaka dari beberapa sumber yang dijadikan sebagai rujukan terhadap topik yang diteliti. Selanjutnya dilakukan dengan tahapan persiapan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah oven, neraca digital, blender, cawan krusibel, loyang, *furnance*, lempeng PCB, labu elenmayer, *beaker glass*, gelas ukur, mortar, gunting, kertas saring, ayakan 200 mesh, pH meter, nampan, plastik klip, LCR meter Lutron 9183, *alumunium foil*, selotip, pipet tetes, *magnetic stirrer*, dan *buchner funnel*. Sedangkan bahan yang digunakan adalah tanaman eceng gondok, kalium hidroksida (KOH), hidrogen klorida (HCl), larutan iodin (I₂) dan aquades.

Tahapan pembuatan arang aktif dimulai dengan mengumpulkan eceng gondok yang diambil bagian batangnya dan dicuci bersih. Proses karbonisasi dilakukan dalam *furnance* pada suhu 400°C selama 1 jam. Pada tahapan ini dihasilkan arang eceng gondok, kemudian arang eceng gondok diaktivasi secara kimia dengan konsentrasi larutan KOH sebesar 25%, 30%, 35% (b/v) hingga diperoleh arang aktif eceng gondok. Arang aktif selanjutnya dilakukan pengujian sifat listrik dan daya serap iodinya.

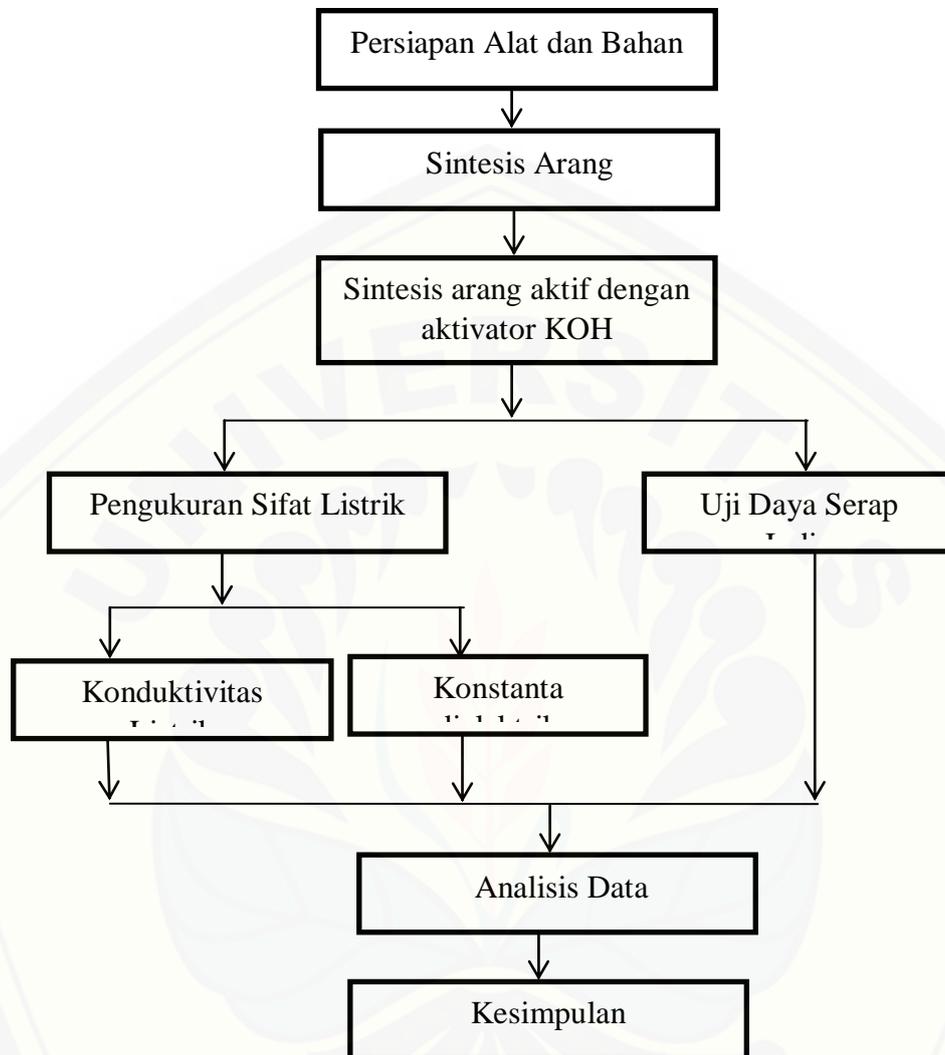
3.2 Jenis dan Sumber Data

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental. Data yang diperoleh dari penelitian ini berupa data kuantitatif. Pengukuran data yang diperoleh dari penelitian ini berupa nilai kapasitansi, resistansi dan daya serap iodin. Data dari nilai resistansi digunakan untuk memperoleh nilai konduktivitas listrik dari arang aktif eceng gondok, sedangkan data dari kapasitansi digunakan untuk menentukan nilai konstanta dielektrik arang aktif eceng gondok. Sumber data yang digunakan untuk menentukan nilai konduktivitas listrik, konstanta dielektrik dan daya serap iodin adalah data primer karena data tersebut diperoleh langsung dari eksperimen.

3.3 Definisi Operasional Variabel dan Skala Pengukuran

Variabel yang diteliti dalam penelitian ini meliputi nilai konduktivitas listrik, konstanta dielektrik dan daya serap iodin dari arang aktif eceng gondok. Adapun variabel yang divariasikan dalam penelitian ini adalah konsentrasi aktivator KOH yang digunakan sebesar 25%, 30%, dan 35% (b/v) dalam proses sintesis arang aktif dari eceng gondok. Skala pengukuran yang digunakan adalah skala pengukuran rasio, dimana arang aktif dari eceng gondok dengan variasi konsentrasi aktivator KOH dibandingkan satu sama lainnya berdasarkan nilai konduktivitas listrik, konstanta dielektrik dan daya serap iodin yang didapatkan.

3.4 Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

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

3.4.1. Sintesis Arang Aktif Eceng Gondok

Tahapan sintesis arang aktif dari eceng gondok diawali dengan menyiapkan bahan baku eceng gondok sebanyak 8 kg. Eceng gondok yang diambil bagian batangnya kemudian dicuci dan dijemur selama 24 jam untuk

menghilangkan sisa air yang menempel di permukaan eceng gondok. Setelah eceng gondok dijemur kemudian eceng gondok dipotong kecil-kecil kemudian di oven pada suhu 150°C selama 15 menit. Selanjutnya eceng gondok kering tersebut dihaluskan dengan menggunakan blender hingga diperoleh eceng gondok dalam bentuk serbuk. Serbuk eceng gondok dimasukkan ke dalam cawan krusibel yang kemudian dimasukkan ke dalam *furnance* untuk dibakar pada suhu 400°C. Proses karbonisasi ini berlangsung selama 1 jam. Serbuk eceng gondok yang telah dikarbonisasi kemudian dihaluskan menggunakan mortar. Serbuk yang sudah dihaluskan selanjutnya diayak dengan menggunakan ayakan 200 mesh.

3.4.2 Aktivasi Arang

Aktivasi arang menggunakan aktivator KOH yang dilarutkan ke dalam aquades dengan konsentrasi masing-masing sebesar 25%, 30%, dan 35%. Konsentrasi KOH 25% (b/v) dibuat dengan menambahkan aquades ke dalam 25 g KOH hingga mencapai 100 mL. Larutan KOH tersebut digunakan untuk merendam arang aktif dengan massa 8,24 g untuk larutan KOH 25%, 10 g untuk larutan KOH 30%, 11,66 g untuk larutan KOH 35% selama 24 jam. Perbandingan massa arang aktif dengan KOH konstan sebesar 1:3 (b/b) untuk setiap variasi konsentrasi larutan KOH yang digunakan (Nurhayati, 2016). Arang tersebut selanjutnya dipanaskan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 80°C dengan kecepatan putaran *stirrer* 350 rpm selama 4 jam. Kemudian arang aktif tersebut disaring menggunakan alat *buchner funnel* yang dilapisi kertas saring. Arang aktif yang tertahan dikertas saring dicuci dengan menggunakan 2M HCl dan dicuci dengan aquades sampai pH netral. Arang aktif yang telah netral tersebut dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C selama ± 2 jam.

3.4.3 Uji karakteristik Arang Aktif Eceng Gondok

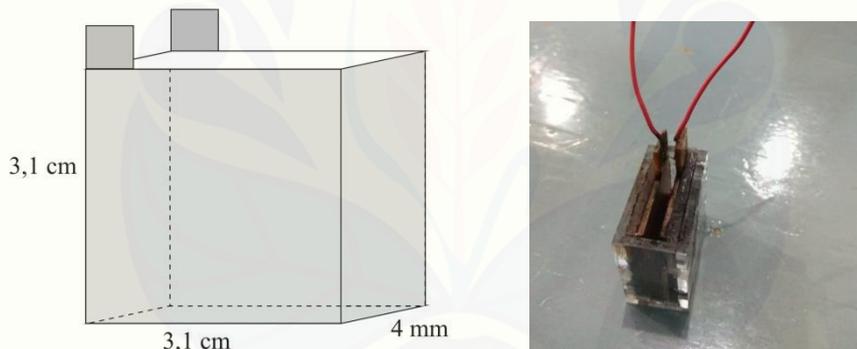
a. Pengujian Sifat Listrik

sebanyak 1,5 gram arang aktif eceng gondok di masukkan ke dalam wadah balok yang telah diberi PCB dengan ukuran (3,1 × 3,1) cm dan jarak celah 4 mm. Selanjutnya dapat dilakukan pengujian sifat listrik yang meliputi resistansi dan

kapasitansi yang masing-masingnya digunakan untuk menentukan nilai konduktivitas listrik dan konstanta dielektrik menggunakan alat LCR meter Lutron 9183.

1. Pembuatan Pelat Keping Sejajar

Pelat keping sejajar digunakan untuk pengukuran konduktivitas listrik dan konstanta dielektrik arang aktif. Langkah pertama yaitu membuat pelat kapasitor dari lempeng PCB yang berukuran $(3,1 \times 3,1)$ cm. Pelat PCB yang telah dipotong sesuai ukuran dimasukkan ke dalam wadah yang berbentuk balok dengan diberi jarak antar pelat 4 mm. Desain pelat sejajar dari lempeng PCB seperti ditunjukkan pada Gambar 3.2. Selanjutnya, beri perekat pada PCB agar bisa menempel pada dinding wadah. Sambungkan bagian yang menjadi terminal dengan kabel penghubung dengan cara disolder. Tutup bagian atas wadah dengan selotip agar kedap udara.



Gambar 3.2 Desain pelat keping sejajar

2. Kalibrasi

Pengukuran sifat listrik menggunakan alat LCR meter Lutron 9183. Sebelum melakukan pengukuran terhadap sampel, maka perlu dilakukan kalibrasi. Tombol *Power* ditekan untuk menghidupkan, kemudian tekan tombol *Call* untuk kalibrasi, setelah itu tekan tombol *Hold* dan tunggu 1 menit, tekan tombol *Power* untuk mematikan dan tekan tombol *Power* kembali untuk menghidupkan kemudian digunakan kembali untuk pengukuran.

3. Pengukuran Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik diketahui dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2.2) dari nilai resistansi yang didapatkan melalui pengukuran menggunakan LCR meter. Bahan yang diukur nilai konduktivitas listriknya adalah arang aktif dari eceng gondok dengan variasi konsentrasi aktivator KOH sebesar 25%, 30%, dan 35% (b/v) yang berturut-turut diberi nama sampel AA25%, AA30%, dan AA35%. Sampel AA25% sebesar 1,5 g dimasukkan diantara pelat kapasitor keping sejajar. Mode resistansi (R) pada LCR meter diaktifkan dan masing-masing elektroda disambungkan dengan pelat. Frekuensi input yang digunakan pada pengukuran ini adalah 10kHz dan nilai resistansi yang tertera pada LCR meter dicatat. Proses pengukuran yang sama juga dilakukan pada sampel AA30% dan AA35%. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan untuk semua sampel. Lima data hasil pengulangan selanjutnya dirata-rata dan dihitung *error*-nya menggunakan standar error. Selanjutnya data nilai resistansi yang didapat dari pengukuran dapat digunakan untuk menentukan nilai konduktivitas listrik menggunakan persamaan (2.2).

4. Pengukuran Konstanta Dielektrik

Metode pengukuran untuk mendapatkan konstanta dielektrik hampir sama dengan pengukuran konduktivitas listrik. Sampel AA25% sebanyak 1,5 g dimasukkan diantara pelat konduktor keping sejajar dan sedikit ditekan agar memenuhi celah antar pelat. Alat LCR meter ditekan mode L/C/R hingga menunjukkan mode kapasitansi (C). Pengukuran dilakukan pada frekuensi 10KHz dan nilai kapasitansi yang terukur dicatat. Proses pengukuran yang sama juga dilakukan pada sampel AA30% dan AA35%. Semua variasi diambil lima sampel uji sebagai pengulangan. Setiap kapasitansi yang telah diukur digunakan untuk menghitung konstanta dielektrik menggunakan persamaan (2.7) sehingga didapatkan lima nilai konstanta dielektrik untuk setiap variasi konsentrasi KOH.

b. Uji Daya Serap Iodin

Pengujian daya serap iodin pada sampel AA25%, AA30% dan AA35% dilakukan dengan cara menimbang arang aktif sebanyak 5 gram dan campuran

dengan 100 ml larutan iodine 0.1 N. Kocok dengan alat pengocok selama 15 menit. Setelah itu pindahkan ke dalam tabung sentrifugal sampai arang aktif turun, kemudian ambil 10 ml cairan iodine yang telah dicampur dengan arang aktif dan titrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0.1 N. Jika warna kuning pada larutan mulai samar, maka ditambahkan larutan amilum 1% sebagai indikator. Titrasi kembali hingga berwarna bening (Laos dan Selan, 2016). Daya serap iodine arang aktif eceng gondok dapat diperoleh dari persamaan (2.8).

3.5 Metode Analisis

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari kegiatan penelitian ini terdapat beberapa hal yang dapat dianalisis. Beberapa hal akan dianalisis untuk mendapatkan informasi berkenaan dengan pengaruh variasi konsentrasi aktivator KOH yang digunakan dalam proses aktivasi arang aktif terhadap nilai konduktivitas listrik, konstanta dielektrik, dan daya serap iodine yang diukur.

3.5.2 Analisis Sifat Listrik Arang Aktif Eceng Gondok

Analisis data pada sifat listrik arang aktif eceng gondok meliputi analisis konduktivitas listrik (σ) dan konstanta dielektrik (κ). Data yang dihasilkan dari hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Grafik sifat listrik ditampilkan pada 2 macam grafik, yaitu grafik hubungan sifat listrik terhadap frekuensi dan grafik hubungan sifat listrik terhadap variasi konsentrasi aktivator KOH.

Analisis data hasil pengukuran konduktivitas listrik (σ) ditampilkan dalam bentuk tabel. Konduktivitas listrik dihitung menggunakan persamaan (2.2) dengan memasukkan nilai resistansi berdasarkan hasil pengukuran. Setiap variasi konsentrasi KOH didapatkan lima nilai konstanta dielektrik yang selanjutnya dirata-rata. Hasil akhir untuk konduktivitas listrik adalah $\sigma = (\bar{\sigma} \pm \Delta\sigma)$. Data yang ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik konduktivitas listrik terhadap variasi konsentrasi aktivator KOH digunakan untuk mengetahui konsentrasi aktivator terbaik ditinjau dari nilai konduktivitas listrik arang aktif eceng gondok yang paling besar. Berdasarkan nilai konstanta dielektrik dan konduktivitas listrik

tersebut bisa digunakan untuk menentukan sifat listrik terbaik menggunakan grafik *Line Charts*.

Analisis data hasil perhitungan konstanta dielektrik (κ) ditampilkan dalam bentuk tabel. Konstanta dielektrik dihitung menggunakan persamaan (2.7) dengan input kapasitansi dari hasil pengukuran lima sampel uji. Setiap variasi konsentrasi KOH didapatkan lima nilai konstanta dielektrik yang selanjutnya dirata-rata. Hasil akhir untuk konstanta dielektrik adalah $\kappa = (\bar{\kappa} \pm \Delta\kappa)$. Nilai $\Delta\kappa$ adalah *error* dari lima nilai sampel uji untuk setiap variasi konsentrasi. Selain hasil akhir, data ditampilkan dalam bentuk grafik. Grafik konstanta dielektrik dengan variasi konsentrasi ditampilkan untuk mengetahui hubungan konstanta dielektrik terhadap perubahan konsentrasi yang diterapkan. Berdasarkan grafik hubungan konstanta dielektrik dan konsentrasi yang diterapkan, maka dapat ditentukan nilai konsentrasi yang baik untuk mengukur konstanta dielektrik terbaik, dimana untuk bahan piranti elektronik dibutuhkan nilai dielektrik yang kecil. Grafik hubungan nilai konstanta dielektrik terhadap variasi konsentrasi aktivator KOH ditampilkan untuk mengetahui konsentrasi aktivator terbaik ditinjau dari nilai konstanta dielektrik arang aktif eceng gondok yang paling besar. Berdasarkan data grafik tersebut bisa digunakan untuk menentukan karakteristik sifat listrik arang aktif eceng gondok.

Uji ANOVA dilakukan dengan menggunakan program ORIGIN untuk melihat pengaruh pemberian variasi konsentrasi aktivator KOH pada arang aktif eceng gondok terhadap sifat listriknya. Pengaruh pemberian variasi konsentrasi aktivator pada arang aktif dianalisis dengan menggunakan *one-way* ANOVA. Hipotesa yang dipakai pada pengaruh konsentrasi aktivator arang aktif terhadap sifat listrik adalah H_0 (hipotesa nol) dan H_a (hipotesa alternatif).

1. H_0 menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh pemberian variasi konsentrasi KOH pada arang aktif eceng gondok terhadap sifat listriknya.
2. H_a menunjukkan adanya pengaruh pemberian konsentrasi aktivator KOH terhadap sifat kelistrikan arang aktif eceng gondok.

Kesimpulan hipotesa didasarkan pada dua kriteria pengujian yakni, H_0 ditolak jika $P_{value} (Sig) < 0.05$ dan jika $P_{value} (Sig) > 0.05$ maka H_0 diterima.

3.5.3 Analisis Daya Serap Iodin Arang Aktif Eceng Gondok

Uji serap iodin dilakukan untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap molekul-molekul kecil. Analisis uji serap iodin dapat dilihat dari besar kecilnya nilai daya serap iodin yang dihasilkan dari setiap sampel yang telah diuji. Berdasarkan tahap karakterisasi yang dilakukan, jenis data yang digunakan adalah data kuantitatif. Data-data yang didapat akan digambarkan dalam bentuk grafik. Grafik tersebut merepresentasikan hubungan antara daya serap iodin pada setiap variasi konsentrasi aktivator KOH yang digunakan. Semakin besar nilai daya serap iodin yang didapatkan maka mengindikasikan kualitas dari arang aktif eceng gondok yang dihasilkan akan semakin baik dalam penyerapan (Laos dan Selan, 2016).

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan adalah

Terjadi kenaikan kapasitansi arang aktif eceng gondok pada setiap penambahan konsentrasi KOH pada saat aktivasi arang aktif eceng gondok. Pada arang aktif dengan konsentrasi KOH 35% mengalami kenaikan yang cukup tinggi yaitu 4,035. Terjadi penurunan nilai konduktivitas pada setiap kenaikan konsentrasi aktivator KOH arang aktif eceng gondok. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi aktivator KOH akan meningkatkan jumlah struktur amorf. Tingginya struktur amorf membuat pergerakan elektron terbatas. Terjadi kenaikan nilai daya serap iodine pada setiap kali penambahan aktivator KOH pada arang aktif. Kenaikan nilai daya serap iodine ini disebabkan karena meningkatnya ukuran pori pada setiap penambahan aktivator KOH arang aktif eceng gondok.

5.2 Saran

Saran pada penelitian selanjutnya yaitu diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai luas permukaan arang aktif dan jumlah distribusi pori menggunakan uji *BET surface area analyzer* pada arang aktif. Dikarenakan dalam penelitian ini masih belum besar luas permukaan hanya berupa dugaan. Selain itu diperlukan uji XRD untuk mengetahui kadar kristalinitas dari arang aktif.

DAFTAR PUSTAKA

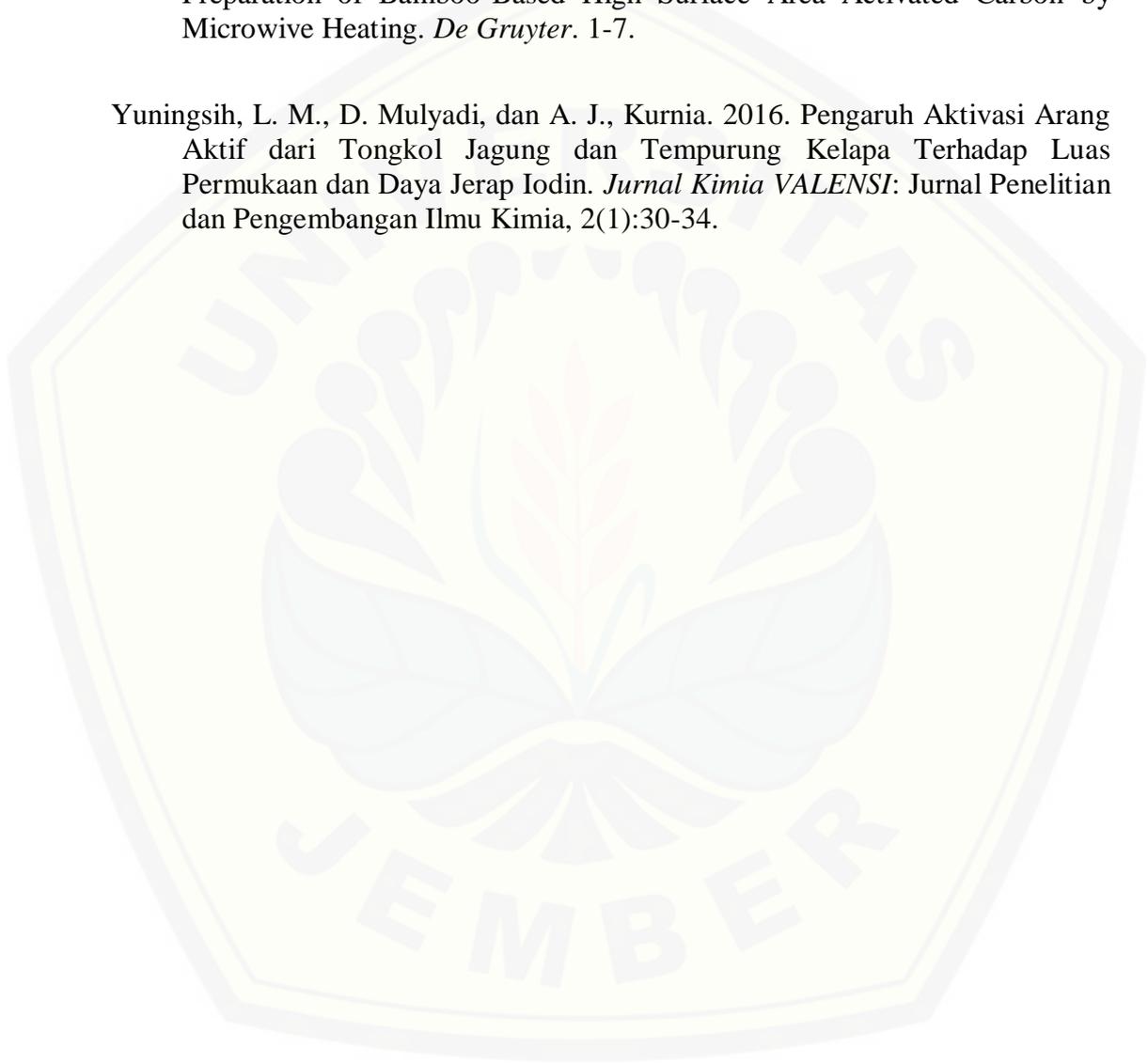
- Abdullah, M. 2006. Diktat Kuliah Fisika Dasar II Tahap Persiapan Bersama ITB.
- Aflahannisa dan Astuti. 2016. Sintesis Nanokomposit Karbon-TiO₂ Sebagai Anoda Baterai Lithium. *Jurnal Fisika Unnad*. 5 (4): 357-363.
- Agustina, S. 2004. Kajian Proses Aktivasi Ulang Arang Aktif Bekas Adsorpsi Gliserin Dengan Metode Pemanasan. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Apipah, E. R. 2016. Sifat Listrik Arang Aktif dari Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Bahan Semikonduktor. *Tesis*. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Azhari, R., Mayasari, C. Saleh, dan B. Yusuf. 2017. Pemanfaatan Serbuk Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Teraktivasi Dengan Sistem Kantong Celup Sebagai Adsorben Penjerap Ion Logam Kadmium (Cd). *Jurnal Analitik 2* (2): 197-203.
- Chahyani, R. 2012. Sintesis dan Karakteristik Membran Polisuflon Didadah Karbon Aktif Untuk Filtrasi Air. *Skripsi*. Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fachry, A. R., A. Wahyuningsih, dan Y. E. Susanti. 2011. Proses Pembuatan Sabun Cair dari Campuran Minyak Goreng Bekas dan Minyak Kelapa. *Jurnal Teknik Kimia*. 17 (7): 27-32.
- Fatmawati, K. 2018. Sifat Listrik dan Optik Lapis Tipis Bahan Semikonduktor Sn(S_{0.5}Te_{0.5}), Sn(S_{0.2}Te_{0.6}), dan Sn(S_{0.2}Te_{0.8}) Hasil Preparasi Dengan Teknik Evaporasi Termal Untuk Aplikasi Seluruhnya. *Skripsi*. Program Studi Fisika Jurusan Fisika. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Halue, L. V. 2016. Iodine Sorption Value and Surface Chemical Analysis of Regenerated Cellulosic Fibres. *Journal of Textile Science and Technology*. 2: 37-45.
- Haslita. 2018. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Kompos Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Besar (*Capsicum annum*)

- L.). *skripsi*. Makasar. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makasar.
- Hasyim, N. A. 2016. Potensi Fitoremedasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Dalam Mereduksi Logam Berat Seng (Zn) Dari Perairan Danau Tempe Kabupaten Wajo. *Skripsi*. Makasar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makasar.
- Husein, I., A. Agustina, S. Sadiyo, N. Nugroh, I. Wahyudi, R. N. Komariyah, J. Khabibi, C. Y. C. Purba, D. Ali, M. Iftor, T. P. Kahar, A. Wijayanto, M., dan Jamilah. 2014. Electrical Properties of Indonesian Hardwood Case Study: *Acacia Mangium, Switenia Macrophylla and Measopsis Eminii*. *Wood Reasearch*. 59(4): 695-704.
- Irwan, F dan Afdal. 2016. Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Total Dissulved Soild (TDS) dan Tempratur pada Beberapa Jenis Air. *Jurnal Fisika Unand*. 5 (1): 85-93.
- Jamilatun, S dan M. Setyawan. 2014. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernih Asap Cair. *Jurnal*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta.
- Karim, M., A. E. Ariyanto, dan A. Firmansyah. 2014. Biobriket Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan. *Reaktor 15* (1): 59-63.
- Komariah, L. N., S. Adhiat, dan N. D. Sari. 2013. Pembuatan Karbon Aktif dari Bonggol Jagung Manis (*Zea Mayes Saccharata Sturt*) dan Aplikasinya Pada Pemurnian Air Rawa. *Jurnal Teknik Kimia*. 19 (3): 1-8.
- Kusnadi,. 2007. Sifat Listrik Ayam Kampung Selama Penyimpanan. *Skripsi*. Departemen Fisika. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Laos, L. E., A. Selan. 2016. Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*. 1 (1): 32-36.
- Lempang, M. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Info Teknis EBONI*. 11 (2): 65-80.

- Mardwinata, B. 2017. Pembangkit Energi Listrik Pada Baterai Udara Dengan Bahan Karbon Aktif dan Elektrolit Air Laut. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan*. 3: 45-51.
- Nababan, Nurtati N., T. H. Wahyuni, dan N. D. Hanafi. 2014. Pemanfaatan Eceng Gondok Fermentasi Sebagai Pakan Domba Lokal Jantan Lepas Sapih. *J. Peternakan Integratif* 2 (2): 173-182.
- Nurhayati, D. 2016. Kajian Struktur dan Konduktivitas Listrik Arang Ampas Tebu Dengan Karbonisasi Hidrotermal. *Skripsi*. Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Peng, X., J. Fu, dan C. Zhang. 2014. Rice Husk-Derived Activated Carbon Li Ion Battery Anode. *American Scientific Publishers*. 6 (1): 68-71.
- Poli, F. F. 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Aktivasi Terhadap Mutu Arang Aktif dari Kayu Kelapa. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*. 12 (2): 21-28.
- Prabowo, A. L., 2009. Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung Serta Aplikasinya Untuk Adsorpsi Cu, Pb, dan Amonia. *Skripsi*. Departemen Teknik Kimia. Depok: Universitas Indonesia.
- Putera, R. D. H., 2012. Ekstraksi Serat Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Dengan Variasi Pelarut. *Skripsi*. Program Studi Teknik Kimia. Depok: Universitas Indonesia.
- Putra, G. A. 2016. Desain dan Pembuatan Baterai Alumunium Udara Menggunakan Variasi Karbon Aktif. *Tugas Akhir*. Program Studi Teknik Mesin. Jakarta: Universitas Mercu Buana Jakarta.
- Ruthven, D. M., 1984. Principle of Adsorbtion and Adsorbtion Process. John Wiley dan sos: New York. 124-141.
- Sahara, E., D. E. Permatasari, dan I. W. Surasa. 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Limbah Tanaman Gumitir Aktivator ZnCl₂. *Jurnal Kimia*. 13 (1): 95-103.
- Samsudin, A dan H. Husnussalam. 2017. IbM Pemanfaatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Untuk Kerajinan Tas. *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat* 3. (1): 34-39.

- Setyanto, K. dan Warniningsih. 2011. Pemanfaatan Eceng Gondok Untuk Membersihkan Kualitas Air Sungai Gadjahwong Yogyakarta. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. 4 (1): 17-22.
- Tseng, R.L., Tseng S. K , Wu C.F., Chi-Chang Hu and Cang-Ching Wang. 2008. Effect of micropore Development On The Physicochemical properties Of KOH Activated Carbons. *Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers*. Vol 39:Pp 37-47.
- Tuminor, F. R., 2014. Pemanfaatan Karbon Aktif Berbasis Sabut Kelapa dan Bambu Sebagai Elektroda Super Kapasitor. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Siahaan, S., M. Hutapea, dan R. Hasibuan. 2013. Penentuan Kondisi Suhu dan Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia*. 2 (1): 26-30.
- Siaka, I. M., N. P. D. Febrriyanti, E. Sahara, dan I. M. S. Negara. 2018. Pembuatan dan Karakterisasi Arang dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes erecta*) Pada Berbagai Suhu dan Waktu Pirolisis. *E-Jurnal of Applied chemistry*. 4 (2): 168-177.
- Sittadewi, E. H. 2007. Pengolahan Bahan Organik Eceng Gondok Menjadi Media Tumbuh Untuk Mendukung Pertanian Organik. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 8 (3): 229-234.
- Sofiana, A., I. Yulianti, dan Sujarwata. 2017. Identifikasi Nilai Hambat Jenis Arang Tempurung Kelapa dan Arang Kayu Mangrove Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Resistor Film Karbon. *Jurusan Fisika*. 6 (1): 1-6.
- Suprianofa, C., 2016. Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Durian Sebagai Adsorbat Zat Warna dari Limbah Cair Tenun Songket Dengan Aktivator KOH. *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Surest, A. H., J. A. F. Kasih, dan A. Wisanti. 2008. Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri. *Jurnal Teknik Kimia*. 15 (2): 17-22.
- Waluyo, H. M., I. D. Faryuni, dan A. Muid. 2017. Analisis Pengaruh Ukuran Pori Terhadap sifat Listrik Karbon Aktif dari Limbah Tandan Sawit Pada Prototipe Baterai. *Jurnal Fisika Flux*. 14 (1): 27-33.

- Wulandari, F., Umiatin, dan E. Budi. 2015. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH Pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa Untuk Adsorpsi Logam Cu^{2+} . *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 16 (2). 60-64.
- Xia, H., J. Wu, dan C. Srinivasakannan. 2015. Effect of Activating Agent on the Preparation of Bamboo-Based High Surface Area Activated Carbon by Microwave Heating. *De Gruyter*. 1-7.
- Yuningsih, L. M., D. Mulyadi, dan A. J., Kurnia. 2016. Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin. *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 2(1):30-34.



LAMPIRAN

a. Tabel konduktivitas arang aktif eceng gondok

KOH	$R (M\Omega)$	$\bar{R} (M\Omega)$	A (m ²)	l (m)	$\sigma \left(\frac{M\Omega}{cm}\right)$	$\bar{\sigma}$	SE	$\bar{\sigma} \pm \Delta\sigma$
	6,35		9,61	3,1	0,0508			
	7,21		9,61	3,1	0,044741			
25%	6,34	6,822	9,61	3,1	0,05088	0,048	0,001944	0,048 \pm 0,001944
	7,80		9,61	3,1	0,041356			
	6,41		9,61	3,1	0,050325			
	10,33		9,61	3,1	0,031228			
	9,36		9,61	3,1	0,034464			
30%	10,33	10,244	9,61	3,1	0,031228	0,032	0,001059	0,032 \pm 0,001059
	9,75		9,61	3,1	0,033085			
	11,45		9,61	3,1	0,028173			
	13,17		9,61	3,1	0,024494			
	15,69		9,61	3,1	0,02056			
35%	14,5	14,548	9,61	3,1	0,022247	0,022	0,000638	0,022 \pm 0,000638
	14,56		9,61	3,1	0,022155			
	14,82		9,61	3,1	0,021767			

b. Tabel konstanta dielektrik arang aktif eceng gondok

KOH	C (pF)	\bar{C}	A	D	ε	ε_0	κ	$\bar{\kappa}$	$\Delta\kappa$	$\bar{\kappa} \pm \Delta\kappa$
	5,64		0,000961	0,004	$2,3 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	2,653			
	6		0,000961	0,004	$2,5 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	2,822			
25%	6,71	6,16	0,000961	0,004	$2,8 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	3,156	2,897	0,085114	$2,897 \pm 0,08511$
	6,07		0,000961	0,004	$2,5 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	2,855			
	6,38		0,000961	0,004	$2,7 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	3,001			
	6,44		0,000961	0,004	$2,7 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	3,029			
	6,09		0,000961	0,004	$2,5 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	2,864			
30%	5,12	5,678	0,000961	0,004	$2,1 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	2,408	2,670	0,119228	$2,670 \pm 0,11923$
	5,24		0,000961	0,004	$2,2 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	2,464			
	5,5		0,000961	0,004	$2,3 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	2,587			
	8,34		0,000961	0,004	$3,5 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	3,922			
	7,94		0,000961	0,004	$3,3 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	3,734			
35%	8,55	9,18	0,000961	0,004	$3,6 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	4,021	4,318	0,407399	$4,318 \pm 0,40740$
	8,45		0,000961	0,004	$3,5 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	3,974			
	12,62		0,000961	0,004	$5,3 \times 10^{-11}$	$8,85 \times 10^{-12}$	5,935			

c. Uji anova konduktivitas arang aktif

1 ANOVAOneWay (28/01/2020 02:59:18)

Notes

Input Data

Descriptive Statistics

	N Analysis	N Missing	Mean	Standard Deviation	SE of Mean
0.25	5	0	0,04762	0,00435	0,00194
0.3	5	0	0,03164	0,00237	0,00106
0.35	5	0	0,02224	0,00143	6,37714E-4

One Way ANOVA

Overall ANOVA

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	2	0,00165	8,23046E-4	93,0567	4,93861E-8
Error	12	1,06135E-4	8,84456E-6		
Total	14	0,00175			

Null Hypothesis: The means of all levels are equal.
 Alternative Hypothesis: The means of one or more levels are different.
 At the 0.05 level, the population means are significantly different.

Fit Statistics

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	Data Mean
	0,93943	0,0879	0,00297	0,03383

d. Uji ANOVA konstanta dielektrik arang aktif

1 ANOVAOneWay (28/01/2020 03:04:09)

Notes

Input Data

Descriptive Statistics

	N Analysis	N Missing	Mean	Standard Deviation	SE of Mean
25%	5	0	2,77583	0,0932	0,04168
30%	5	0	2,82004	0,29119	0,13023
35%	5	0	4,03534	0,29434	0,13163

One Way ANOVA

Overall ANOVA

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Prob>F
Model	2	5,10884	2,55442	42,54706	3,56394E-6
Error	12	0,72045	0,06004		
Total	14	5,8293			

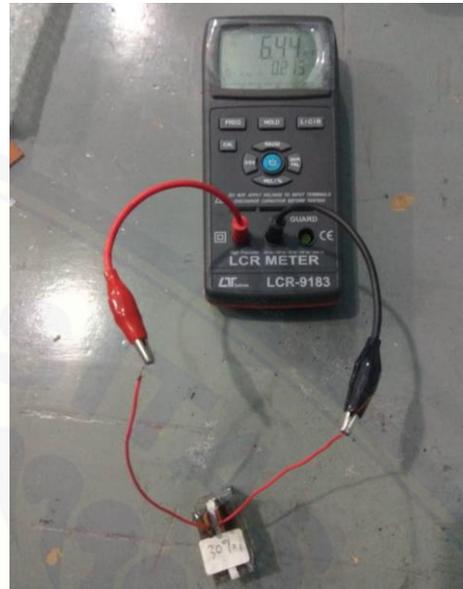
Null Hypothesis: The means of all levels are equal.
 Alternative Hypothesis: The means of one or more levels are different.
 At the 0.05 level, the population means are significantly different.

Fit Statistics

	R-Square	Coeff Var	Root MSE	Data Mean
	0,87641	0,07632	0,24503	3,2104



a



b



c

Keterangan : pengukuran konstanta dielektrik dan konduktivitas (a) konsentrasi 25% (b) 30% (c) 35%.



a



b



c

Keterangan: Gambar (a) proses stearer arang aktif (b) process perendaman arang (c) proses oven eceng gondok.