Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Biji Karet Menggunakan Metode Aktivasi Kimia Dengan Optimasi Suhu Karbonisasi

SKRIPSI

Bidang Studi Fisika

Oleh :

AULIA

08021281419039

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

INDRALAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Biji Karet Menggunakan Metode Aktivasi Kimia Dengan Optimasi Suhu Karbonisasi

SKRIPSI

Bidang Studi Fisika

Oleh:

AULIA

NIM. 08021281419039

Indralaya, Juli 2018

Menyetujui,

Pembimbing II	Pembimbing I
Akmal Johan, S.Si., M.Si.	**Dr. Fitri Suryani Arsyad, M.Si.**
NIP. 197312211999031003	**NIP. 197010191995122001**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika

Dr. Irinsyah Virgo, S.Si, M.T

NIP. 197009101994121001

Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Biji Karet Menggunakan Metode Aktivasi Kimia Dengan Optimasi Suhu Karbonisasi

Aulia

08021281419039

Abstrak

Telah berhasil dibuat karbon aktif berbasis limbah tempurung biji karet dengan metode aktivasi kimia menggunakan aktivator H_3PO_4 7% pada variasi suhu karbonisasi 400, 500 dan 600°C. Berdasarkan hasil pengujian karbon aktif yang dibakar pada suhu 600°C memiliki mutu yang lebih baik jika dibandingkan dengan karbon aktif yang dibakar pada suhu 400 dan 500°C. Karbon aktif yang dibakar pada suhu 600°C tersebut memiliki kadar air yang rendah yaitu 2,03%, kadar abu yang tinggi yaitu 2,57%, kadar zat menguap yang rendah yaitu 19,64% dan kadar karbon terikat yang tinggi yaitu sebesar 76,15%. Dari perhitungan densitas dan porositas pada karbon aktif yang telah dibuat diketahui bahwa semakin tinggi suhu karbonisasi yakni dari 400°C sampai 600°C terjadi peningkatan porositas dari 7,689 % sampai 14,809 % dan terjadi penurunan densitas dari 0.01198 gr/cm^3 sampai 0,01182 gr/cm^3. Sedangkan dari karakterisasi FTIR terlihat adanya gugus fungsi P-OH, O-H dan C-H alifatik pada kabon aktif yang diaktivasi.

Kata Kunci : Tempurung Biji Karet, Karbon Aktif, Kadar Abu, Kadar Air, Kadar Zat Menguap, Kadar Karbon Terikat, Densitas, Porositas, FTIR.

Making Activated Carbon From Rubber Seeds Using Chemical Activation Method With Optimization of Carbonization Temperature

Aulia
08021281419039

Abstract

Successful activated carbon-based rubber seed shell was made using a chemical activation method using H_3PO_4 activator 7% at 400, 500 and 600^oC carbonization temperature variations. Based on the results of testing the activated carbon which was burned at 600^oC had a better quality compared to activated carbon which was burned at 400 and 500^oC. Activated carbon burned at 600^oC has a low moisture content of 2.03%, the high ash content of 2.57%, the low volatile matter of 19.64% and high fixed carbon of 76.15%. From the calculation of the density and porosity of the activated carbon has been made known that the higher the carbonization temperature from 400^oC to 600^oC there is an increase in porosity from 7.689% to 14.809% and there is a decrease in density from 0.01198 gr/cm^3 to 0.01182 gr/cm^3. While from FTIR characterization seen the functional group of P-OH, O-H and C-H aliphatic at active activated carbon.

Keywords: Rubber Seed Shell, Activated Carbon, Ash Content, Moisture Content, Volatile Matter, Fixed Carbon, Density, Porosity, FTIR.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan hasil dari tugas akhir ini. Adapun skripsi ini berjudul "**Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Biji Karet Menggunakan Metode Aktivasi Kimia Dengan Optimasi Suhu Karbonisasi**" yang telah dilaksanakan di Laboratorium Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dalam pembuatan skripsi ini penulis banyak mendapatkan motivasi, bantuan, serta bimbingan ataupun arahan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya, terutama pada dosen pembimbing yaitu: Ibu Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si., dan Bapak Akmal Johan S.Si., M.Si. dalam proses penyusunan tulisan dan pelaksanaan tugas akhir. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak berikut :

1. Bapak/Ibu Dosen Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah membagi ilmu dan pengalamannya dalam masa kuliah kurang lebih empat tahun ini.
2. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr.Frinsyah Virgo,S.Si, M.T selaku ketua jurusan Fisika FMIPA.
4. Bapak Drs. Oktavianus Cakra Satya, M.T., selaku ketua jurusan Fisika FMIPA pada periode 2013-2018 dan dosen penguji tugas akhir.
5. Ibu Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si. selaku kepala Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya dan dosen penguji tugas akhir.
6. Ibu Dra. Jorena Bangun M.Si., sebagai dosen penguji tugas akhir.
7. Bapak Nabair sebagai pengurus administrasi di jurusan Fisika FMIPA Unsri.
8. Ayah dan Ibu (Bapak Puji Hari Mulyo dan Ibu Herlina) atas semua doa, dukungan moril dan materil yang selalu tercurah kepada penulis.
9. Abdurrahman yang selalu memberi dukungan moril dan materil.
10. Aprilianda sebagai teman seperjuangan dan partner dalam pengerjaan skripsi.
11. Mbak Dessy yang juga telah memberikan bantuan dalam penyelesaian tugas akhir.
12. Teman – teman BERANDAL (Fisika Angkatan 2014).
13. Laboratorium Kimia dan Laboratorium Dasar Bersama sebagai tempat penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan hasil tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik.

Indralaya, Juli 2018

Aulia

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN
Abstrak i
Abstract ii
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR LAMPIRAN ix
DAFTAR SIMBOL x
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Tempurung Biji Karet 4
2.2 Karbon Aktif 5
2.2.1 Jenis-Jenis Karbon Aktif 7
2.2.2 Kegunaan Karbon Aktif 7
2.3 Proses Pembuatan Karbon Aktif 9
2.4 Analisis Karakteristik Karbon Aktif 11
2.4.1 Uji Densitas 12
2.4.2 Uji Porositas 13
2.4.3 Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FT-IR) 13
BAB III METODELOGI PENELITIAN 17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 17
3.2 Jadwal Pelaksaan Penelitian 17
3.3 Alat dan Bahan Penelitian 18
3.3.1 Alat Pembuatan Karbon Aktif 18

3.3.2 Alat Karakterisasi Karbon Aktif 18
3.3.3 Bahan Penelitian..... 19
3.4 Prosedur Penelitian..... 19
3.4.1 Tahap Preparasi Tempurung Biji Karet 19
3.4.2 Tahap Karbonisasi..... 19
3.4.3 Tahap Aktivasi Arang Menjadi Karbon Aktif 20
3.4.4 Karakterisasi Karbon Aktif 20
3.5 Diagram Alir Penelitian..... 22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 23
4.1 Uji Mutu Karbon Aktif..... 24
4.1.1 Kadar Air (*Moisture Content*)..... 25
4.1.2 Kadar Abu (*Ash Content*)..... 26
4.1.3 Kadar Zat Menguap (*Volatile Matter*) 27
4.1.4 Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*) 28
4.2 Densitas dan Porositas..... 28
4.3 Hasil Uji FTIR..... 29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 31
5.1 Kesimpulan..... 31
5.2 Saran..... 31
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tempurung Biji Karet..... 4
Gambar 2.2 Struktur Lignin.....5
Gambar 2.3 Morfologi permukaan karbon aktif pada pembesaran 4000x..... 6
Gambar 2.4 Struktur grafit dari arang aktif 6
Gambar 2.5 Skema Pembuatan Karbon Aktif Secara Umum..... 9
Gambar 2.6 Skema Alat Spektroskopi FTIR..... 14
Gambar 2.7 Spektra Inframerah Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir].....16
Gambar 4.1 Kadar Air Karbon Aktif..... 25
Gambar 4.2 Kadar Abu Karbon Aktif..... 26
Gambar 4.3 Kadar Zat Menguap Karbon Aktif..... 27
Gambar 4.4 Kadar Karbon Terikat Karbon Aktif..... 28
Gambar 4.5 (a) Spektra FTIR Arang Tempurung Biji Karet (b) Spektra FTIR Karbon Aktif dari Tempurung Biji Karet.....30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia yang Terkandung Dalam Tempurung Biji Karet.....4
Tabel 2.2 Klasifikasi Karbon Aktif Berdasarkan Bentuknya..... 7
Tabel 2.3 Kegunaan Karbon Aktif Sesuai Pemakainnya..... 8
Tabel 2.4 Syarat Mutu Karbon Aktif (SII. 0258-88)..... 11
Tabel 2.5 Tipe Frekuensi Absorpsi Inframerah Beberapa Gugus Fungsi.....15
Tabel 4.1 Data Rendemen Karbonisasi Tempurung Biji Karet..... 23
Tabel 4.2 Mutu Karbon Aktif..... 24
Tabel 4.3 Densitas dan Porositas Sampel Karbon Aktif..... 29

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Uji Mutu Karbon Aktif
LAMPIRAN 2 : Perhitungan Densitas dan Porositas
LAMPIRAN 3 : Karakterisasi FTIR

DAFTAR SIMBOL

m : Massa 11
MC : *Moisture Content* 11
AC : *Ash Content* 11
VM : *Volatile Matter* 12
FC : *Fixed Carbon* 12
ρ : Densitas 12
P : Porositas 13
V : *Volume* 13
T : *Tempature* 25

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data statistik perkebunan Indonesia sejak tahun 1980 industri karet Indonesia telah mengalami pertumbuhan produksi yang stabil. Hal tersebut dikarenakan adanya perluasan areal perkebunan karet setiap tahunnya. Pertambahan luas wilayah perkebunan karet ini juga menyebabkan terjadinya peningkatan hasil produksi karet. Salah satu wilayah penghasil karet terbesar di Indonesia adalah Sumatera Selatan, terbilang pada tahun 2017 produksi karet yang diperoleh adalah sebesar 970.678 dengan luas areal 845.167 ha. Peningkatan produksi karet setiap tahunnya juga akan berdampak pada kenaikan hasil sampingan dari perkebunan karet yang berupa biji karet. Selama ini biji karet dibuang percuma tanpa diolah menjadi apapun. Produk utama tanaman karet (*Havea brasiliensis*) adalah getahnya (*lateks*), sedangkan hasil produksi sampingan berupa tempurung biji karet belum dimanfaatkan secara optimal karena masih dianggap sebagai limbah. Namun, seiring dengan ditingkatkannya teknologi dan ilmu pengetahuan telah dilakukan beberapa penelitian mengenai limbah tanaman karet tersebut. Salah satu penelitian berbasis limbah tempurung biji karet yang mulai dikembang saat ini adalah penggunaannya dalam pembuatan karbon aktif.

Karbon aktif dapat dipergunakan untuk berbagai industri, antara lain yaitu industri obat-obatan, makanan, minuman, pengolahan air (penjernihan air) dan lain-lain. Hampir 70% produk karbon aktif digunakan untuk pemurnian dalam sektor minyak kelapa, farmasi dan kimia. Bahan baku yang dapat dibuat menjadi karbon aktif adalah semua bahan yang mengandung karbon, baik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang ataupun barang tambang. Menurut Zulfadhil dan Iriany (2017) karbon aktif dari bahan lignoselulosa, khususnya karbon aktif yang diproduksi dari limbah pertanian bersifat terbarukan, melimpah, tersedia, dan tidak mahal. Saat ini, hutan dan limbah pertanian dianggap adsorben yang menjanjikan.

Pemilihan bahan dasar untuk dijadikan karbon aktif harus memenuhi beberapa kriteria, yaitu unsur anorganik yang rendah, ketersediaan bahan (tidak mahal dan mudah didapat), memiliki daya tahan yang baik, dan mudah untuk diaktivasi. Berdasarkan kriteria tersebut tempurung biji karet memilki potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku

pembuatan karbon aktif mengingat limbah tanaman karet ini mudah didapatkan karena jumlahnya yang melimpah. Selain itu, syarat untuk pemilihan bahan dasar pembuatan karbon aktif adalah kandungan lignin dan selulosa yang terdapat di dalam bahan baku. Menurut Vinsiah (2015) tempurung biji karet mengandung lignin dan selulosa dalam jumlah yang relatif besar yakni 33,54% dan 48,64%, sehingga tempurung biji karet dapat pula dijadikan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena dianggap telah memenuhi syarat pemlihan bahan dasar.

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam pembuatan karbon aktif dari tanaman karet diantaranya Srinivasakannan dan Abu Bakar, 2003 yang mempelajari pembuatan karbon aktif dari serbuk kayu karet. Mereka menggunakan H_3PO_4 60% sebagai aktivator dengan rasio 1; 1,5 dan 2 pada temperatur aktivasi 400° C dan 500° C dan Vinsiah, dkk., 2015 mempelajari pembuatan karbon aktif dari tempurung kulit buah karet dengan aktivator H_3PO_4 7%, 100 mesh dan rasio impregnasi 1:4. Namun, dalam penelitian kali ini akan dilakukan pembuatan karbon aktif berbasis limbah tempurung biji karet yang diaktivasi menggunakan asam fosfat 7% dengan variasi suhu karbonisasi dari 400° C, 500° C dan 600° C. Karbon aktif yang telah dihasilkan kemudian diuji mutunya dan di karakterisasi densitas, porositas dan gugus fungsinya menggunakan FTIR.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan dan pengelolaan limbah tempurung biji karet belum maksimal.
2. Penggunaan limbah tempurung biji karet pada pembuatan karbon aktif belum dikembangkan secara optimum.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memanfaatkan limbah tempurung biji menajdi karbon aktif menggunakan metode aktivasi kimia.
2. Pembuatan karbon aktif dari tempurung biji karet dengan optimasi suhu karbonisasi dari 400°C, 500°C dan 600°C.
3. Menguji standar mutu karbon aktif yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat menguap (*volatile matter*) dan kadar karbon terikat (*fixed carbon*).

4. Mengukur nilai densitas dan porositas karbon aktif
5. Karakterisasi gugus fungsi karbon aktif menggunakan FTIR.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Penelitian ini adalah sebagau berikut:

1. Dilakukan optimasi suhu karbonisasi dengan variasi 400°, 500° dan 600° C.
2. Menggunakan aktivator asam fosfat (H_3PO_4) dengan konsentrasi 7%.
3. Melakukan uji kadar air, kadar abu, kadar zat menguap dan *fixed carbon* serta uji densitas dan porositas.
4. Melakukan karakterisasi gugus fungsi menggunakan FTIR

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat seperti :

1. Dapat memberikan informasi mengenai proses pembuatan karbon aktif dari tempurung biji karet yang diaktivasi secara kimia.
2. Diketahui suhu karbonisasi untuk mendapatkan hasil optimum dalam pembuatan karbon aktif berbasis limbah tempurung biji karet.
3. Dapat mengoptimalkan pengolahan limbah tempurung biji karet.
4. Dapat membuat karbon aktif dengan bahan baku tempurung biji karet sebagai penyerap.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Karbon aktif berbasis limbah tempurung biji karet yang dikarbonisasi pada suhu 600° C memiliki mutu yang lebih baik karena kadar air yang rendah yakni 2,03% dan kadar karbon terikat yang tinggi yaitu 76,15%.
2. Semakin tinggi suhu karbonisasi maka kadar air pada karbon aktif semakin kecil karena sampel karbon aktif yang dikarbonisasi pada suhu 400° C memilki kadar air 3.22% sedangkan pada suhu karbonisasi 600° C adalah 2,03%.
3. Semakin tinggi suhu karbonisasi maka kadar abu pada karbon aktif akan semakin meningkat karena pada sampel karbon aktif yang dikarbonisasi dengan suhu 400° C kadar abu 0,99% sedangkan pada suhu karbonisasi 600° C 2,57%.
4. Semakin tinggi suhu karbonisasi maka *volatile matter* akan semakin menurun karena sampel karbon aktif yang dikarbonisasi pada suhu 400° C menghasilkan *volatile matter* 32,89% sedangkan pada suhu karbonisasi 600° C adalah 19,64%.
5. Semakin tinggi suhu karbonisasi maka kadar *fixed carbon* semakin meningkat karena sampel karbon aktif yang dikarbonisasi pada suhu 400° C menghasilkan *fixed carbon* 62,51% sedangkan pada suhu karbonisasi 600° C adalah 76,15%.
6. Seiring dengan meningkatnya suhu karbonisasi maka densitas sampel karbon aktif semakin menurun tetapi porositasnya meningkat, dimana karbon yang dikarbonisasi pada suhu 400° C menghasilkan densitas sebesar 0,01198 gr/cm^3 dengan porositas sebesar 7,689%, sedangkan dimana karbon yang dikarbonisasi pada suhu 600° C menghasilkan densitas sebesar 0,01182 gr/cm^3 dengan porositas sebesar 14,809%
7. Karbon aktif yang berasal dari limbah tempurung biji karet mengandung gugus fungsi P-OH, O-H dan C-H alifatik.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya disarankan agar dapat membuat karbon aktif berbasis limbah tempurung biji karet dengan menggunakan metode pirolisis atau aktivasi fisika untuk karbon aktif yang dibuat dari limbah tempurung biji karet.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah,L.H. 2011. *Proses Pembentukan Toluendikarbamat Sebagai Intermediet Dalam Sintesis Toluendiisosianat.* Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara, 3(6) :104-105.

Allport, H. B. 1997. *Activated Carbon*. Encyclopedia of Science and Technology. Mc Graw Hill Book Company. New York.

Anam, C., Sirojudin dan Firdausi, K. S., 2007. *Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR*. Jurnal Berkala Fisika, 1(10) : 83-84.

Anonymous, *Mutu dan Cara Uji Arang Aktif*. Standar Industri Indonesia SII 0258-88.

Budiono, A., Suhartana dan Gunawan. 2009. *Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Asam Sulfat dan Asam Posfat untuk Adsorpsi Fenol*. *E-Journal*. Universitas Diponegoro. pp. 1-12.

Dabrowski, A. dkk., 2005. *Adsorption of phenolic compounds by activated carbon*. *Chemosphere.* pp. 1049-1070.

Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. Luas Areal dan Produksi Karet. Jakarta:Direktorat Jenderal Perkebunan.

Fauziah, N. 2009. "*Pembuatan Arang Aktif Secara Lagsung dari Kulit Acasia mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben".* Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: IPB.

Gunawan, B. dan Azhari, C. D., 2010. *Karakterisasi Spektrofotometri IR Dan Scanning Electron Microscopy (SEM) Sensor Gas Dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (PEG).* Jurnal Sains, 1979-6870.

Hartanto, S. dan Ratnawati, 2010. *Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dan Metode Aktivasi Kimia*. Jurnal Sains Materi Indonesia, 1(12), 2-3.

Khuluk, R.H., 2016. *Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (Cocous nucifera L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru*. Universitas Lampung : Bandar Lampung.

Kvech, Steve, and Erika T., 1998. *Activated Carbon*. Departement of Civil and Environmental Engineering. Virginia Tech University : United States of America.

Marsh, H. and Francisco R. R., 2006. *Activated Carbon*. Elsivier Science and Technology Books : Ukraina.

Pertiwi dkk., 2015. *Pengujian Densitas dan Porositas pada Tiga Variasi Serbuk*. Jurnal Fisika, 1(4) : 1-2.

Pohan, H. G., 1993. *Prospek Penggunaan Karbon Aktif Dalam Industri*. Jurnal *Agro-Based Industry*, 1-2 (10) : 31-34.

Rahmawati, 2014. *Kandungan Adf, Ndf, Selulosa, Hemiselulosa, Dan Lignin Silase Pakan Komplit Berbahan Dasar Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum) Dan Beberapa Level Biomassa Murbei*. Universitas Hasanuddin : Makassar.

Ramdja, A. F., Mirah Halim dan Jo Handi, 2008, *Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Kelapa (Cocus nucifera), Jurnal Teknik Kimia*, 2 (15) : 2-4.

Sahara, E., Sulihingtyas W. D. dan Mahardika I.P.A.S., 2017. *Pembuatan dan Karakterisasi Arang aktif Dari Batang Tanaman Gumitir dengan Zat Aktivator* H_3PO_4. Jurnal Kimia, 11(1) : 8.

Siahaan, S., Melvha H., Rosdanelli H. 2013. *Penentuan Kondisi Optimum Suhu Dan Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Arang Dari Sekam Padi*. Jurnal Teknik Kimia, 1 (2) : 28-29.

Sjahfirdi, L. dkk., 2015. *Aplikasi Fourier Transform Infrared (Ftir) Dan Pengamatan Pembengkakan Genital Pada Spesies Primata, 156 Lutung Jawa (Trachypithecus auratus) Untuk Mendeteksi Masa Subur*. Jurnal Kedokteran Hewan, 2(9) : 157.

Srinivasakannan C. dan Abu Bakar M. Z., 2004. *Production of Activated Carbon from Rubber Wood Sawdust.* Jurnal Biomassa dan Bioenergi, 27 : 89–96.

Suhendra D. dan Gunawan E.R., 2010. *Pembuatan Arang Aktif Dari Batang Jagung Menggunakan Aktivator Asam Sulfat Dan Penggunaannya Pada Penjerapan Ion Tembaga (II).* Jurnal Sains, 1(14) : 23-24.

Vinsiah, Suharman A. dan Desi 2014. *Pembuatan Karbon Aktif dari Cangkang Kulit Buah Karet (Hevea Brasilliensis)*. Universitas Sriwijaya : Indralaya.

Zulfadhil, M. Dan Iriany, 2017. *Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Buah Karet (Hevea Brasilliensis) Dengan Aktivator* H_3PO_4 *Dan Aplikasinya Sebagai Penjerap Cr(VI).* Jurnal Teknik Kimia, 1(6) : 2-5.