PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN AKTIVASI SECARA FISIKA, KIMIA DAN FISIKA-KIMIA

Yessy Meisrilestari*), Rahmat Khomaini, Hesti Wijayanti
Progam Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Indonesia

*E-mail corresponding author: meytary@yahoo.com

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 13-03-2013
Received in revised form: 05-03-2013
Accepted: 10-04-2013
Published: 12-04-2013

Keywords:
Activated carbon
Acetic acid
Activation
Adsorption

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the characteristics of activated carbon from coconut palm shell and also the performance of activated carbon for adsorption 0.5 N acetic acid solution. Activated carbon obtained from coconut palm shell was activated by chemical, physical and combination of physical and chemical methods. Physical activation was performed by heating the carbon at 750^{o}C for 3 hours while chemical activation process was exhibited by immersing the carbon in $ZnCl_2$ solution for 24 hours. Furthermore, the combination of physical-chemical activation was gained by heating carbon at 750^{o}C for 3 hours and then immersing in $ZnCl_2$ solution for 24 hours. The adsorption performance of activated carbon was investigated by immersing activated carbon in 0.5 N acetic acid solution for specific time. The result showed that activated carbon which was obtained by combination of physical and chemical process was the best among the other methods that mentioned earlier. The highest adsorption capacity for 0.5 N acetic acid solution was achieved 34,4% for 4 hours by using355 µm of particle size.

Abstrak-Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik produk hasil pembuatan arang aktif dari cangkang kelapa sawit secara aktivasi fisika, kimia dan fisika-kimia dan mengetahui kemampuan adsorpsi arang aktif dari cangkang kelapa sawit dalam uji adsorpsi dengan asam asetat 0,5 N. Proses aktivasi dilakukan secara kimia, fisika, dan fisika-kimia. Pada aktivasi secara fisika dilakukan dengan pemanasan pada suhu tinggi menggunakan furnace yaitu pada suhu 750^{o}C selama 3 jam. Pada aktivasi secara kimia menggunakan $ZnCl_2$ sebagai aktifator dan direndam selama 24 jam. Aktivasi secara fisika-kimia merupakan penggabungan dari aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik arang aktif dan uji kemampuan daya adsorben arang aktif terhadap asam asetat. Berdasarkan hasil penelitian arang aktif yang dibuat dari cangkang kelapa sawit dengan proses aktivasi secara fisika-kimia mempunyai daya jerap yang paling baik di antara arang aktif lain yang diaktivasi dengan proses fisika dan kimia. Pada waktu penjerapan 4 jam, arang aktif berdiameter 355 µm dengan aktivasi fisika-kimia mampu menjerap sebanyak 34,4% bagian dari larutan asam asetat 0,5 N.

Keywords: Arang aktif, asam asetat, aktivasi, adsorpsi

PENDAHULUAN

Perkembangan industri meningkat seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sehingga industri merupakan salah satu sektor penting yang menopang perekonomian negara Indonesia. Arang aktif banyak digunakan sebagai adsorben pemurnian gas, pemurnian pulp, penjernihan air, pemurnian minyak, katalis, dan sebagainya. Arang aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung arang, baik arang organik maupun anorganik dengan syarat bahan tersebut mempunyai struktur berpori (Sudrajat, 1994).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik produk hasil pembuatan arang aktif dari cangkang kelapa sawit dengan metode fisika, kimia dan fisika-kimia dan untuk mengetahui kemampuan arang aktif. Dipilihnya arang aktif dari cangkang kelapa sawit karena bahan yang lebih mudah didapat dan juga upaya pengelolaan terhadap limbah. Dasar pemilihan bahan baku dari

arang aktif tersebut yang paling menentukan adalah besar kandungan arang pada bahan tersebut (Philip, 1997).

Cangkang sawit memiliki banyak kegunaan serta manfaat bagi industri usaha dan rumah tangga. Beberapa diantaranya adalah produk bernilai ekonomis tinggi, yaitu arang aktif, asap cair, fenol, briket arang, dan tepung tempurung. Cangkang sawit merupakan bagian paling keras pada komponen yang terdapat pada kelapa sawit. Ditinjau dari karakteristik bahan baku, jika dibandingkan dengan tempurung kelapa biasa, tempurung kelapa sawit memiliki banyak kemiripan. Perbedaan yang mencolok yaitu pada kadar abu (*ash content*) yang biasanya mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan oleh tempurung kelapa dan cangkang kelapa sawit.

Arang adalah suatu bahan padat berpori yang merupakan hasil pembakaran bahan yang mengandung unsur karbon (Djatmiko, 1985), sedangkan arang aktif adalah arang yang diaktifkan dengan cara perendaman dalam bahan kimia atau dengan cara mengalirkan uap panas ke dalam bahan, sehingga pori bahan menjadi lebih terbuka dengan luas permukaan berkisar antara 300 sampai 2000 m^2/g. Permukaan arang aktif yang semakin luas berdampak pada semakin tingginya daya serap terhadap bahan gas atau cairan (Kirk dan Othmer, 1964). Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25- 1000% terhadap berat arang aktif. Karena hal tersebut maka arang aktif banyak digunakan oleh kalangan industri. Hampir 60% produksi arang aktif di dunia ini dimanfaatkan oleh industri-industri gula dan pembersihan minyak dan lemak, kimia dan farmasi (Arifin, 2008).

Proses aktivasi pada arang secara umum ada tiga, antara lain proses fisika, kimia dan kombinasi fisika-kima. Proses pengaktifan secara fisika dilakukan dengan pembakaran arang dalam tungku dengan suhu 850^{o}C (Hendra, 2010). Proses pengaktifan secara kimia dilakukan dengan menambahkan senyawa kimia tertentu pada arang. Senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai bahan pengaktif antara lain KCl, NaCl, $ZnCl_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, H_3PO_4, Na_2CO_3 dan garam mineral lainnya.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Hendra (2010) kondisi optimum untuk membuat arang aktif dengan kualitas terbaik dari bahan baku tempurung kelapa sawit yaitu pada suhu 850^{o}C. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Faradina dan Setiawati (2010) arang diaktifkan dengan menggunakan senyawa kimia yaitu $ZnCl_2$. Prasetyani (2010) pengaktifan kabron aktif dilakukan dengan menambahkan $ZnCl_2$ sebagai aktifator sehingga pori-pori permukaan arang menjadi lebih luas. Hal ini akan memudahkan proses penyerapan.

Arang yang telah diaktivasi digunakan untuk menghilangkan pengotor dengan cara menjerap atau meng-*adsorp*. Kemampuan menjerap pengotor adalah indikator tingkat keberhasilan proses pengaktifan arang. Dalam penelitian ini, selain pengukuran kadar abu dan *bulk density* dari arang aktif, juga dilakukan pengukuran kemampuan penjerapan dari arang aktif untuk mengetahui tingkat keberhasilan proses pengaktifan yang dilakukan.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit yang diambil dari PT. Bersama Sejahtera Sakti, Kotabaru, NaOH Kristal, $ZnCl_2$, Asam Asetat, Aquadest. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Furnace*, Gelas Ukur, *Oven*, *Beaker glass*, *Aluminium foil*, Buret, Pipet Volume, *Erlenmayer*, Neraca Analitik, buret dan statif, pipet tetes, corong, kertas saring, cawan porselen, pengaduk dan ayakan.

Aktivasi Fisika

Cangkang kelapa sawit dibersihkan dari pengotor yang tidak diinginkan kemudian dihilangkan kadar airnya dengan dehidrasi menggunakan oven pada temperatur 100^{o}C selama 1 jam dan dihitung kadar airnya. Cangkang kelapa sawit dimasukan ke dalam suatu wadah untuk proses pengarangan pada suhu 300 selama 1 jam sampai terbentuk arang, dan kemudian aktivasi secara fisika dalam *furnace* pada suhu 750^{o}C selama 3 jam.

Aktivasi Kimia

Cangkang kelapa sawit yang telah diarangkan kemudian ditimbang sebanyak 100 gram dan dimasukan ke dalam 250 mL larutan $ZnCl_2$ 0,1 N diaduk dan didiamkan selama 24 jam pada suhu kamar. Cangkang disaring dan dicuci dengan *aquadest* agar arang yang dihasilkan netral dari sifat $ZnCl_2$ dan dikeringkan pada suhu 100^{o}C selama 1 jam. Kemudian arang aktif dihilangkan kadar airnya dengan cara pemanasan dalam oven dan disimpan di dalam wadah tertutup.

Aktivasi Fisika-Kimia

Sebanyak 100 gram cangkang kelapa sawit yang telah dijadikan arang dan diaktivasi fisika dimasukan ke dalam 250 mL larutan $ZnCl_2$ 0.1 N, diaduknya serta ditutup selama 24 jam, lalu disaring dan dicuci arang dengan *aquadest*. Setelah itu dikeringkan dengan pemanasan dalam oven pada suhu 100^{o}C selama 1 jam.

Kadar abu

Sejumlah arang aktif yang telah diaktivasi secara fisika, kimia dan fisika-kimia dimasukan kedalam cawan dan ditutup. Cawan dimasukan kedalam *furnace* dengan suhu 600ºC dan waktu 3 jam kemudian ditimbang dan dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam dan ditimbang kembali. Menghitung selisih dari berat sampel sebelum masuk oven dan setelah masuk oven didapat *ash content.*

Bulk Density

Arang aktif dari proses aktivasi fisika, kimia dan fisika-kimia dimasukan ke dalam suatu wadah dan dimampatkan kemudian ditimbang. Sampel dimasukan kedalam oven selama 24 jam pada suhu 100ºC dan ditimbang kembali, dihitung selisih dari berat sampel sebelum masuk oven dan setelah masuk oven didapat *Bulk density*-nya.

Optimasi Uji Kemampuan Daya Adsorben

Arang aktif dari proses aktivasi fisika, kimia dan fisika-kimia, dilakukan uji terhadap variabel diameter, arang aktif diayak dengan ukuran dari 355 µm, 500 µm dan 710 µm, kemudian dilarutkan ke dalam beker gelas yang berisi 5 mL asam asetat 0,5 N dan didiamkan hingga 1 jam. Larutan disaring dan diambil sebanyak 5 mL lalu dititrasi dengan NaOH 0,2 N. Kemudian diambil data optimum berdasarkan diameter dari adsorbsi asam asetat untuk uji selanjutnya.

Uji terhadap variabel dekantasi

Arang aktif diambil dari data optimum prosedur uji kemampuan daya adsorben, kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker yang berisi asam setat 0,5 N dan didiamkan dengan variabel waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Campuran asam asetat dan arang aktif kemudian disaring, setelah itu filratnya diambil sebanyak 5 mL dan dititrasi dengan NaOH 0,2 N.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan-bahan organik yang terkandung dalam cangkang kelapa sawit dipecahkan pada proses pengarangan atau karbonisasi dan membentuk arang. Kemudian arang tersebut diaktivasi untuk memperbesar luas bidang penjerapan. Fungsi proses aktivasi, baik fisika maupun kimia, adalah untuk memecahkan ikatan hidrokarbon pada arang sehingga pori arang akan bertambah luas (Faradina dan Setiawati, 2010). Terjadinya perubahan massa tersebut disebabkan pada proses aktivasi terjadi proses pembentukan dan penyusunan arang, sehingga pori-pori akan menjadi besar yang mengakibatkan berat arang menjadi berkurang karena pori-porinya sudah tidak rapat seperti sebelum proses aktivasi. Tekstur karbon yang semula padat dan keras menjadi lebih rapuh dan mengkilap. Pori-pori yang semakin banyak akan memudahkan terjadinya proses penjerapan sejumlah besar zat pengotor yang ingin dihilangkan.

Karakteristik yang ditinjau pada penelitian ini adalah kadar abu, *bulk density*, dan daya adsorpsi. Pengujian kadar abu pada penelitian ini dilakukan pemanasan pada suhu 600ºC selama 3 jam. Abu adalah oksida-oksida logam dalam arang yang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap (*non-volatile*) pada proses karbonisasi. Keberadaan abu sangat berpengaruh pada kualitas arang aktif. Abu yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pori arang aktif sehingga luas permukaan aktif menjadi berkurang. Sedangkan *bulk density* atau berat jenis kasar arang aktif merupakan massa per unit volume sampel arang aktif di udara termasuk sistem pori dan rongga antar pertikel (Jankownska, 1991). Arang aktif yang memiliki *bulk density* besar mempunyai kandungan bahan mineral yang banyak, namun porositasnya akan berkurang dan berpengaruh terhadap kualitas penjerapan (Pairunan, dkk., 1985). Tabel 1 menyajikan kadar abu dan *bulk density* dari arang yang diaktifkan dengan proses fisika, kimia dan fisika-kimia.

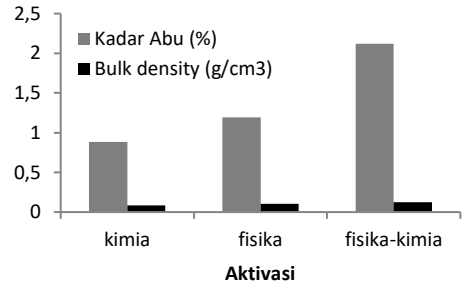
Tabel 1 Kadar Abu dan *bulk density* dari arang aktif untuk berbagai proses aktivasi

No	Aktivasi	Kadar Abu %	*Bulk Density* (g/cm^3)
1	Kimia	0,8824	0,0819
2	Fisika	1,1949	0,1064
3	Fisika-kimia	2,1182	0,1266

Berdasarkan informasi dari Tabel 1, kadar abu dan *bulk density* terbesar terdapat pada arang aktif yang telah diaktivasi secara fisika kimia. Hal ini dikarenakan abu yang dihasilkan pada aktivasi fisika dengan kandungan mineral tertentu akan bereaksi dengan senyawa kimia pada aktivasi kimia. Hasil reaksi ini akan terbakar dan sebagian menjadi abu pada saat analisis kadar abu, dimana langkah dalam analisis tersebut arang yang telah diaktivasi fisika-kimia dipanaskan pada suhu 600ºC selama 3 jam dalam furnace. Jadi abu yang terukur bukan hanya dari arang itu sendiri tetapi juga berasal dari hasil reaksi antara kandungan mineral dalam abu dan senyawa kimia sebagai aktivator.

Menurut Sudibandriyo (2011), terlalu banyak aktivator dari senyawa kimia akan menyebabkan tersumbatnya pori-pori pada arang, dan hasil reaksi antara abu dan senyawa kimia tersebut juga akan menyumbat pori-pori pada

arang. Hal ini menyebabkan *bulk density* arang yang diaktivasi secara fisika-kimia menjadi besar.

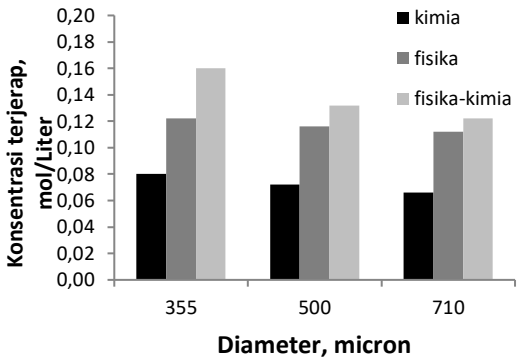


Gambar 1. Kadar Abu dan *Bulk Density* Arang Aktif Pada Berbagai Proses Aktivasi

Uji kemampuan daya adsorpsi dilakukan pada semua arang aktif dengan berbagai proses aktivasi, dengan variasi diameter 355 µm, 500 µm dan 710 µm. Arang aktif tersebut direndam dalam larutan asam asetat 0,2 N selama satu jam, kemudian dihitung berapa banyak asam asetat yang dapat dijerap.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Optimasi Uji Kemampuan Daya Adsorben Untuk Waktu 1 Jam

Aktivasi	Diameter (µm)	CH_3COOH terjerap (mol/L)	Persen penjerapan (%)
Kimia	355	0.080	40,0
	500	0.072	36,0
	710	0.066	33,0
Fisika	355	0.122	61,0
	500	0.116	58,0
	710	0.112	56,0
Fisika-Kimia	355	0.160	80,0
	500	0.132	66,0
	710	0.122	61,0



Gambar 2. Kemampuan Daya Adsorpsi Terhadap Asam Asetat Dengan Variasi Diameter Partikel Pada Suhu 30^{o}C.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa semakin kecil diameter arang aktif, maka semakin tinggi penjerapan terhadap asam asetat. Hal ini sesuai dengan literatur di mana semakin kecil diameter partikel, maka semakin besar luas permukaannya sehingga memiliki kemampuan adsorpsi yang semakin besar dengan demikian jumlah adsorbat yang terjerap semakin banyak (Gaol, 2001).

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa kadar asam asetat yang terserap terdapat pada diameter terkecil yaitu 355 micron. Apabila ditinjau dari cara aktivasi maka aktivasi secara fisika-kimia memiliki nilai tertinggi dalam penyerapan asam asetat. Hal ini bertentangan dengan data dari kadar abu yang terkandung dalam setiap arang dengan aktivasi fisika, kimia, dan fisika-kimia. Kadar abu pada arang teraktivasi fisika-kimia terbesar di antara arang yang teraktivasi hanya fisika dan kimia saja. Menurut Hsu dan Teng (2000) dalam pembuatan arang aktif dari bahan dengan kandungan lignoselulosa lebih baik menggunakan aktivator bersifat asam seperti $ZnCl_2$. Minyu dan Proctor (1993) mengatakan bahwa senyawa organik dengan gugus fungsional asam, akan terjerap dengan baik pada permukaan polar.

Arang aktif yang diaktivasi secara kimia diharapkan dapat mempunyai sifat polar sehingga dapat menyerap asam, dalam hal ini asam asetat. Dapat dikatakan bahwa kemampuan menjerap dari suatu arang aktif selain tergantung pada kadar abu yang dapat mempengaruhi luas permukaan aktif, zat aktivator serta jenis zat yang dijerap juga sangat berpengaruh. Hal ini terlihat pada hasil penelitian ini.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Uji Variabel Dekantasi Arang Aktif Berdiameter 355 µm

Waktu (jam)	Aktivasi	CH_3COOH terjerap (mol/L)	Persen penjerapan (%)
1	Kimia	0.122	24,4
	Fisika	0.08	16,0
	Fisika-Kimia	0.16	32,0
2	Kimia	0.126	25,2
	Fisika	0.082	16,4
	Fisika-Kimia	0.166	33,2
3	Kimia	0.13	26,0
	Fisika	0.086	17,2
	Fisika-Kimia	0.168	33,6
4	Kimia	0.132	26,4
	Fisika	0.092	18,4
	Fisika-Kimia	0.172	34,4

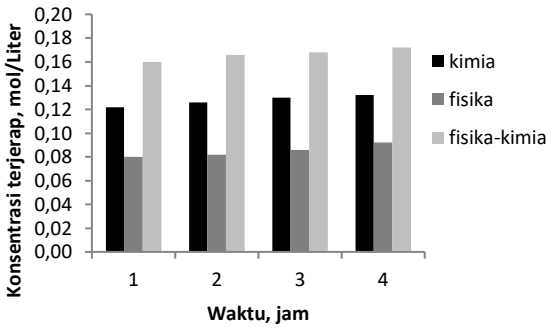
Tabel 4. Persentase Kemampuan Adsorpsi per Jam.

Waktu, jam	Aktivasi	Persentase Adsorpsi

		per Jam (%)
1-2	Kimia	3,28
	Fisika	2,50
	Fisika-Kimia	3,75
2-3	Kimia	3,17
	Fisika	4,88
	Fisika-Kimia	1,20
3-4	Kimia	1,54
	Fisika	6,97
	Fisika-Kimia	2,38

Berdasarkan Tabel 4, waktu adsorpsi selama 4 jam masih belum jenuh untuk arang aktif dengan aktivasi fisika dan kombinasi fisika-kimia, hal ini dikarenakan persentase kemampuan menjerap masih mengalami kenaikan. Namun untuk arang teraktivasi kimia persentase kemampuan menjerap pada waktu 2 jam menuju ke 3 jam mengalami penurunan. Hal ini bisa dikatakan bahwa arang teraktivasi kimia mengalami kejenuhan di antara waktu 1-2 jam.

Untuk uji waktu dekantasi dilakukan perendaman arang aktif dengan proses aktivasi fisika, kimia, dan fisika-kimia berdiameter 355 µm pada asam asetat 0,5 N dengan variasi waktu 1, 2, 3, dan 4 jam. Pada Gambar 3 dapat diketahui bahwa semakin lama perendaman maka penjerapan terhadap asam asetat semakin bertambah. Namun fenomena ini dibatasi dengan keadaan jenuh, dimana permukaan aktif arang telah tersumbat oleh pengotor atau adsorbat, sehingga daya jerapnya semakin berkurang.



Gambar 3. Hubungan Konsentrasi Terjerap Terhadap Waktu Pada Uji Waktu Dekantasi Arang Aktif Berdiameter 355 µm Pada Suhu 30^{o}C.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa arang aktif yang dibuat dari cangkang kelapa sawit dengan proses aktivasi secara fisika-kimia mempunyai daya jerap yang paling baik di antara arang aktif lain yang diaktivasi dengan proses fisika dan kimia. Pada waktu penjerapan 4 jam, arang aktif berdiameter 355 µm dengan aktivasi fisika-kimia mampu menjerap sebanyak 34,4% bagian dari larutan asam asetat 0,5 N pada suhu 30^{o}C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Operasi Teknik Kimia yang telah memberikan fasilitas untuk kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

ARIFIN, 2010, 'Dekolorisasi Air yang Mengandung Zat Warna Tekstil Dengan Metode Koagulasi Poly Aluminium Chloride dan Adsorpsi Arang Aktif", Tangerang: PT. Tirta Kencana Cahaya Mandiri.

FARADINA, E. DAN SETIAWATI, N., 2010, "Regenerasi Minyak Jelantah Dengan Proses Bleaching Menggunakan Adsorben Arang Aktif", Laporan Penelitian Program StudiTeknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.

HSU, L. Y. DAN TENG, H., 2000, "Influence of different chemical reagents on the preparation of activated carbons from bituminous coal", *Fuel Processing Technology*, Vol.64(1-3), hal.155-166.

JANKOWSKA, H., SWIATKOWSKI, A., DAN CHOMA, J., 1991, "Active Carbon. Horwood", London.

KETAREN, 1986, "Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan", Edisi 1, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.

MINYU, J., AND PROCTOR, A., 1993, "The Effect of Added Solvents on Soy Oil Lutein Adsorption by Silicic Acid", *J. Am. Oil Chem. Soc.*Vol.70, hal.575-578.

PARI, G., 1995, "Pembuatan dan karakterristik arang aktif dari batubara", Tesis Program Magister Kimia, Institut Teknologi Bandung, Bandung. Tidak diterbitkan.

SCHWEITZER, P., 1997, "Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers", 3rd Edition, McGraw Hill.

SUDIBANDRIYO, M., DAN LYDIA, 2011, "Karakteristik luas permukaan karbon aktif dari ampas tebu dengan aktivasi kimia", *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol.10(3), hal.149-156.

SUDRAJAT DAN S. SOLEH, 1994, "Petunjung teknis pembuatan arang aktif", Puslitbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi kehutanan, Bogor.

WIJAYANTI, R., 2009, "Arang Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Pada Pemurnian

Minyak Goreng Bekas", Skripsi Institut Pertanian Bogor.

YOSHIZAWA, N., Yoshio Y. dan Minoru S.,1999, "Structural Karakteristik of arang material with a Low Crystalinity Using Methods for Data Analysis Report of Nation Institute for Resources and Environment".