



KARAKTERISTIK ARANG AKTIF AKASIA (*ACACIA MANGIUM* WILLD) YANG DIAPLIKASIKAN SEBAGAI BAHAN UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS AIR

Elma Wona Purba¹⁾, Alpian²⁾, Yanciluk²⁾, Wahyu Supriyati²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Faperta, UPR. CP. Email: elmawonapurba20@gmail.com

²⁾ Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya, Kampus UPR, Tunjung Nyaho, Palangka Raya, 73111. Indonesia.

ABSTRACT

The production volume or amount of Acacia wood used is generally low compared to the volume of wood harvested. Not a few woods that are cut cause wood harvesting waste such as branches and twigs. One of the uses is processing the waste into activated charcoal. Activated charcoal is charcoal whose cavities or pores are cleaned from other compounds so that the adsorption power of liquids and gases increases. This research uses the Acacia wood of the stem, branches and twigs which is first through the carbonization process and then used as activated charcoal. The active charcoal tests include yield, moisture content, volatile matter content, ash content, carbon bound content, absorption of benzene, absorption of iodine and absorption of methylene blue. Acacia quality test results of the stem, branches and twigs show that the activated charcoal of the stem has better quality than the active charcoal of branches and twigs. Overall the results of testing the quality of activated charcoal not all treatments meet the requirements of SNI 06-3730-1995, but when compared with the requirements of the quality of pharmaceutical chemistry, all tests for each treatment meet the quality standard requirements. The application of activated charcoal to drilled well water does not all improve water quality but still qualifies the drinking water quality standards Minister of Health Regulation No: 416/Menkes/Per/IX /1990.

Keywords: Active Charcoal, Acacia, Trunk, Branches, Branches, Drilling Well Water

PENDAHULUAN

Menurut FAO (2002) dalam Astana *et al.* (2015) sebanyak 67% dari total hutan mangium di seluruh dunia berada di Indonesia. Pada daerah kampus Universitas Palangka Raya dengan karakteristik rawa gambut juga banyak tumbuh kayu Akasia tersebut. Astana *et al.* (2015), menyebutkan volume produksi atau jumlah kayu Akasia (*Acacia mangium*) yang dimanfaatkan pada umumnya masih rendah dibandingkan

dengan volume kayu yang ditebang. Tidak sedikit kayu yang ditebang menimbulkan limbah pemanenan kayu, biasanya limbah yang paling banyak didapati bagian cabang dan ranting. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan efisiensi volume kayu yang ditebang, salah satunya menjadikan arang aktif.

Arang aktif dapat dibuat dari semua bahan yang mengandung karbon baik organik maupun anorganik dengan syarat bahan tersebut memiliki bahan berpori.

Arang aktif ini telah banyak digunakan dalam berbagai bidang diantaranya bidang kesehatan, lingkungan, bidang pertanian dan dalam sektor industri salah satunya pengolahan dan penjernihan air (Sembiring & Sinaga, 2003).

Penduduk kota Palangka Raya sebagian besar memperoleh air bersih untuk mencuci, mandi dan memasak menggunakan sumur bor sedangkan untuk air minum melakukan pembelian. Hal ini dikarenakan Kalimantan Tengah khususnya kota Palangka Raya merupakan daerah yang memiliki jenis tanah yang didominasi oleh tanah rawa gambut sehingga sifat tanah gambut akan menentukan asam-asam organik dan kandungan zat zat mineral dalam air tanah relatif tinggi. Berdasarkan uraian di atas maka dilakukan penelitian ini dengan tujuan penggunaan arang aktif dari pohon Akasia (*Acacia mangium* Willd) pada bagian batang, cabang dan ranting untuk meningkatkan kualitas air sumur bor.

METODE PENELITIAN

Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu parang, pita meter, jeregen, tungku pengarangan, lesung besi, ayakan (40 mesh dan 60 mesh) plastik klip, timbangan analitik, Ember, sendok aduk, *Furnace thermoline*, oven, timbangan analitik, desikator, cawan pengabuan, gelas ukur, water bath, alat tulis, gelas piala, penjepit, kawat, kasa, pipet tetes.

Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan yaitu kayu Akasia, aquades, sampel air sumur bor dan bahan kimia; larutan benzene (C_6H_6), Natrium tio-sulfat 0,104 N, larutan

iodium (I_2) 0,1 N, Natrium tio-sulfat 0,1 N, larutan metilen biru.

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel pohon yaitu berdiameter 25,3 cm dari Hutan Kampus Universitas Palangka Raya dengan titik koordinat 113°53'13" BT dan 2°13'1" LS. Pohon yang ditebang berjumlah 1 dengan keadaan pohon yaitu lurus tetapi terlihat sedikit kurang sehat karena sebagian rantingnya ada mengering. sampel batang yang diambil bagian tengah saja karena dianggap telah mewakili bagian pohon, sedangkan ranting dan cabang dipotong dan dipisahkan berdasarkan ketentuan Noordwijk *et al.* (2018), yang menyatakan bahwa batang yang diameternya lebih kecil dari 2 cm disebut ranting, antara 2 cm sampai 10 cm disebut cabang.

Air yang menjadi sampel penelitian ini diambil sebanyak 3 liter dari sumur bor yang berada di jalan G. Obos 5, Menteng 23 blok B, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah dengan kedalaman sumur 12 meter. Cara pengambilan sampel berdasarkan Efendi (2003) yang mengatakan pada sumur bor pengambilan sampel dilakukan kira-kira lima menit setelah air mulai dibuang (dikeluarkan).

Pengeringan Sampel

Pengeringan sampel dengan cara dikering udarakan hingga mencapai kadar air $\pm 12\% - 15\%$. Tetapi untuk mempercepat pencapaian kadar air maka bagian batang dijadikan serbuk sedangkan bagian cabang dan ranting di cacah karena memiliki ukuran yang kecil.

Pengarangan dan Pembuatan Partikel Serbuk Arang

Akasia (batang) yang telah ditimbang dimasukkan kedalam tungku pengarangan, dalam tungku pengarangan suhu pada 500°C hingga 1 jam kemudian

dilakukan pendinginan hingga 16 jam (Friyadi, 2009). Kemudian arang dikeluarkan pada baskom segiempat kemudian ditimbang, diberi label sampel dan disimpan pada tempat yang kedap udara. Pengarangan bagian cabang dan ranting Akasia sama seperti proses pengarangan bagian batang.

Proses selanjutnya yaitu arang dihaluskan dengan tumbukan lempung besi dan diayak menggunakan lolos 40 mesh tertahan 60 mesh. Pengayakan serbuk arang dipisah sesuai sesuai perlakuan (batang, cabang dan ranting) kemudian dimasukkan kedalam plastik klip dan diberi label.

Pengaktifan Arang

Pengaktifan arang dilakukan secara fisika yaitu arang dimasukkan ke botol aqua dan direndam dengan aquades selama 24 jam, selanjutnya tiriskan pada kertas saring dan dikeringkan (pada suhu $\pm 23 - 33^{\circ}\text{C}$) sampai kering udara. Kemudian ditimbang sebelum dan sesudah dimasukkan kedalam *furnace thermoline* pada aktivasi 900°C selama 1 jam (Alpian, 2014).

Pengujian Mutu Arang Aktif

Arang aktif yang dihasilkan dianalisis rendemen (ASTM, 1979), kadar air (ASTM D-3173-13), kadar zat mudah menguap (ASTM D-3175), kadar abu (ASTM D-3174), kadar karbon terikat (ASTM D-3172), daya serap terhadap benzene (ASTM, 1979), daya serap terhadap iodium (SNI 06-3730-1995), daya serap terhadap biru metilen (SNI 06-3730-1995).

Analisis data

Analisis data menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor dengan 3 perlakuan dari kayu

Akasia bagian batang, cabang dan ranting. Hasil analisis varian jika berbeda nyata dilakukan uji lanjut yang ditentukan oleh nilai koefisien keragaman (KK).

Aplikasi Arang Aktif untuk Meningkatkan Kualitas Air

Prosedur pengujian arang aktif untuk meningkatkan kualitas air yaitu mengambil arang aktif dengan daya serap iodium tertinggi diantara semua perlakuan. Kemudian mencampur arang aktif dengan air sumur bor (perbandingan 1 gram arang aktif dengan 100 ml air sumur bor), diaduk hingga homogen dan distabilisasi selama ± 1 jam kemudian disaring menggunakan kertas saring. Air yang tersaring (diberi arang aktif) dibandingkan kualitas airnya dengan sampel air sumur bor tanpa/sebelum diberi arang aktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

I. Kualitas Arang Aktif

Rendemen

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen arang aktif bagian batang lebih rendah. Rendahnya rendemen arang aktif bagian batang dibandingkan cabang dan ranting menggambarkan perbedaan jumlah kayu gubal dan kayu teras tidak berpengaruh. Hal ini diduga karena masih meningkatnya laju reaksi antara karbon dan gas-gas di dalam termoline dan makin banyaknya jumlah senyawa kadar zat menguap (*volatile matter*) yang terlepas (Pari, 1996).

Kadar Air

Nilai kadar air dari semua perlakuan dalam penelitian ini memenuhi persyaratan standar mutu arang aktif menurut SNI

Tabel 1. Rata-Rata Parameter Arang Aktif Kayu Akasia dengan Standar KM dan SNI

Parameter	Perlakuan			Standar	
	B	C	R	KM	SNI
Rendemen (%)	62.02	65.31	63.75	-	-
Kadar Air	2.70	1.50	1.20	≤ 7.09	≤ 15
Kadar ZMM (%)	24.10	26.60	30.70	≤ 52.38	≤ 25
Kadar Abu (%)	9.00	10.00	11.80	≤ 11.73	≤ 10
Kadar Karbon Terikat %	64.20	61.90	56.30	≥ 35.89	≥ 65
Daya Serap Benzena	26.2	23.6	22.8	≥ 6.86	≥ 25
Daya Serap Iodium	527.78	506.84	410.52	≥ 426.5	≥ 750
Daya Serap Biru Metilen	141.68	134.66	132.75	≥ 124.9	≤ 120

Keterangan : B = Arang Aktif Batang, C = Arang Aktif Cabang, R = Arang Aktif Cabang, KM = Kimia Farma, SNI = SNI 06-3730-1995

Sumber Standar : Sembiring & Sinaga (2003) dan Pari et al. (1996)

Tabel 2. Analisis Peningkatan Kualitas Air

No.	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian		Baku Mutu
			ASB	AA + ASB	
1	Kekeruhan	NTU	3	5	5
2	Warna	TCU	29,4	29,3	15
3	Besi (Fe)	mg/L	0,729	0,0218	0,3
4	Mangan (Mn)	mg/L	<0,0123	<0,0123	0,1
5	Kesadahan Total	mg/L	<6,72	31	500
6	PH	-	4,32	7	6,5-8,5

Keterangan : ASB = Air Sumur Bor
AA = Arang Aktif Bagian Batang Akasia
Baku Mutu = Permenkes No.: 416/Menkes/Per/IX/199

06-3730-1995 karena kadar air yang diperoleh <15 %. Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa kadar air arang aktif tiap bagian kayu berbeda-beda. Perbedaan kadar air antara bagian batang arang aktif dengan arang aktif cabang dan ranting diduga karena lebih tinggi jumlah kayu teras pada bagian batang arang aktif. Tirtasari (2005) mengatakan tingginya jumlah kayu teras dapat juga menyebabkan banyaknya pori-pori arangaktif yang belum terbuka ini

disebabkan pada kayu teras terdapat pori-pori lebih kecil dan lebih banyak serta serat-serat yang lebih panjang sehingga saat proses aktivasi distribusi panas tidak masuk kedalam ujung pori-pori dan menyebabkan nilai kadar air lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang lainnya.

Kadar Zat Mudah Menguap

Berdasarkan Tabel 1. rata rata nilai kadar zat mudah menguap memenuhi mutu arang aktif SNI 06-3730-1995

sedangkan arang aktif dari bagian cabang dan ranting tidak memenuhi standar. Kadar zat mudah menguap pada semua perlakuan relatif tinggi. Tingginya nilai kadar zat mudah menguap menggambarkan bahwa senyawa-senyawa seperti CO, CH₄, dan CO₂, masih banyak terdapat pada arang aktif.

Wijayanti (2009), mengatakan kadar zat mudah menguap yang rendah akan menambah kemampuan arang aktif dalam mengadsorpsi gas dan larutan.

Kadar Abu

Abu merupakan komponen anorganik yang tertinggal setelah bahan dipanaskan pada suhu 600⁰ C. Tidak semua kadar abu penelitian ini memenuhi baku mutu arang aktif SNI 06-3730-1995. Wijayanti (2009) mengatakan bahwa kadar abu yang besar dapat mengurangi kemampuan arang aktif untuk mengadsorpsi gas dan larutan karena kandungan mineral yang terdapat pada abu seperti kalium, natrium, magnesium, dan kalsium akan menyebar kedalam kisi-kisi arang aktif sehingga menutupi pori-pori arang aktif.

Nilai rata-rata kadar abu terendah terdapat pada bagian batang, selanjutnya bagian cabang dan tertinggi terdapat pada bagian ranting. Tirtasari (2005), mengatakan jumlah kayu teras didalam arang aktif berbanding terbalik dengan nilai kadar abu arang aktif yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai jumlah kayu teras arang aktif maka semakin rendah nilai kadar abu yang dihasilkan arang aktif. Sunardi, (1977), mengatakan ranting kayu disebut juga sebagai batang muda dan jumlah kayu teras lebih sedikit di batang batang muda. Dalam ranting, hati mungkin menyimpan makanan tetapi dalam batang yang dewasa sel sel hati itu

mati dan tidak ikut lagi dalam proses kehidupan pohon.

Kadar Karbon Terikat

Rata-rata nilai kadar karbon terikat pada semua perlakuan tidak memenuhi baku mutu arang aktif SNI 06-3730-1995. Rendahnya kadar karbon terikat ini diduga dipengaruhi oleh proses karbonisasi berlangsung kurang sempurna. Hal ini didukung oleh pendapat Ludang (2011), mengemukakan rendahnya nilai kadar karbon terikat juga dipengaruhi oleh proses karbonisasi (pengarangan) berlangsung kurang sempurna sehingga zat mudah menguap lebih besar. Selain hal tersebut diduga oleh adanya reaksi karbon dengan uap air yang bersifat oksidator lemah menghasilkan gas karbon monoksida sehingga dapat mengurangi karbon (Pari, 1999).

Nilai kadar karbon terikat arang aktif bagian batang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian cabang dan ranting hal ini diduga akibat perbedaan berat jenis, kadar abu dan kadar zat mudah menguap pada arang aktif tersebut dimana berdasarkan hasil penelitian kadar abu, kadar zat mudah menguap serta berat jenis pada bagian batang lebih tinggi. Barly & Krisdianto (2012) menjelaskan bahwa semakin tinggi berat jenis kayu maka semakin tinggi pula kadar karbon terikat dalam arang.

Daya Serap Arang Aktif Terhadap Benzena

Penentuan daya serap arang aktif terhadap benzena bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap gas dengan ukuran molekul kurang lebih 6 Angstrom (Alpian, 2014). Rata-rata nilai daya serap arang aktif Akasia terhadap benzena, hanya perlakuan batang memenuhi baku mutu arang aktif

SNI 06-3730-1995. Bagian cabang dan ranting tidak memenuhi standar, diduga akibat pori-pori pada permukaan arang aktif masih banyak mengandung senyawa non karbon yang tidak terdorong keluar permukaan arang aktif pada saat aktivasi sehingga uap gas yang diserap lebih sedikit.

Daya Serap Arang Aktif Terhadap Iodium

Alpian (2014) mengatakan nilai daya serap arang aktif terhadap iodium berhubungan erat dengan kemampuan arang aktif dalam menyerap larutan berwarna dengan ukuran molekul kurang dari 10 Angstrom atau 1 nm. Berdasarkan Tabel 1, rata-rata nilai daya serap arang aktif Akasia terhadap iodium penelitian ini pada semua perlakuan belum memenuhi baku mutu arang aktif SNI 06-3730-1995. Hal ini juga diduga karena suhu aktivasi yang terlalu tinggi dan mungkin terjadinya pembakaran lebih lanjut saat proses aktivasi. Hal ini didukung oleh Pari (2011), menyatakan bahwa suhu yang tinggi kadang dapat berpengaruh pada struktur karbon itu sendiri bahkan dapat membuatnya menjadi rapuh akibat adanya pengikisan karbon. Akibat pengikisan tersebut, permukaan rongga pori pada karbon aktif menjadi lebih dangkal sehingga menyebabkan daya serap menurun. Ini mengakibatkan ukuran molekul iodium yang relatif kecil menjadi mudah terlepas dari pori arang aktif yang lebar.

Pari (2011) juga menjelaskan bahwa pori yang terdapat pada arang aktif berasal dari pori asli yang terdapat pada arang dan pori baru yang terbentuk akibat adanya panas.

Daya Serap Arang Aktif Terhadap Biru Metilen

Alpian (2014) mengatakan nilai daya serap arang aktif terhadap biru metilen berhubungan dengan kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna dengan ukuran molekul 15 Angstrom atau 1,5 nm. Berdasarkan Tabel 1, rata-rata nilai daya serap arang aktif Akasia penelitian ini pada semua perlakuan telah memenuhi baku mutu arang aktif SNI 06-3730-1995, artinya arang aktif yang dihasilkan memiliki lebih banyak pori berukuran ≥ 15 Angstrom. Pari (2004) menyatakan selama proses aktivasi, pelat-pelat karbon kristalit yang tidak teratur mengalami pergeseran sehingga permukaan kristalit menjadi terbuka dan terbentuk pori yang lebih banyak. Pergeseran pelat karbon menghasilkan pori baru dan mengembangkan mikropori awal menjadi makropori.

Perbedaan daya serap arang aktif terhadap biru metilen pada setiap perlakuan dipengaruhi oleh jumlah kandungan selulosa dan lignin pada bagian kayu. Penyerapan lebih tinggi pada bagian batang dikarenakan pada batang banyaknya selulosa dan lignin yang terpecah menjadi karbon sehingga pori-pori pada arang aktif batang akasia lebih besar dan banyak dibandingkan bagian lainnya.

II. Aplikasi Arang Aktif Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Bor

Arang aktif yang diaplikasikan untuk meningkatkan kualitas air yaitu bagian batang. Berdasarkan hasil pengujian sampel air dari sumur bor kota Palangka Raya (Tabel 2), diketahui bahwa kekeruhan dalam sampel air sumur bor kota Palangka Raya yaitu 3 NTU namun setelah diberi perlakuan arang aktif, nilai kekeruhan bertambah menjadi 5 NTU. Hal

ini diduga disebabkan oleh saat pengaplikasian arang aktif ada serbuk arang yang tidak tersaring akan tetapi nilai kekeruhan sampel ini masih memenuhi standar kualitas air minum. Warna sampel air yaitu sebesar 29,4 TCU namun setelah diberi perlakuan arang aktif, nilainya menjadi 29,3 TCU dan belum memenuhi baku mutu air minum.

Kadar besi (Fe) sampel air sebesar 0,729 mg/l namun setelah diberi perlakuan arang aktif kadar besi (Fe) menjadi 0,0218 mg/l. dan memenuhi standar kualitas air minum. Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan arang aktif batang Akasia cukup efektif untuk menurunkan kadar besi yang berarti saat diberi perlakuan pada sampel air sumur terjadi proses penyerapan besi kedalam pori-pori arang aktif. Kadar mangan tidak terjadi perubahan dan tetap memenuhi standar kualitas air minum. Kesadahan total dalam sampel menjadi meningkat namun masih tetap memenuhi standar. pH dalam sampel air sumur bor semakin baik setelah diaplikasikan dan telah memenuhi standar kualitas air minum.

KESIMPULAN

Karakteristik arang aktif kayu Akasia (*Acacia mangium* Willd) berdasarkan standar mutu arang aktif SNI 06-3730-1995 menunjukkan bahwa pengujian arang aktif bagian batang lebih banyak memenuhi SNI dibandingkn cabang dan ranting. Karakteristik arang aktif terbaik yaitu bagian batang dan setelah diaplikasikan dapat meningkatkan kualitas warna, pH, kadar besi (Fe) sedangkan untuk kualitas kesadahan dan kekeruhan menurun namun masih memenuhi standar kualitas air layak minum.

DAFTAR PSTAKA

- [ASTM] American Standard for Testing Material.2005. Annual Book of ASTM Standards. Section 5 Petroleum Products, Lubbricant and Fossil Fuels. Volume 05.06. Gaseous Fuels; Coal and Coke. West Conshohocken: ASTM International. A. Dodong Budiarto. Perkayuan Sistem Pengeringan Kayu. Kanisius. Yogyakarta.
- Alpian. 2014. Pemanfaatan Biomassa dan Karbon Gelam sebagai Bahan Baku Arang, Arang Aktif dan Asap Cair dalam Rangka Pengembangan Pengelolaan Hutan Rawa Gambut Kalimantan Tengah. Disertasi Program Studi Ilmu Kehutanan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Astana S., Soenarno & Endom Wesman. 2015. Potensi Penerimaan Negara Bukan Pajak dari Limbah Kayu Pemanenan di Hutan Alam dan Hutan Tanaman. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Barly & Krisdianto. 2012. Petunjuk Teknis Pembuatan Arang Untuk Pemanfaatan Limbah Kayu. Direktorat Jenderal Bina Usaha Kehutanan (Buk). Kementrian Kehutanan. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Kanisius. Yogyakarta.
- Friyadi, Y. 2009. Kualitas Briket Arang Kayu Milas Berdasarkan Tekanan Kempa. Universitas Palanga Raya Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Hutan Palangka Raya. Palangka Raya.
- Ludang E. 2011. Kualitas Arang Aktif Kayu Bintangur (*Challophyllum Spp*) Sebagai Alternatif Penjernih Air Sungai. Skripsi. Jurusan Kehutanan

- Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.
- Noordwijk.M.V., Mulia R. & Hairiah K. 2018. Estimasi Biomasa Tajuk Dan Akar Pohon Dalam Sistem Agroforestri: Analisis Cabang Fungsional (Functional Branch Analysis, Fba) Untuk Membuat Persamaan Alometrik Pohon. Bahan Ajar 8. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:Po1L0AYVHzIJ:www.worldagroforestry.org/downloads/WaNuLCAS/LectureNotes/LectureNote8.pdf+&cd=1&hl=id&ct=clnk&gl=id>. Diakses tanggal 10 Januari 2019.
- Pari, G.1996. Pembuatan dan Kualitas Arang Aktif dari Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) dengan Cara Kimia. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 14 (8) : 308-320.
- Pari, G. 1999. Sifat Dan Kualitas Arang Aktif Dari Gambut. *Bulletin Penelitian Hasil Hutan Penelitian*. 16 (5) : 270 -273.
- Pari, G. 2004. Kajian Struktur Arang Aktif Dari Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Adsorben Formaldehida Kayu Lapis. Skripsi Program Pascasarjana, Institusi Pertanian Bogor. Bogor.
- Pari, G. 2011. Pengaruh Selulosa Terhadap Struktur Karbon Arang Bagian 1 : Pengaruh Suhu Karbonisasi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 29 (1) : 33-45.
- Sembiring Tryana Melita & Sinaga Sarma Tuti. 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). Jurusan Teknik, Industri Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.
- Sunardi, B. S. J. 1977. Ilmu Kayu. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tirtasari N. 2005. Kualitas Arang Aktif Kayu Balangeran (*Shorea Balangeran*). Skripsi. Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya. Palangka Raya.
- Wijayanti, R. 2009. Arang Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Absorben Pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas. Skripsi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Ipb. Bogor.
-