

**Mutu Arang Aktif dari Limbah Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King)
sebagai Bahan Penjernih Air**
*Quality of Activated Charcoal from Mahogany (*Swietenia macrophylla* King.)
Wood Wastes for Water Purification Substance*

Rini Pujiarti dan J.P. Gentur Sutapa

Abstract

Indonesian active charcoal demands are relatively high, due to the increase of active charcoal usage in industrial sector. To supply active charcoal demand in industrial sector, sufficient amount of basic materials are needed. One of the alternatives is Mahogany wood waste. The aims of this research are (1) to use wood waste of Mahogany (*Swietenia macrophylla* King.) as a raw material for active charcoal, (2) to identify active charcoal characteristics that are formed, (3) to obtain type and concentration of chemical substance that is suitable for active charcoal forming process, (4) to provide better characteristics, and (5) to apply in the best active charcoal on well-water purification to bind kation in order to increase water quality.

Activation was conducted chemically and the types of chemical substance for activation were Na_2CO_3 and NaOH with concentration of 1%; 1.5%; 2%; 2.5% and 3%. The observed parameters were sucrose contents, moisture contents, volatile matter contents, ash contents, carbon contents, adsorptive capacity of benzene, and adsorptive capacity of iodine and adsorptive capacity of methylene blue.

The result and analysis showed that wood waste of Mahogany can be used as a raw material of active charcoal forming process; and Na_2CO_3 and NaOH can be used as activators. The best active charcoal (with activator Na_2CO_3 1.5 %) quality was having 64.41% sucrose content, 8.24% moisture content, 3.2% ash content, 19.4% volatile matter content, 77.4% carbon content, 14.48% adsorptive capacity of benzene, 1230.93 mg/g adsorptive capacity of iodine and 130.93 mg/g adsorptive capacity of methylene blue. Well-water quality after the best active charcoal had been added showed decreasing of cation element such as iron (Fe), zinc (Zn) and mangan (Mn).

Key words: active charcoal, Mahogany, quality, purification

Pendahuluan

Pengolahan kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) di Pulau Jawa menjadi produk kayu gergajian, kayu konstruksi, mebel dan olahan lainnya oleh sebagian industri cukup banyak menyisakan limbah. Penggunaan limbah kayu Mahoni sampai saat ini masih terbatas untuk bahan bakar sehingga perlu dicari kemungkinan penggunaan lainnya. Peningkatan nilai ekonomis pemanfaatan limbah kayu Mahoni dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi arang aktif. Dalam dunia industri, arang aktif sangat diperlukan karena dapat mengabsorpsi bau, warna, gas, dan logam. Pada umumnya arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap dan penjernih. Disamping itu kebutuhan Indonesia akan arang aktif untuk bidang industri masih relatif tinggi disebabkan semakin meluasnya pemakaian arang aktif pada sektor industri. Pada tahun 2000, impor arang aktif tercatat sebesar 2,770,573 kg berasal dari negara Jepang, Hongkong Korea, Taiwan, Cina, Singapura, Philipina, Sri Lanka, Malaysia, Australia, Amerika Serikat, Kanada, Inggris, Jerman, Denmark, dan Italia (Anonim 2000).

Dari uraian di atas, salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi ketergantungan

terhadap impor arang aktif dan meningkatkan produksi arang aktif di Indonesia adalah dengan memproses limbah pengolahan kayu Mahoni menjadi arang aktif. Selanjutnya arang aktif diaplikasikan sebagai bahan penjernih air sumur yang tercemar untuk menarik unsur kation, yaitu besi (Fe), seng (Zn) dan mangan (Mn).

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kayu Mahoni yang diperoleh dari industri penggergajian. Untuk proses aktivasi pada pembuatan arang aktif digunakan bahan kimia Na_2CO_3 dan NaOH , masing-masing dengan konsentrasi 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, dan 3%. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis mutu adalah aquades, larutan iodium (I_2), larutan kanji, larutan biru metilen, larutan dapar 4 : 6 (KH_2PO_4 : $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), benzena (C_6H_6), sedangkan bahan untuk aplikasi adalah air sumur yang tercemar.

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa alat pembuatan arang berupa retort listrik kapasitas 3 kg, alat aktivator, dan alat-alat pengujian arang aktif.

Metode

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

Tahap Persiapan Bahan/Preparasi Bahan: Pada tahap ini dilakukan pemotongan bahan menjadi ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm dengan tujuan untuk menyempurnakan dan meratakan pirolisis atau dengan ukuran limbah seadanya.

Tahap Pirolisis: Kayu yang telah kering angin tersebut dimasukkan ke dalam retort listrik dan dipanaskan pada suhu 500°C selama 2 jam. Setelah dingin, arang yang dihasilkan siap diaktivasi.

Tahap Aktivasi: Aktivasi dilakukan secara khemis menggunakan garam-garam mineral Na_2CO_3 dengan konsentrasi masing-masing 1%, 1.5%, dan 2%. Arang direndam selama 24 jam kemudian dicuci sampai filtratnya netral terhadap lakmus dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C. Proses aktivasi selanjutnya dengan memanaskan arang yang telah direndam dalam *thermoline* pada suhu 900°C dan 1000°C selama 1 jam.

Tahap Pengujian/Analisis: Setelah aktivasi selesai, *thermoline* didinginkan selama 24 jam kemudian arang aktif yang terbentuk dapat dikeluarkan dan ditimbang. Selanjutnya arang aktif dihaluskan dan dianalisis.

Aplikasi Arang Aktif terhadap Penjernihan Air: Arang aktif yang digunakan dalam aplikasi ini diambil dari kualitas paling baik diantara semua perlakuan yang diberikan. Hal ini bertujuan untuk melihat daya absorpsi yang dimiliki oleh arang aktif terhadap logam berupa besi (Fe), Mangan (Mn) dan seng (Zn) yang terkandung dalam air sumur.

Analisis Data

Analisis data menggunakan model rancangan acak lengkap sempurna yang menggunakan dua faktor perlakuan yaitu jenis bahan kimia untuk aktivasi (A) dan konsentrasi bahan kimia (B). Faktor A terdiri dari dua taraf yaitu Na_2CO_3 dan NaOH. Dan faktor B terdiri dari lima taraf yaitu 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, dan 3%. Apabila hasil analisis varians di atas berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji HSD (*Honestly Significant Difference*) Tukey untuk mengetahui perbedaan pada faktor tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Nilai karakteristik arang aktif pada penelitian ini meliputi rendemen, kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, daya serap arang aktif terhadap *benzene* dan daya serap biru metilen. Disajikan juga data pengujian arang aktif sebagai bahan penjernih air.

Table 1. Characteristic value (quality) of activated charcoal from Mahogany wood.

Treat ment	Yield (%)	Moisture Content (%)	Ash Content (%)	Volatile Matter Content (%)	Fixed Carbon Content (%)	Adsorptive Benzene Capacity (%)	Adsorptive Iodum Capacity (mg/g)	Adsorptive Methyline Blue Capacity (mg/g)
Control	60.72	11.37	2.2	23.8	74.0	11.98	1190.32	118.34
A1B1	59.71	8.48	3.0	20.7	76.3	12.68	1215.70	126.33
A1B2	64.41	8.24	3.2	19.4	77.4	14.48	1230.93	130.68
A1B3	62.94	6.85	3.2	18.7	78.1	13.75	1218.24	126.63
A1B4	63.12	6.61	3.6	18.3	78.1	14.07	1215.70	126.32
A1B5	62.05	5.26	3.0	17.7	79.3	13.29	1196.41	120.40
A2B1	59.01	7.07	7.0	18.8	74.2	11.95	1210.63	118.87
A2B2	57.34	4.61	9.8	15.9	74.3	14.01	1225.85	125.08
A2B3	54.12	5.75	13.0	26.2	60.8	11.64	1209.61	121.51
A2B4	61.28	3.53	13.0	20.3	66.7	13.81	1206.57	121.63
A2B5	63.16	3.32	12.6	18.4	69.0	12.48	1199.97	127.18

Notes:

A1B1 = activator Na_2CO_3 1 %.
A1B2 = activator Na_2CO_3 1.5 %.
A1B3 = activator Na_2CO_3 2 %.
A1B4 = activator Na_2CO_3 2.5 %.
A1B5 = activator Na_2CO_3 3 %.

A2B1 = activator NaOH 1 %.
A2B2 = activator NaOH 1.5 %.
A2B3 = activator NaOH 2 %.
A2B4 = activator NaOH 2.5 %.
A2B5 = activator NaOH 3 %.

Table 2. Varian analysis quality of activated charcoal from Mahogany wood.

Characteristic	Varian Resources		
	Chemicals	Concentration	Chem.*Cons.
Yield	**	**	**
Moisture Content	**	**	NS
Volatile Matter Content	NS	*	**
Ash Content	**	**	**
Fixed Carbon Content	**	**	**
Adsorptive Benzene Capacity	NS	NS	NS
Adsorptive Iodine Capacity	*	**	NS
Adsorptive Methylene Blue Capacity	**	**	**

Notes: Prob. ≤ 0.01 : absolutely true or absolutely significant (**).
 Prob. $> 0.01 \leq 0.05$: true or significant (*).
 Prob. > 0.05 : not true or not significant (NS).

Table 3. Tuckey's test result on the effect of interaction between varian and material concentration to activated charcoal from Mahogany wood quality.

Characteristic	Chemicals	Concentration				
		1%	1.5%	2%	2.5%	3%
Yield (%)	Na ₂ CO ₃	59.7 abc	64.41 a	62.94 ab	63.12 ab	62.05 ab
	NaOH	59.01 abc	57.34 bc	54.12 c	61.28 ab	63.16 ab
Volatile Matter Content (%)	Na ₂ CO ₃	20.7 abc	19.4 abc	18.7 abc	18.3 ab	17.7 ab
	NaOH	18.8 abc	15.9 abc	26.2 c	20.3 ac	18.4 ac
Ash Content (%)	Na ₂ CO ₃	3.0 a	3.2 a	3.2 a	3.6 a	3.0 a
	NaOH	7.0 b	9.8 c	13.0 d	13.0 d	12.6 d
Fixed Carbon Content (%)	Na ₂ CO ₃	76.3 ad	77.4 ad	78.1 a	78.1 a	79.3 a
	NaOH	74.2 acd	74.3 acd	60.8 bc	66.7 cd	69.0 d
Adsorptive Methylene Blue Capacity (mg/g)	Na ₂ CO ₃	126.33 a	130.88 b	126.63 a	126.32 a	120.40 c
	NaOH	118.87 c	125.08 a	121.51 c	121.63 c	127.18 a

Note: The value, which are followed by letters showed non significant result.

Table 4. Examination result well-water before and after purified with activated charcoal from Mahogany wood.

Parameter	Unit	Drink Water Standard from Ministry of Health (1990)	Chemical Analyzed Result	
			Before (A)	After (B)
pH	-	6.5 ~ 8.5	7.3	8.2
Turbidity	unit	max. 5.0	23	ttd
Color	unit	max. 15.0	ttd	ttd
Zinc (Zn)	mg/l	max. 5.0	0.015	< LD
Iron (Fe)	mg/l	max. 0.3	1.99	0.12
Mangan (Mn)	mg/l	max. 0.1	0.32	0.08

Notes: A = polluted water
 B = water with adding Na₂CO₃ 1.5%.
 ttd = being not detected ($\pm 0,0$).
 <LD = less than limit of detection .

Rendemen

Penetapan rendemen arang aktif bertujuan untuk mengetahui jumlah arang aktif yang dihasilkan setelah melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Pada penelitian ini rendemen arang aktif kayu Mahoni yang dihasilkan berkisar antara 54.12 ~ 64.41 % (Tabel 1). Rendemen arang aktif tertinggi diperoleh dari perlakuan antara NaOH dengan konsentrasi 1.5% dan terendah diperoleh dari perlakuan antara NaOH dengan konsentrasi 2%. Jika dibandingkan dengan penelitian Pari (1996) tentang kualitas arang aktif dari 5 jenis kayu, rendemen pada penelitian ini memberikan nilai yang lebih tinggi. Terdapatnya rendemen arang aktif yang rendah dapat disebabkan oleh masih meningkatnya laju reaksi antara karbon dan gas-gas di dalam *termoline* dan makin banyaknya jumlah senyawa kadar zat menguap (*volatile matter*) yang terlepas.

Kadar Air

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif. Kadar air arang aktif yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 3.32 ~ 8.48 % (Tabel 1). Kadar air tertinggi diperoleh dari perlakuan dengan penambahan Na_2CO_3 1% dan terendah dari perlakuan dengan penambahan NaOH 3%.

Kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini memenuhi standar kualitas arang aktif berdasar SNI 06-3730-95, yaitu maksimal 15% untuk arang aktif bentuk serbuk. Secara keseluruhan kadar air hasil penelitian ini relatif kecil, hal ini menunjukkan bahwa kandungan air terikat bahan baku yang dikarbonisasi lebih dahulu keluar sebelum diaktivasi.

Kadar Zat Mudah Menguap

Tujuan dari penetapan kadar zat mudah menguap ini adalah untuk mengetahui kandungan senyawa yang mudah menguap yang terkandung dalam arang aktif pada suhu 950°C. Pada penelitian ini, kadar zat mudah menguap yang dihasilkan berkisar antara 15.9 ~ 26.2% (Tabel 1). Kadar zat mudah menguap terendah diperoleh dari arang aktif dengan perlakuan NaOH 1.5 % dan tertinggi dengan perlakuan NaOH 2%.

Dari hasil penelitian ini hampir semua kadar zat mudah menguap yang dihasilkan memenuhi standar kualitas arang aktif berdasar SNI 06-3730-95, yaitu mempunyai kadar zat mudah menguap maksimal 25%, kecuali arang aktif yang diaktivasi dengan NaOH 2%. Pada arang aktif dengan perlakuan NaOH 2% kadar zat mudah menguap yang diperoleh sebesar 26.2%. Hal ini menurut Pari *et al.* (2000) kemungkinan disebabkan karena tidak sempurnanya penguraian senyawa non karbon seperti CO_2 , CO, CH_4 dan H_2 .

Kadar Abu

Penetapan kadar abu arang aktif dilakukan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam arang aktif.

Pada penelitian ini kadar abu yang dihasilkan berkisar antara 3~13% (Tabel 1). Kadar abu arang aktif terendah dihasilkan pada perlakuan Na_2CO_3 1% dan 3%, sedangkan tertinggi pada perlakuan NaOH 2% dan 2.5%. Hasil penelitian kadar abu ini tidak semuanya memenuhi standar kualitas arang aktif menurut SNI 06-3730-95, karena ada kadar abu arang aktif yang melebihi 10%, yaitu berkisar antara 12 ~ 14% pada NaOH 2%; 2.5% dan 3%. Rendahnya kadar abu kemungkinan disebabkan pada waktu aktivasi terjadi kontak dengan udara sehingga terjadi proses pembakaran lebih lanjut dimana arang aktif yang terbentuk berubah menjadi abu.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya kecenderungan semakin tinggi konsentrasi bahan pengaktif maka kadar abu yang dihasilkan semakin besar. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian Pari *et al.* (2000) yang membuat arang aktif dari kayu *Acacia mangium*, dimana semakin tinggi konsentrasi bahan pengaktif, kadar abu yang dihasilkan makin rendah. Semakin meningkatnya kadar abu pada arang aktif dengan penambahan bahan kimia, menurut Sudrajat (1984) dalam Pari dan Hendra (1999) disebabkan oleh terjadinya proses oksidasi lebih lanjut terutama dari partikel halus.

Kadar Karbon Terikat

Penentuan kadar karbon terikat arang aktif bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi. Kadar karbon terikat yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 60.8 ~ 79.3% (Tabel 1). Kadar karbon terikat terendah dihasilkan dari perlakuan NaOH 2% dan tertinggi pada perlakuan Na_2CO_3 3%. Bila dibandingkan dengan penelitian arang aktif dari kulit *Acacia mangium* oleh Pari *et al.* (2000), kadar karbon terikat yang dihasilkan tidak jauh berbeda. Berdasarkan SNI 06-3730-95, kadar karbon terikat pada penelitian ini yang tidak memenuhi syarat hanya pada arang aktif yang dihasilkan oleh perlakuan dengan NaOH 2%, karena memiliki karbon terikat lebih kecil dari 65%. Menurut Perrich (1981), besar kecilnya kadar karbon terikat arang aktif yang dihasilkan dipengaruhi oleh bervariasinya kadar abu dan kadar zat mudah menguap.

Daya Serap Arang Aktif terhadap Benzena

Penetapan daya serap arang aktif terhadap benzena bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap gas. Dari hasil penelitian diperoleh daya serap arang aktif terhadap benzena berkisar antara 11.64 ~ 14.48% (Tabel 1). Daya serap tertinggi diperoleh dari perlakuan dengan Na_2CO_3 1.5% dan terendah diperoleh dari perlakuan dengan NaOH 2%.

Daya serap arang aktif terhadap benzena untuk arang aktif yang diaktivasi dengan bahan kimia memberikan hasil yang lebih baik daripada kontrol.

Arang aktif tanpa aktivator (kontrol) maupun arang aktif dengan aktivator pada penelitian ini tidak ada yang memenuhi standar kualitas arang aktif berdasar SNI 06-3730-95, yaitu minimal 25%. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif hasil penelitian ini tidak efektif bila digunakan sebagai bahan penyerap gas. Rendahnya daya serap arang aktif terhadap benzena menurut Pari (1996) kemungkinan disebabkan oleh pori-pori yang terbentuk pada permukaan arang aktif masih banyak mengandung senyawa non karbon sehingga gas atau uap yang dapat diserap menjadi lebih sedikit. Rendahnya daya serap ini juga menunjukkan bahwa permukaan arang aktif masih ditutupi oleh senyawaan yang bersifat polar seperti fenol, aldehid dan karboksilat dari hasil karbonisasi yang tidak sempurna.

Daya Serap Arang Aktif terhadap Iodium

Penetapan daya serap arang aktif terhadap daya serap iodium bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna. Daya serap iodium yang diperoleh berkisar antara 1196.41 ~ 1230.93 mg/g (Tabel 1). Daya serap tertinggi diperoleh dari arang aktif dengan perlakuan Na_2CO_3 1.5% dan terendah diperoleh dari arang aktif dengan perlakuan Na_2CO_3 3%. Daya serap arang aktif terhadap iodium yang dihasilkan dari penelitian ini semuanya memenuhi standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-95, yaitu minimal 750 mg/g.

Besarnya daya serap arang aktif terhadap iodium kemungkinan disebabkan senyawa hidrokarbon yang tertinggal pada permukaan arang terbuang pada waktu aktivasi, sehingga permukaannya menjadi aktif. Berdasarkan nilai daya serap iodium arang aktif yang dihasilkan pada penelitian ini maka arang aktif yang dihasilkan cukup baik digunakan sebagai pemurni, penjernih air, limbah cairan yang berasal dari zat warna dan lain-lain.

Daya Serap Arang Aktif terhadap Biru Metilen

Penetapan daya serap arang aktif terhadap biru metilen bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna. Daya serap terhadap biru metilen yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 118.87 ~ 130.88 mg/g (Tabel 1). Daya serap tertinggi diperoleh dari perlakuan dengan Na_2CO_3 1.5% dan terendah diperoleh dari perlakuan dengan NaOH 1%. Dari hasil yang diperoleh jika dibandingkan dengan standar kualitas arang aktif SNI 06-3730-95, daya serap metilen biru yang tidak memenuhi syarat hanya pada perlakuan dengan NaOH 1%. Hasil penelitian ini jauh berbeda dengan penelitian yang dihasilkan Pari *et al.* (2000) menggunakan kulit *Acacia mangium*. Adanya daya serap terhadap biru metilen yang di bawah standar kemungkinan disebabkan pada permukaan arang aktif masih terdapat senyawa hidrokarbon yang tidak keluar pada saat aktivasi. Hal ini

diperkuat oleh Smisek dan Cerny (1970) dalam Pari *et al* (2000) yang menyatakan bahwa rendahnya daya serap biru metilen disebabkan belum terlepasnya ikatan antara C dan H sehingga tidak terjadi proses pergeseran pelat kristal yang dapat membuka pori yang baru.

Aplikasi Arang Aktif terhadap Penjernihan Air Sumur

Pada penelitian ini, arang aktif yang digunakan untuk menyerap kation pada air adalah arang aktif yang memiliki daya serap iodium yang tertinggi, yaitu Na_2CO_3 1.5%. Jenis kation yang dianalisis adalah kadar besi (Fe), seng (Zn) dan mangan (Mn).

Kadar Fe, Zn dan Mn hasil penelitian ini memberikan nilai yang lebih kecil jika dibanding dengan sebelum dijernihkan dengan arang aktif (Tabel 4). Kualitas air yang telah dijernihkan dengan arang aktif menghasilkan penurunan kadar Fe sebesar 93.97%, kadar Mn sebesar 75% dan kadar Zn mencapai 100%. Diketahui bahwa kadar Fe air sumur semula sebesar 1.99 mg/l, nilai ini tidak memenuhi syarat sebagai air minum menurut Depkes (1990).

Setelah dijernihkan dengan arang aktif diperoleh kadar Fe yang lebih rendah yaitu sebesar 0.12 mg/l. Nilai yang diperoleh memenuhi standar sebagai air minum menurut Depkes (1990), yaitu maksimal mengandung kadar Fe sebesar 0.3.

Kadar Mn air sumur awal yaitu sebesar 0.32 mg/l, nilai ini tidak memenuhi syarat sebagai air minum berdasarkan Depkes (1990) yaitu maksimal mengandung Mn sebesar 0.1 mg/l. Setelah dijernihkan dengan arang aktif diperoleh kadar Mn yang memenuhi syarat sebagai air minum, yaitu sebesar 0.08 mg/l.

Untuk kadar Zn dari air sumur awal sebesar 0.015 mg/l telah memenuhi syarat air minum sesuai yang ditetapkan Depkes (1990). Setelah diberi perlakuan dengan arang aktif, kadar Zn yang dihasilkan memberikan nilai yang lebih baik yaitu dibawah limit deteksi alat (<LD).

Secara keseluruhan air sumur yang tercemar setelah dijernihkan dengan arang aktif Na_2CO_3 1.5% memberikan nilai yang memenuhi persyaratan sebagai air minum berdasarkan standar Depkes (1990).

Kesimpulan

1. Limbah kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dapat digunakan sebagai bahan arang aktif; dan bahan kimia Na_2CO_3 dan NaOH dapat digunakan sebagai aktivator untuk menghasilkan arang aktif yang memenuhi standar SNI 06-3730-95. Karakteristik arang aktif yang tidak memenuhi standar hanya pada daya serap terhadap benzena.
2. Nilai rendemen berkisar antara 54.12 ~ 64.41%, kadar air 3.32 ~ 8.48%, kadar zat mudah menguap 15.9 ~ 26.2%, kadar abu 3 ~ 13%, kadar karbon terikat 60.8 ~ 79.3%, daya serap terhadap benzena

- 11.64 ~ 14.48%, daya serap terhadap iodium 1196.41 ~ 1230.93 mg/g dan daya serap terhadap biru metilen 118.87 ~ 130.88 mg/g.
3. Jenis dan konsentrasi bahan kimia terbaik untuk pembuatan arang aktif pada penelitian ini adalah Na_2CO_3 1.5%.
 4. Arang aktif dengan perlakuan terbaik dapat digunakan sebagai bahan penjernih air sumur yang tercemar. Hasil arang aktif pada penelitian ini dapat menjernihkan air sumur yang keruh, menyerap warna, menghasilkan kadar besi (Fe) sebesar 0.12 mg/l, seng (Zn) lebih kecil dari limit deteksi (<LD) dan kadar mangan (Mn) sebesar 0.08 mg/l.
- Anonim. 2000. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Ekspor. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Pari, G. 1992. Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Sengon untuk Penjernih Air. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol.10. No.5 pp 141-149. Bogor.
- Pari, G. 1996. Kualitas Arang Aktif dari 5 Jenis Kayu. Buletin Penelitian Hasil Hutan. Vol.14. No.2 pp.60-68. Bogor.
- Pari, G.; D. Hendra. 1999. Pembuatan Arang Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. Buletin Penelitian Hasil Hutan. Vol.17. No.2 pp.113-122. Bogor.
- Pari, G.; T. Nurhayati; Hartono, 2000. Kemungkinan Pemanfaatan *Acacia mangium* Willd. untuk Permurnian Minyak Kelapa Sawit. Buletin Penelitian Hasil Hutan. Vol.18. No.1 pp.40-53. Bogor.
- Perrich, J.R. 1981. Activated Carbon Adsorption for Waste Water Treatment. CRC Press, Inc. Florida.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1990. Kadar Air Minum Sesuai Peraturan Menkes RI, No. 416/Menkes/Per/X/90. Departemen Kesehatan. Jakarta.
- Anonim. 1995. Mutu dan Cara Uji Arang Aktif Teknis. Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995. Dewan Standarisasi. Jakarta.
- Anonim. 1996. Arang Aktif untuk Air Minum. Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-4253-1996. Dewan Standarisasi. Jakarta.

Diterima (*accepted*) tanggal 28 Januari 2005

Rini Pujiarti dan J.P. Gentur Sutapa
 Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta
 (*Forest Product Technology Department, Faculty of Forestry UGM, Yogyakarta*)
 Jl.Agro, Bulaksumur, No.01. Yogyakarta
 Tel : (0274) 512102, 550541
 Fax : (0274) 550541
 E-mail : r_pujiarti@ugm.ac.id