

# KARAKTERISTIK ARANG AKTIF TEMPURUNG BIJI NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* Linn)

## (*The Properties of Activated Charcoal from Nyamplung Shell* (*Calophyllum inophyllum* Linn))

Oleh/By :

Santiyo Wibowo <sup>1)</sup>, Wasrin Syafii <sup>2)</sup> & Gustan Pari <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli, Kampus Kehutanan Terpadu Aek Nauli, Jl. Raya Parapat Km. 10,5 Sibaganding, Parapat 21174 Telp. (0625) 41653, Fax. (0625) 41659, Sumatera Utara, E-mail. Santiyowibowo1973@yahoo.co.id

<sup>2)</sup>Fakultas Kehutanan, IPB, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680 Tel. 62-251-620069, Fax 62-251-8626725, E-mail. wasrinsy@indo.net.id

<sup>3)</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor 16610 Telp. (0251) 8633378, Fax (0251) 8633413. E-mail. gustanp@yahoo.com

Diterima 4 Desember 2009, disetujui 29 Desember 2009

### ABSTRACT

*The waste of nyamplung shell could be converted to activated charcoal, it is a gaseous and liquid adsorbent. The purpose of this experiment was to investigate the characteristic of activated charcoal made from nyamplung shell. First, nyamplung shell was carbonized into charcoal, then activated by immersing in H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> solution of 0%, 5% and 10%, for 24 hours and heated in retort at two level of temperatures (700 and 800°C) and two level of duration time (60 and 120 minutes). The quality of activated charcoal were tested using SNI 06-3730-1995.*

*The optimum condition producing activated charcoal was soaking in H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10% at temperature 700°C for 120 minutes. The yield of activated charcoal at this condition was 52%, water content 8,25%, volatile matter 7,41%, ash content 4,27%, fixed carbon 88,32%, adsorptive capacity of iodine 839,11 mg/g and adsorptive capacity of benzene 13,65%.*

*Keywords: Nyamplung shell, activated charcoal, optimum condition*

### ABSTRAK

Limbah tempurung nyamplung dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif untuk bahan penyerap gas dan cairan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik arang aktif tempurung biji nyamplung. Tempurung nyamplung diarangkan, kemudian direndam dalam larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> pada konsentrasi 0%, 5% dan 10% selama 24 jam. Selanjutnya diaktivasi dalam retort pada suhu 700°C dan 800°C selama 60 dan 120 menit. Kualitas arang aktif tempurung nyamplung diuji menggunakan SNI 06-3730-1995.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas arang aktif tempurung nyamplung terbaik diperoleh pada aktivasi perendaman H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 10% pada temperatur 700°C selama 120 menit. Pada kondisi tersebut diperoleh rendemen sebesar 52%, kadar air 8,25%, kadar zat terbang 7,41%, kadar abu 4,27%, kadar karbon terikat 88,32%, daya serap iod 839,11 mg/g dan daya serap benzena 13,65%.

Kata kunci : Tempurung nyamplung, arang aktif, kondisi optimum

## 1. PENDAHULUAN

Sejalan dengan perkembangan industri di berbagai bidang, kebutuhan arang aktif juga semakin meningkat. Arang aktif diperlukan industri dalam proses produksi, baik industri pangan maupun non pangan. Kebutuhan arang aktif nasional cukup tinggi, lebih dari 200 ton per bulan atau 2.400 ton per tahun, dimana sebagian di antaranya masih diimpor untuk keperluan khusus seperti industri pengolahan emas dan farmasi (Fitriani, 2008). Bahan baku pembuatan arang aktif berasal dari bahan yang mengandung karbon baik organik maupun bahan anorganik. Beberapa di antaranya adalah kayu, limbah kayu, tempurung kelapa, batu bara dan limbah pertanian seperti kulit buah kopi, sabut buah coklat, sekam padi, jerami, tongkol dan pelepah jagung, bahkan bahan polimer seperti poliakrilonitril, rayon dan resin fenol (Asano *et al.* 1999).

Salah satu bahan baku yang dapat dikembangkan sebagai arang aktif adalah tempurung biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn) yang merupakan limbah dari pengolahan minyak nyamplung dan belum dimanfaatkan. Pengusahaan minyak nyamplung atau dikenal juga sebagai *tamanu oil*, sudah dilakukan di Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah dengan kapasitas produksi sekitar 300 kg/hari atau  $\pm$  100 liter/hari dan digunakan sebagai bahan campuran pembuatan genteng. Beberapa daerah bahkan sudah mulai menanam nyamplung dalam jumlah besar, seperti dilakukan Pemerintah Daerah Provinsi Papua yang telah menanam 15.000 batang bibit tanaman nyamplung (Anonim, 2008<sup>a</sup>), kemudian KPH Banyumas Barat menanam nyamplung seluas  $\pm$  1000 ha (Anonim, 2008<sup>b</sup>).

Dampak dari pengusahaan minyak biji nyamplung adalah limbah tempurung biji yang diperkirakan mencapai sekitar 30 - 40% dari buah nyamplung dan belum digali pemanfaatannya. Salah satu kemungkinan pemanfaatannya adalah dikonversi menjadi arang aktif sebagai bahan penjernih minyak. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi yang optimal dalam pembuatan arang aktif tempurung biji nyamplung dan mengidentifikasi karakteristik arang aktif tempurung biji nyamplung.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan Alat

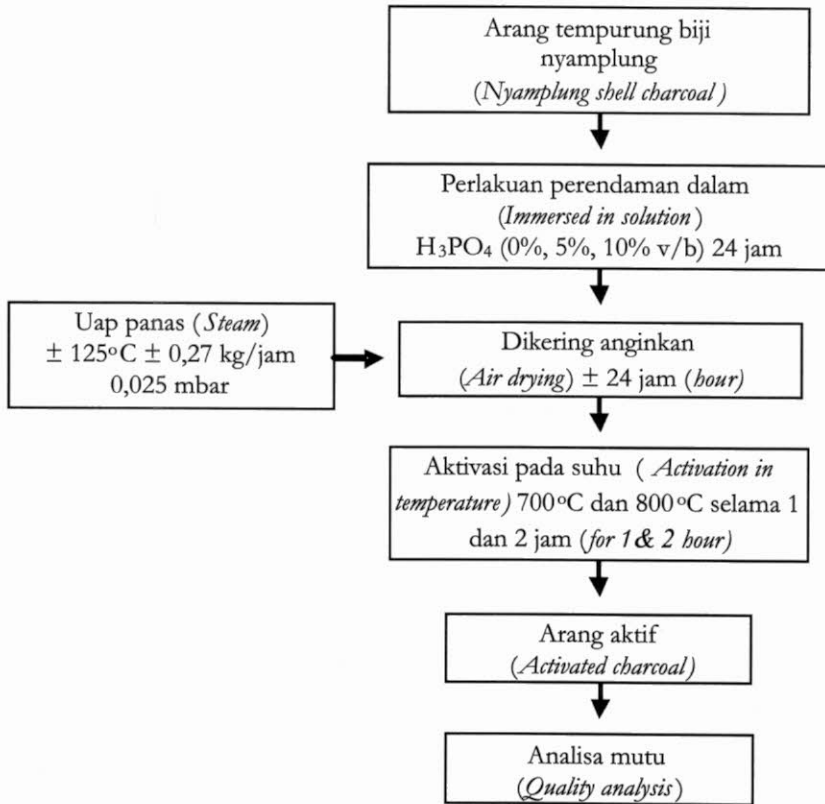
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung biji nyamplung yang diperoleh dari Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. Bahan kimia yang digunakan antara lain iodine, benzena,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , larutan kanji 1%, KOH,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan bahan kimia analisis lainnya. Alat yang digunakan adalah; reaktor pirolisis untuk pengarang, retort listrik untuk pembuatan arang aktif, timbangan analitik, oven dan peralatan gelas untuk analisa kimia.

### B. Metode Penelitian

Tempurung biji nyamplung yang sudah kering diarangkan dalam retort pirolisis listrik. Arang tempurung biji nyamplung kemudian diaktivasi dengan retort aktivasi. Sebelumnya arang direndam dalam asam fosfat teknis sesuai perlakuan yaitu 0%, 5% dan 10% (b/v). Kemudian arang diaktivasi pada suhu 700°C dan 800°C selama 60 dan 120 menit. Arang aktif

yang dihasilkan kemudian dianalisis meliputi rendemen, kadar air, zat terbang, abu, karbon terikat, daya jerap iodin dan benzena sesuai standar BSN (SNI 06-3730-1995).

Analisis data menggunakan rancangan acak lengkap dengan percobaan faktorial dan dilanjutkan dengan uji beda nyata Duncan (Sudjana, 1980).



Gambar 1. Bagan alir penelitian  
Figure 1. Flow diagram of the experiment

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Rendemen dan Mutu Arang Aktif

##### 1. Rendemen arang aktif

Rendemen arang aktif tempurung nyamplung berkisar antara 9,5 - 60,5% (Tabel 1). Rendemen tertinggi diperoleh pada arang yang diaktivasi dengan perendaman  $H_3PO_4$  10%, suhu 700°C, selama 60 menit ( $A_3S_1W_1$ ) yaitu sebesar 60,5% dan yang terendah adalah arang yang diaktivasi tanpa perendaman  $H_3PO_4$ , suhu 800°C selama 120 menit yaitu sebesar 9,5%.

Terdapat kecenderungan semakin tinggi suhu dan lama waktu aktivasi, rendemen semakin kecil. Hasil ini lebih rendah bila dibandingkan rendemen arang aktif dari tempurung kemiri yang berkisar antara 50,5-88,5% (Darmawan, 2008). Rendahnya rendemen yang dihasilkan disebabkan oleh reaksi kimia yang terjadi antara karbon yang terbentuk dengan uap air ( $H_2O$ ) semakin meningkat, sejalan dengan makin meningkatnya suhu dan lama aktivasi, sehingga karbon yang bereaksi menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$  juga semakin banyak dan sebaliknya karbon yang dihasilkan semakin sedikit (Lee *et al.* 2003). Penggunaan aktivator  $H_3PO_4$  berpengaruh nyata terhadap rendemen arang aktif. Menurut Hartoyo dan Pari (1993), bahan kimia yang ditambahkan dalam aktivasi arang aktif dapat memperlambat laju reaksi pada proses oksidasi. Dengan demikian selain berfungsi sebagai aktivator,  $H_3PO_4$  juga berfungsi sebagai pelindung arang dari suhu yang tinggi.

**Tabel 1. Mutu arang aktif tempurung nyamplung**  
*Table 1. Quality of activated charcoal from nyamplung shell*

Perlakuan (Treatment)	Rendemen (Yield) %	Kadar air (Moisture content) %	Zat terbang (Volatile matter) %	Kadar abu (Ash content) %	Karbon terikat (Fixed carbon) %	Daya serap (Adsorptive capacity)	
						Iod (Iodine) mg/g	Benzena (Benzene) %
A1S1W1	51,5	10,97	7,01	8,14	84,85	729,07	10,97
A1S1W2	22,5	11,39	8,41	8,30	83,29	728,24	11,97
A2S1W1	56	8,73	7,20	4,68	88,12	662,11	10,59
A2S1W2	51	7,72	6,45	4,32	89,23	787,83	13,07
A3S1W1	60,5	7,15	6,92	4,27	88,81	705,19	13,74
A3S1W2	52	8,25	7,41	4,27	88,32	839,11	13,65
A1S2W1	18	12,61	8,14	15,13	76,73	770,73	12,44
A1S2W2	9,5	8,02	9,19	17,32	73,48	774,13	9,29
A2S2W1	29,5	8,31	6,75	4,01	89,24	1034,03	14,49
A2S2W2	14	10,97	7,03	8,28	84,69	1038,03	18,57
A3S2W1	39,5	10,01	6,36	4,35	90,5	905,09	16,56
A3S2W2	19	9,57	6,42	6,37	87,21	805,01	19,12
SNI 06-3730-1995		<15	<25	<10	>65	>750	-

Keterangan (Remarks): A1 = Konsentrasi (Concentration)  $H_3PO_4$  0%; A2 = Konsentrasi (Concentration)  $H_3PO_4$  5%; A3 = Konsentrasi (Concentration)  $H_3PO_4$  10%; S1 = Suhu aktivasi (Activation temperature) 700°C; S2 = Suhu aktivasi (Activation temperature) 800°C; W1 = Waktu aktivasi 60 menit (Activation time in 60 minutes); W2 = Waktu aktivasi 120 menit (Activation time in 120 minutes).

Hasil analisis sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa faktor konsentrasi  $H_3PO_4$ , suhu, lama aktivasi dan interaksi antara  $H_3PO_4$  vs suhu vs waktu memberikan pengaruh yang nyata terhadap rendemen arang aktif tempurung nyamplung. Interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu,  $H_3PO_4$  vs waktu dan interaksi suhu vs waktu tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap rendemen arang aktif tempurung nyamplung.

Hasil uji Duncan (Tabel 3) terhadap pengaruh  $H_3PO_4$  menunjukkan bahwa pemberian  $H_3PO_4$  menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dari pada tanpa  $H_3PO_4$ . Akan tetapi tidak ada perbedaan yang nyata antara pemberian  $H_3PO_4$  5% dengan 10%. Faktor suhu menunjukkan bahwa suhu  $800^\circ C$  menghasilkan rendemen arang aktif yang lebih rendah dari pada  $700^\circ C$ . Demikian juga dengan waktu, semakin lama waktu aktivasi semakin rendah rendemen yang dihasilkan. Pada interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu vs waktu menunjukkan tidak semua interaksinya menyebabkan perbedaan rendemen yang nyata.

**Tabel 2. Sidik ragam kualitas arang aktif**

*Table 2. Analysis of variance of activated charcoal properties*

No.	Sifat ( <i>Properties</i> )	Perlakuan ( <i>Treatment</i> )	Kuadrat tengah ( <i>Mean square</i> )	F-hitung ( <i>F-calculated</i> )
1.	Rendemen ( <i>Yield</i> ), %	A	1275.250	21.68**
		B	4482.667	152.39**
		C	1261.500	42.88**
		AB	72.583	1.23
		AC	72.250	1.22
		BC	0.667	0.02
		ABC	336.583	5.72*
2.	Kadar air ( <i>Moisture content</i> ), %	A	9.053	1.41
		B	5.196	0.81
		C	0.409	0.06
		AB	4.318	0.67
		AC	4.328	0.67
		BC	1.690	0.26
		ABC	10.187	1.59
3.	Kadar zat terbang ( <i>Volatile matter</i> ), %	A	5.025	3.24*
		B	0.041	0.03
		C	1.073	0.69
		AB	1.507	0.97
		AC	1.112	0.72
		BC	0.011	0.01
		ABC	0.335	0.22

**Tabel 2. Lanjutan**  
*Table 2. Continued*

No.	Sifat ( <i>Properties</i> )	Perlakuan ( <i>Treatment</i> )	Kuadrat tengah ( <i>Mean square</i> )	F-hitung ( <i>F-calculated</i> )
4.	Kadar abu ( <i>Asb content</i> ), %	A	136.992	216.29**
		B	76.963	121.52**
		C	11.437	18.06**
		AB	29.497	46.57**
		AC	0.511	0.81
		BC	12.577	19.86**
		ABC	1.135	1.79
5.	Kadar karbon terikat ( <i>Fixed carbon</i> ), %	A	202.345	50.96**
		B	71.914	18.11**
		C	24.145	6.08*
		AB	47.414	11.94
		AC	0.257	0.07
		BC	17.163	4.32
		ABC	2.103	0.53
6.	Daya serap iod ( <i>Adsorptive capacity of iodine</i> ), mg/g	A	33765.931	19.75**
		B	127757.046	74.71**
		C	4585.697	2.68
		B	41708.109	24.39**
		AC	2190.513	1.28
		BC	20560.770	12.02**
		ABC	7096.009	4.15*
7.	Daya serap benzene ( <i>Adsorptive capacity of benzene</i> ), mg/g	A	37.178	3.99
		B	2.111	.23
		C	18.508	1.97
		AB	13.426	1.44
		AC	20.030	2.15
		BC	81.638	8.76*
		ABC	30.716	3.29*

Keterangan (*Remarks*): A =  $H_3PO_4$ ; B = Suhu aktivasi (*Activation temperature*); C = Waktu aktivasi (*Activation time*); AB = Interaksi antara  $H_3PO_4$  dengan suhu aktivasi (*Interaction between  $H_3PO_4$  and activation temperature*); AC = Interaksi antara  $H_3PO_4$  dengan waktu aktivasi (*Interaction between  $H_3PO_4$  and activation time*); BC = Interaksi antara suhu dengan waktu aktivasi (*Interaction between temperature and activation time*); ABC = Interaksi antara  $H_3PO_4$ , suhu dan waktu aktivasi (*Interaction between  $H_3PO_4$ , temperature and activation time*); \*\* = Sangat nyata (*Highly significant*); \* = Nyata (*Significant*)

**Tabel 3: Uji beda Duncan  
Table 3: Duncan test**

No.	Sifat (Properties)	Perlakuan (Treatment)	Perlakuan/ rata-rata/ uji beda (Treatment/ average/ significant test)											
1.	Rendemen (Yield), %	ABC	A3S1W1 60,5 A	A2S1W1 56 Ab	A3S1W2 52 abc	A1S1W1 51,5 abcd	A2S1W2 51 Abcde	A3S2W1 39,5 cdef	A2S2W1 29,5 fg	A1S1W2 22,5 gh	A3S2W2 19 gh	A1S2W1 18 gh	A2S2W2 14 gh	A1S2W2 9,5 gh
2.	Kadar abu (Ash content), %	BC	S2W2 10,66 A	S2W2 7,83 B	S1W1 5,69 C	S1W2 5,63 c								
3.	Kadar karbon terikat (Fixed carbon), %	AB	A3S2 88,86 A	A2S1 88,68 Ab	A3S1 88,67 Ab	A2S2 86,96 ab	A1S1 84,07 B	A1S2 75,11 c						
4.	Daya serap iod ( <i>Adsorptive capacity of iodine</i> ), mg/g	ABC	A2S2W2 1038,03 A	A2S2W1 1034,03 A	A3S2W1 903,09 B	A3S1W2 839,11 bc	A2S1W2 805,01 Cd	A1S2W2 787,67 cde	A1S2W1 774,13 cdef	A1S2W2 770,73 cdefg	A1S1W1 729,07 defgh	A1S1W2 728,24 defgh	A3S1W1 705,29 efgh	A2S1W1 662,11 h
5.	Daya serap benzena ( <i>Adsorptive capacity of benzene</i> ), mg/g	BC	S2W1 15,66 A	S1W2 14,5 A	S1W1 12,57 A	S2W2 10,22 a								

Keterangan (Remarks) : Huruf yang sama tidak berbeda nyata (Means with the same letter are not significantly different)  
 AB = Interaksi antara konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dengan suhu aktivasi (Interaction between concentration of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> with activation time)  
 BC = Interaksi antara suhu dengan waktu aktivasi (Interaction between temperature with activation time)  
 ABC = Interaksi antara konsentrasi H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, suhu dan waktu aktivasi (Interaction between concentration of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, temperature and activation time)

## 2. Kadar air

Kadar air arang aktif tempurung nyamplung berkisar antara 7,15 - 12,61% Nilai kadar air ini memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia (1995) karena kurang dari 15%. Kadar air terendah diperoleh pada arang aktif yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  10%, suhu  $700^\circ C$  selama 60 menit yaitu 7,15% dan yang tertinggi diperoleh pada arang aktif tanpa  $H_3PO_4$ , suhu  $800^\circ C$  dan lama aktivasi 60 menit yaitu sebesar 12,61%. Menurut Hendaway (2003), kadar air arang aktif dipengaruhi oleh sifat higroskopis arang aktif, jumlah uap air di udara, lama proses pendinginan, penggilingan dan pengayakan. Seperti diketahui bahwa preparasi sampel arang aktif berupa penghalusan dan pengayakannya dilakukan pada ruang terbuka.

Hasil analisis sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa faktor  $H_3PO_4$ , suhu, waktu, interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu,  $H_3PO_4$  vs waktu, suhu vs waktu dan interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu vs waktu memberikan pengaruh yang tidak nyata.

## 3. Kadar zat terbang

Kadar zat terbang arang aktif yang dihasilkan berkisar antara 6,36 - 9,19% (Tabel 1). Nilai kadar zat terbang arang aktif yang dihasilkan memenuhi persyaratan SNI-06-3730-1995 (BSN, 1995), karena kurang dari 25%. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa  $H_3PO_4$ , suhu, waktu dan interaksinya tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar zat terbang (Tabel 2). Kadar zat terbang terendah diperoleh pada perlakuan aktivasi  $H_3PO_4$  10%, suhu  $800^\circ C$  selama 60 menit dan yang tertinggi diperoleh pada perlakuan aktivasi  $H_3PO_4$  0%, suhu  $800^\circ C$  selama 120 menit. Kadar zat terbang yang tinggi menunjukkan bahwa permukaan arang aktif mengandung zat terbang yang berasal dari hasil interaksi antara karbon dengan uap air (Pari, 2004). Hal tersebut dapat mengurangi daya serapnya terhadap gas atau larutan.

Terdapat kecenderungan kadar zat terbang semakin meningkat dengan semakin meningkatnya suhu dan lama aktivasi. Sementara itu peningkatan konsentrasi  $H_3PO_4$  cenderung menurunkan kadar zat terbang. Hal ini menunjukkan bahwa residu-residu senyawa hidrokarbon yang menempel pada permukaan arang aktif sudah banyak yang terekstraksi dan pada saat proses aktivasi dengan uap  $H_2O$ , senyawa hidrokarbon yang tereduksi oleh  $H_3PO_4$  tersebut ikut terlepas. Salah satu fungsi bahan pengaktif asam fosfat adalah tidak menyebabkan residu hidrokarbon membentuk senyawa organik oksigen yang dapat bereaksi dengan kristalit karbon (Hassler, 1963 dalam Sudradjat dan Ani, 2002).

## 4. Kadar abu

Kadar abu arang aktif yang dihasilkan berkisar antara 4,01-17,32%. Nilai tersebut umumnya memenuhi persyaratan SNI-06-3730-1995 (BSN, 1995), karena kurang dari 10%, kecuali arang aktif hasil aktivasi  $H_3PO_4$  0%, suhu  $800^\circ C$ , 60 menit dan perlakuan aktivasi  $H_3PO_4$  0%, suhu  $800^\circ C$ , 120 menit (Tabel 1). Kadar abu terendah diperoleh pada perlakuan aktivator  $H_3PO_4$  5%, suhu  $800^\circ C$ , 60 menit dan kadar tertinggi diperoleh pada perlakuan aktivator  $H_3PO_4$  0%, suhu  $800^\circ C$ , selama 120 menit. Tingginya kadar abu ini disebabkan oleh adanya proses oksidasi terutama pada suhu tinggi (Sudradjat dan Ani, 2002; Pari, 2004).

Hasil sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa  $H_3PO_4$ , suhu, waktu dan interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu dan interaksi suhu vs waktu memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar



abu. Sedangkan interaksi  $H_3PO_4$  vs waktu dan interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu vs waktu tidak berbeda nyata.

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa pemberian  $H_3PO_4$  menghasilkan kadar abu yang lebih rendah bila dibandingkan tanpa pemberian  $H_3PO_4$ . Tetapi konsentrasi  $H_3PO_4$  5% tidak berbeda nyata dengan  $H_3PO_4$  10%. Demikian juga dengan suhu 800°C menghasilkan kadar abu yang lebih tinggi dari suhu 700°C. Sedangkan lama aktivasi antara 60 menit dan 120 menit tidak berbeda nyata. Tetapi interaksi suhu dan waktu menunjukkan bahwa pada suhu 800°C dengan lama 120 menit akan meningkatkan kadar abu dibandingkan suhu 800°C dengan lama 60 menit, sedangkan pada suhu 700°C, antara lama waktu 60 dan 120 menit tidak berbeda nyata.

## 5. Kadar karbon terikat

Kadar karbon terikat setelah aktivasi berkisar antara 73,48-90,49%. Nilai tersebut memenuhi persyaratan SNI-06-3730-1995 (BSN 1995), karena kadarnya lebih dari 65%. Kadar karbon tertinggi diperoleh pada perlakuan aktivasi  $H_3PO_4$  10%, suhu 800°C selama 60 menit dan terendah diperoleh pada perlakuan aktivasi  $H_3PO_4$  0%, suhu 800°C selama 60 menit. Terdapat kecenderungan dengan meningkatnya suhu dan lama aktivasi, kadar karbonnya semakin turun, tetapi semakin meningkatnya konsentrasi  $H_3PO_4$  kadar karbon arang aktif semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Sudradjat dan Ani (2002) bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan pengaktif  $H_3PO_4$  kadar karbon arang aktif yang dihasilkan akan semakin besar.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa kadar karbon dipengaruhi oleh  $H_3PO_4$ , suhu, waktu dan interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu, sedangkan interaksi  $H_3PO_4$  vs waktu dan interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu vs waktu tidak berpengaruh nyata (Tabel 2). Selanjutnya dari hasil uji beda Duncan (Tabel 3) menunjukkan bahwa kadar karbon yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$  5% dan 10% tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan tanpa  $H_3PO_4$ . Kemudian uji Duncan terhadap suhu dan waktu menunjukkan tidak ada perbedaan antara suhu 700°C dengan 800°C dan waktu 60 menit dengan 120 menit. Sementara itu interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu menunjukkan bahwa interaksi  $H_3PO_4$  0% dan suhu 800°C menghasilkan karbon terikat berbeda dengan aktivator vs suhu lainnya.

## 6. Daya serap terhadap iodium

Daya serap arang aktif terhadap iodium berkisar antara 662,11-1038,03 mg/g. Secara umum nilai tersebut sudah memenuhi SNI-06-3730-1995 (BSN, 1995), karena lebih dari 750 mg/g, kecuali pada beberapa perlakuan (Tabel 1). Daya serap iodium tertinggi diperoleh pada perlakuan aktivasi  $H_3PO_4$  5%, suhu 800°C selama 120 menit dan terendah diperoleh pada perlakuan aktivasi  $H_3PO_4$  5%, suhu 700°C selama 60 menit. Besarnya daya serap iodin berkaitan dengan terbentuknya pori pada arang aktif yang semakin banyak (Pari, 2004).

Hasil analisis sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa  $H_3PO_4$ , suhu, interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu, interaksi suhu vs waktu dan interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu vs waktu berpengaruh nyata, sedangkan waktu dan interaksi  $H_3PO_4$  vs waktu tidak berbeda nyata. Selanjutnya hasil uji Duncan (Table 3) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi  $H_3PO_4$  5% tidak berbeda nyata

dengan 10%, tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi 0%. Peningkatan konsentrasi  $H_3PO_4$  sampai 5% dapat meningkatkan daya serap iod, tapi kemudian menurun pada konsentrasi 10% terutama pada suhu  $800^\circ C$ . Hal ini diduga disebabkan pada konsentrasi 10% dan suhu  $800^\circ C$ , terbentuk lebih banyak oksida logam hasil interaksi  $H_3PO_4$  dengan tungku aktivasi, sehingga menutupi pori-pori arang aktif.

## 7. Daya serap terhadap benzena

Besarnya daya serap arang aktif terhadap benzena berkisar antara 10,59 - 19,12%. Nilai tersebut tidak ada yang memenuhi persyaratan SNI-06-3730-1995 (BSN, 1995), karena nilainya kurang dari 25%.

Hasil analisis sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa suhu, waktu, interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu,  $H_3PO_4$  vs waktu dan interaksi  $H_3PO_4$  vs suhu vs waktu, memberikan hasil yang tidak nyata, sedangkan faktor  $H_3PO_4$  dan interaksi suhu-waktu memberikan hasil yang berbeda nyata. Selanjutnya hasil uji Duncan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara  $H_3PO_4$  0%, 5% dan 10%. Demikian juga dengan perlakuan suhu-waktu, memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap daya serap benzena. Walaupun demikian terdapat kecenderungan dengan meningkatnya konsentrasi  $H_3PO_4$ , serta meningkatnya suhu dan lama aktivasi akan meningkatkan daya serap benzena.

Benzena digunakan untuk menguji sifat kepolaran arang aktif, dimana benzena lebih bersifat non polar (Pari, 2004). Rendahnya daya serap benzena mengindikasikan bahwa arang aktif tempurung nyamplung yang dihasilkan lebih cenderung bersifat polar. Polaritas arang aktif dapat disebabkan oleh proses aktivasi menggunakan bahan kimia  $H_3PO_4$ . Asam fosfat akan menghasilkan bahan terdekomposisi berupa  $P_2O_5$  yang menempel dan terikat pada permukaan arang aktif sehingga akan bersifat lebih polar (Pari *et al.* 2006).

## B. Kondisi Optimum Pembuatan Arang Aktif

Menurut Hartoyo *et al.* (1990), kondisi optimum didefinisikan sebagai perlakuan yang dapat memberikan hasil arang aktif terbaik yang didasarkan pada rendemen dan daya serap iodium atau disebut total bilangan iodin (*total iodine index*). Total bilangan iodin (mg/g) merupakan perkalian rendemen (%) dengan daya serap iodium (mg/g). Dari hasil perhitungan total bilangan iodin (Tabel 4) menunjukkan bahwa kondisi optimum pembuatan arang aktif dari tempurung biji nyamplung adalah arang aktif yang dibuat pada aktivasi 10%  $H_3PO_4$ , suhu  $700^\circ C$  selama 120 menit dengan total bilangan iodin sebesar 436,335 mg/g. Selain itu dari hasil analisis terhadap sifat fisika-kimia, semua parameternya memenuhi persyaratan SNI-06-3730-1995 (BSN, 1995).

**Tabel 4. Hasil perhitungan total bilangan iodin arang aktif**  
**Table 4. The result of total iodine index calculation of activated charcoal**

Perlakuan (Treatment)	Rendemen (Yield), %	Daya serap iod (Adsorptive capacity of iodine) mg/g	Total bilangan iodin (Total iodine index) mg/g
A1S1W1	51,5	729,07	375,471
A1S1W2	22,5	728,24	163,854
A2S1W1	56	662,11	370,781
A2S1W2	51	787,83	409,669
A3S1W1	60,5	705,19	426,645
A3S1W2	52	839,11	<b>436,335</b>
A1S2W1	18	770,73	138,731
A1S2W2	9,5	774,13	73,543
A2S2W1	29,5	1034,03	305,037
A2S2W2	14	1060,79	148,512
A3S2W1	39,5	905,09	357,513
A3S2W2	19	805,01	152,952

Keterangan (Remarks): A1 = Konsentrasi (Concentration)  $H_3PO_4$  0%; A2 = Konsentrasi (Concentration)  $H_3PO_4$  5%; A3 = Konsentrasi (Concentration)  $H_3PO_4$  10%; S1 = Suhu aktivasi (Activation temperature) 700°C; S2 = Suhu aktivasi (Activation temperature) 800°C; W1 = Waktu aktivasi 60 menit (Activation time in 60 minutes); W2 = Waktu aktivasi 120 menit (Activation time in 120 minutes)

#### IV. KESIMPULAN

Kualitas arang aktif tempurung biji nyamplung yang terbaik sebagai bahan adsorben diperoleh dari perlakuan perendaman asam fosfat 10% dan diaktivasi pada suhu 700°C selama 120 menit. Pada kondisi tersebut diperoleh rendemen sebesar 52%, kadar air 8,25%, kadar zat terbang 7,41%, kadar abu 4,27%, kadar karbon terikat 88,32%, daya serap iod 839,11 mg/g dan daya serap benzena 13,65%. Parameter tersebut memenuhi persyaratan SNI-06-3730-1995.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008<sup>a</sup>. Gubernur, Bupati dan Presdir PT FI Tanam Pohon. Radar Timika Online. Website : <http://www.radartimika.com/article/Utama/7313/>. [19 Juni 2008].
- . 2008<sup>b</sup>. Tanam Nyamplung  $\pm 1.000$  Ha di tahun 2008. Website: [http://www.kphbanyumasbarat.perumperhutani.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=45&Itemid=2](http://www.kphbanyumasbarat.perumperhutani.com/index.php?option=com_content&task=view&id=45&Itemid=2). [07 Agustus 2008].
- Asano, N., J. Nishimura, K. Nishimiya, T. Hata, Y. Imamura, S. Ishihara, and B. Tomita. 1999. Formaldehyde reduction in indoor environments by wood charcoals. Wood Researchs No.86. Kyoto University. Japan.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1995. Arang aktif teknis. Jakarta: BSN. (SNI 06-3730-95). Jakarta.
- Darmawan, S. 2008. Sifat arang aktif tempurung kemiri dan pemanfaatannya sebagai penyerap emisi formaldehida papan serat berkerapatan sedang. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fitriani, V. 2008. Karbon aktif tempurung kelapa. Website: <http://karbonaktif.blogspot.com>. [4 April 2009].
- Hartoyo, Hudaya, dan N. Fadli. 1990. Pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa dan kayu bakau dengan cara aktivasi uap. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 8 (1): 8-16. P3THH. Bogor.
- Hartoyo dan G. Pari. 1993. Peningkatan rendemen dan daya serap arang aktif dengan cara kimia dosis rendah dan gasifikasi. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 11 (5): 205-208. P3THH. Bogor.
- Hendaway, ANA. 2003. Influence of HNO<sub>3</sub> oxidation on the structure and adsorptive properties of corncob-based activated carbon. Carbon 41:713-722. Elsevier. UK.
- Lee, Y.S., Y.V.Basova, D.D. Edie, L.K. Reid, S.R. Newcombe, and S.K. Ryu. 2003. Preparation and characterization of trilobal activated carbon fibers. Carbon 38: 2573-2584. Elsevier. UK.
- Pari, G. 2004. Kajian struktur arang aktif dari serbuk gergaji kayu sebagai adsorben formaldehida kayu lapis. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pari, G., D. Hendra, dan R.A. Pasaribu. 2006. Pengaruh lama waktu aktivasi dan konsentrasi asam fosfat terhadap mutu arang aktif kulit kayu *Acacia mangium*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 24(1):33-46. P3HH. Bogor.
- Sudjana. 1980. *Disain dan Analisis Eksperimen*. Tarsito. Bandung
- Sudradjat, R. dan S. Soleh. 1994. Petunjuk teknis pembuatan arang aktif. Pusat Litbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Sudradjat, R. dan S. Ani. 2002. Pembuatan dan pemanfaatan arang aktif dari ampas daun teh. Buletin Penelitian Hasil Hutan. 20 (1): 1 - 11. P3HH. Bogor.