SIFAT ARANG AKTIF DARI TEMPURUNG KEMIRI

(The Properties of Activated Charcoal from Candle Nut Shell)

Oleh / By :

Djeni Hendra¹⁾ & Saptadi Darmawan²⁾

ABSTRACT

Candle nut (Aleurites moluccana) has long been used and categorised as a commodity due to its varying uses. However, among the candle nut parts, i.e. candle nut shells are still regarded as wastes, with limited uses as road pavement and house floor. Candle nut shells actually can offer a favorable prospect for activated charcoal manufacture, as experimentally examined in this study.

Candle nut shells were at first carbonized into charcoal in used oil drum (after being modified) with 200-liter batch capacity. Afterwards, the resulting charcoal was activated by immersion in H_3PO_4 solution at three concentrations, i.e. 2.5%, 5.0%, and 7.5%, for 24 hours, and then heated in a retort to reach maximum temperatures at 750 °C and 800 °C. A super heated water steam flowing at 1.2 - 2.5 ml/minute, with pressure time of 60 and 90 minutes, respectively.

The resulting activated charcoal produced in this experiment using super heated 2.5%, 5% and 7.5% H_3PO_4 solution, with flowing steam for 90 minutes afforded ion adsorption above the SNI's standard (750 mg/g), except for the one heated at 750 °C and immersed in 7.5% H_3PO_4 solution. The optimum condition, however was achieved at temperature of 750 °C using H_3PO_4 concentration of 2.5% and activation time 90 minutes.

Keywords : Candle nut shells, activated charcoal, H_3PO_4 immersion, adsorption.

ABSTRAK

Kemiri merupakan hasil hutan bukan kayu (HHBK) potensial dengan beragam kegunaan, diantaranya yang belum banyak disentuh adalah pemanfaatan tempurung kemiri. Pada umumnya masyarakat menjadikan tempurung kemiri sebagai limbah dan hanya sebagian kecil saja yang memanfaatkannya sebagai pengeras jalan dan lantai rumah. Tempurung kemiri sebenarnya mempunyai prospek sebagai bahan baku pada pembuatan arang aktif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat dan kualitas arang aktif dari tempurung kemiri.

Tempurung kemiri dibuat arang menggunakan tungku dari drum bekas pakai kapasitas 200 liter yang dimodifikasi, kemudian arang yang dihasilkan direndam dalam larutan H_3PO_4 pada konsentrasi 2,5%, 5,0% dan 7,5% selama 24 jam. Selanjutnya di-panaskan dalam retort pada suhu 750 °C dan 800 °C. Apabila suhu telah dicapai maka dialirkan uap air panas selama 60 dan 90 menit pada tekanan 4 bar dengan laju alir 1,5 - 2,5 ml/menit yang sebelumnya melewati ruang pemanas pada suhu 400 °C.

Arang yang direndam dengan menggunakan larutan H_3PO_4 2,5%, 5% dan 7,5%, pada suhu 750 °C dan 800 °C yang dialiri uap air panas selama 90 menit telah menghasilkan daya serap terhadap

¹⁾ Peneliti pada Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.

²⁾ Peneliti pada Balai Penelitian Kehutanan Mataram.

yodium di atas 750 mg/g (SNI), kecuali pada suhu 750 °C yang direndam dalam larutan H_3PO_4 7,5%. Kondisi optimum pembuatan arang aktif dihasilkan pada suhu 750 °C, direndam dalam larutan H_3PO_4 2,5% dengan waktu aktivasi selama 90 menit.

Kata kunci : Tempurung kemiri, arang aktif, asam fosfat, daya serap.

I. PENDAHULUAN

Jenis pohon penghasil produk HHBK di Nusa Tenggara yang potensial dan telah banyak dibudidayakan serta dimanfaatkan oleh masyarakat diantaranya adalah kesambi, kemiri, kapuk dan asam. Potensi kemiri khususnya di Nusa Tenggara Timur tersebar hampir diseluruh kabupaten dengan produksi pada tahun 2001 dan 2002 berturut-turut sebesar 15.463,87 ton dan 14.625,07 ton. Keadaan ini memperlihatkan bahwa peranan komoditi kemiri cukup besar bagi masyarakat dan lingkungan karena pohon kemiri banyak ditanam dan tumbuh pada tanah-tanah marginal dengan kondisi topografi yang terjal.

Pohon kemiri merupakan jenis pohon serbaguna, hampir seluruh bagiannya dapat dimanfaatkan dengan produk utama kemiri isi. Pohon kemiri (*Aleurites mollucana* L, Willd) merupakan jenis yang mudah ditanam, cepat tumbuh dan tidak begitu banyak menuntut persyaratan tempat tumbuh (Sunanto,1994) dan berdasarkan pengelompokannya kemiri termasuk dalam minyak lemak (Kateren, 1986).

Limbah yang dihasilkan dari proses pemecahan biji kemiri berupa tempurung kemiri selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Berat tempurung kemiri mencapai dua per tiga dari berat biji kemiri utuh dan yang sepertiganya adalah inti (karnel) dari buah kemiri. Limbah ini tentunya akan sangat berpotensi bagi masyarakat apabila dimanfaatkan menjadi produk yang mempunyai nilai jual, di antaranya adalah sebagai produk arang aktif.

Proses pengaktifan arang menjadi arang aktif dapat dilakukan dengan beberapa cara, dimana pada prinsipnya adalah untuk menghilangkan atau mengeluarkan kotoran-kotoran yang terdapat pada permukaan arang. Aktivasi arang umumnya dilakukan dengan mengalirkan uap/gas seperti uap air, gas nitrogen, gas CO_2 . Sebelum diaktivasi, dapat dilakukan perendaman terhadap arang menggunakan H_3PO_4 , NH_4HCO_3 , KOH, NaOH yang berfungsi untuk meningkatkan kualitas arang aktif yang dihasilkan (Sudrajat, 2005; Pari, 2005; Bonelli, 2001; Bonsade, 2003; dan Guo, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat arang aktif tempurung kemiri yang dihasilkan dari beberapa perlakuan konsentrasi asam fosfat, suhu dan lama waktu aktivasi dengan uap air panas.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Limbah tempurung kemiri yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Mataram, Nusa Tenggara Barat. Beberapa bahan kimia yang digunakan adalah asam fosfat, kalium iodida, natrium tiosulfat, yodium, benzene, formaldehida dan kloroform. Sedangkan

peralatan yang digunakan antara lain: tungku dari drum yang dimodifikasi, tanur untuk menentukan kadar air, abu, karbon terikat dan zat terbang, dan *retort* aktivasi kapasitas 3 kg arang.

B. Metode Penelitian

1. Pembuatan arang aktif dari tempurung kemiri

Limbah tempurung kemiri terlebih dahulu dibuat arang dengan menggunakan tungku drum yang dimodifikasi, yang terbuat dari drum bekas pakai volume 200 liter (Gambar 1). Arang yang dihasilkan kemudian direndam dalam larutan H_3PO_4 pada konsentrasi 2,5%, 5,0% dan 7,5% selama 24 jam, kemudian ditiriskan hingga tidak ada tetesan. Arang dimasukkan ke dalam *retort* (kapasitas 3 kg arang) dan dipanaskan pada suhu 750 °C dan 800 °C. Apabila telah mencapai suhu yang ditetapkan kemudian dialirkan uap air panas dari *steam boiler*, masing-masing selama 60 dan 90 menit pada tekanan 4 bar dengan laju alir 1,5 - 2,5 ml/menit, yang sebelumnya melewati ruang pemanas pada suhu 400 °C. Alur proses pembuatan arang aktif dapat dilihat pada Gambar 2.

2. Pengujian kualitas arang aktif

Arang aktif yang dihasilkan diuji kualitasnya berdasarkan Standar Nasional Indonesia (Anonim, 1995) yang meliputi penetapan rendemen dan daya serap terhadap larutan yodium. Selain sifat tersebut diamati juga kemampuan arang aktif dalam menyerap uap benzena, khloroform dan formaldehida dengan cara menyimpan arang aktif ke dalam desikator yang telah dijenuhkan oleh uap tersebut selama 24 jam.

Analisis data menggunakan metode rancangan acak lengkap faktorial dan dilanjutkan dengan uji beda nyata Duncan (Sudjana, 1982).

Gambar 1. Tungku arang dari drum oli yang modifikasi
Figure 1. Charcoal kiln made from modified oil drum

Gambar 2. Sketsa alir proses pembuatan arang aktif
Figure 2. Flow diagram of activated charcoal manufacture

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rendemen Arang Aktif

Rendemen arang aktif tempurung kemiri yang dibuat pada penelitian ini berkisar antara 47,50 - 70,80% (Tabel 1). Rendemen terendah (47,50%) dihasilkan oleh arang tempurung kemiri yang direndam H_3PO_4 2,5% pada perlakuan pemanasan 800 °C, dengan waktu aktivasi selama 90 menit, sedangkan rendemen tertinggi (70,80%) dihasilkan oleh arang yang tidak direndam H_3PO_4 , pada perlakuan pemanasan 750 °C, dengan waktu aktivasi selama 60 menit. Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 2), keseluruhan perlakuan yang diterapkan ternyata memberikan pengaruh yang nyata terhadap rendemen yang dihasilkan.

Berdasarkan nilai rata-rata secara keseluruhan maka rendemen arang aktif tanpa dilakukan perendaman dalam H_3PO_4 adalah yang tertinggi (70,15%) dan terus menurun pada konsentrasi H_3PO_4 2,5% (22,20%) dan H_3PO_4 5,0% (50,45%). Penurunan terjadi karena adanya reaksi lebih lanjut pada arang yang menyebabkan keluarnya kotoran dari pori arang

saat arang diaktivasi dengan uap air panas. Selanjutnya perendaman dengan H_3PO_4 7,5% justru menghasilkan rendemen yang lebih baik dari perlakuan perendaman lainnya yaitu 57,78%. Kejadian ini dimungkinkan masuknya asam fosfat dalam jumlah cukup besar yang justru menghalangi proses pembersihan pori-pori saat diaktifkan sehingga massanya tidak berkurang banyak. Peningkatan suhu pemanasan dari 750°C menjadi 800°C dan lama waktu aktivasi dari 60 menit menjadi 90 menit menyebabkan terjadinya penurunan rendemen arang aktif dari 59,96% menjadi 56,83% dan dari 59,65% menjadi 57,14%. Rendahnya rendemen pada pembuatan arang aktif ini, disebabkan oleh senyawa karbon yang terbentuk dari hasil penguraian selulosa dan lignin mengalami reaksi pemurnian dengan uap air yang bertujuan untuk menghilangkan senyawa non karbon yang melekat pada permukaan arang. Namun demikian karena reaksi yang terjadi secara radikal maka atom C yang terbentuk akan bereaksi kembali dengan atom O dan H membentuk CO , CO_2 , CH_4 , sehingga rendemen arang aktif yang dihasilkan akan lebih rendah.

Apabila dibandingkan dengan rendemen arang aktif yang menggunakan bahan baku tempurung kelapa dan serbuk kayu (Sudrajat dan Pari, 2002) yaitu masing-masing sebesar 50,55 - 52,22% dan 36,75 - 42,79% maka rendemen hasil penelitian ini lebih baik (47,50 - 70,80%).

Tabel 1. Sifat arang aktif tempurung kemiri
Table 1. Properties of activated charcoal from candle nut shell

No.	Perlakuan, (treatment)			Daya serap yodium, (Adsorptive capacity of iodine) (mg/g)	Daya serap Benzena (Adsorptive capacity of benzene), %	Daya serap formaldehida (Adsorptive capacity of formaldehyde), %	Daya serap Kloroform (Adsorptive capacity of chloroform), %	Rendemen (Yield), %
	Suhu, (Temperature) $^\circ\text{C}$	Konsentrasi (Concentration), %	Waktu, (Time), menit (minute)					
1	750	0,0	60	154,1	6,78	16,55	9,87	70,80
2	750	0,0	90	192,7	7,16	18,53	10,35	69,80
3	750	2,5	60	630,5	15,14	18,63	21,58	65,00
4	750	2,5	90	907,0	19,17	25,53	27,72	57,60
5	750	5,0	60	678,4	14,90	22,89	24,61	53,70
6	750	5,0	90	802,8	15,47	29,09	29,01	49,90
7	750	7,5	60	717,8	16,85	25,35	24,38	57,20
8	750	7,5	90	733,2	16,62	28,91	24,16	55,70
9	800	0,0	60	143,5	8,92	15,64	9,98	69,50
10	800	0,0	90	236,1	11,57	19,53	12,76	70,50
11	800	2,5	60	698,5	16,39	26,03	23,81	50,70
12	800	2,5	90	838,8	20,50	32,34	30,66	47,50
13	800	5,0	60	834,7	19,40	30,47	28,79	49,70
14	800	5,0	90	838,3	19,24	28,22	29,73	48,50
15	800	7,5	60	457,1	11,81	12,56	19,15	60,60
16	800	7,5	90	857,6	19,75	25,67	27,8	57,60
SNI (Indonesian National Standard) (SNI 06-3730-95)				750,0	25,00	-	-	65

Tabel 2. Analisis sidik ragam arang aktif dari tempurung kemiri**Table 2. Analysis of variances on the activated charcoals from candle nut shell**

No.	Sumber (Source)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Jumlah kuadrat tengah (Mean square)	F hitung (F calculated)
1	Daya serap (<i>Adsorptive capacity of</i>) benzena,			
	- Konsentrasi (<i>Concentration</i>) H_3PO_4	442,9048	147,6349	66,19**
	- Suhu (<i>Temperature</i>)	30,0119	30,0119	13,45**
	- Konsentrasi x suhu (<i>Concentration vs temperature</i>)	30,8294	10,2704	4,01*
	- Waktu (<i>Time</i>)	46,5371	46,5371	20,86**
	- Konsentrasi x waktu (<i>Concentration vs time</i>)	20,9912	6,9971	3,14
	- Suhu x waktu (<i>Temperature vs time</i>)	11,9927	11,9928	5,38*
	- Konsentrasi x suhu x waktu (<i>Concentration vs temperature vs time</i>)	24,2242	8,0747	3,62
2	Daya serap (<i>Adsorptive capacity of</i>) formaldehyde			
	- Konsentrasi (<i>Concentration</i>) H_3PO_4	458,4958	152,8320	24.115,49**
	- Suhu (<i>Temperature</i>)	3,1001	3,1001	489,16**
	- Konsentrasi x suhu (<i>Concentration vs temperature</i>)	248,8586	82,9586	13.089,21**
	- Waktu (<i>Time</i>)	197,0113	197,0113	31.086,59**
	- Konsentrasi x waktu (<i>Concentration vs time</i>)	54,2150	18,0717	2.851,54**
	- Suhu x waktu (<i>Temperature vs time</i>)	0,7321	0,7321	115,51**
	- Konsentrasi x suhu x waktu (<i>Concentration vs temperature vs time</i>)	82,5686	27,5229	4.342,86**
3	Daya serap (<i>Adsorptive capacity of</i>) Iodium			
	- Konsentrasi (<i>Concentration</i>) H_3PO_4	1.977.589,9138	659.196,6379	7.437,52**
	- Suhu (<i>Temperature</i>)	970,2013	970,2013	10,95**
	- Konsentrasi x suhu (<i>Concentration vs temperature</i>)	27.250,2038	9.083,4013	102,49**
	- Waktu (<i>Time</i>)	149.030,7013	149.030,7013	1.681,47**
	- Konsentrasi x waktu (<i>Concentration vs time</i>)	41.115,5438	13.705,1813	154,63**
	- Suhu x waktu (<i>Temperature vs time</i>)	4.145,0513	4,145,0513	46,77**
	- Konsentrasi x suhu x waktu (<i>Concentration vs temperature vs time</i>)	88.035,4938	29.345,1646	331,09**
4	Daya serap (<i>Adsorptive capacity of</i>) chloroform,			
	- Konsentrasi (<i>Concentration</i>) H_3PO_4 ,	1.457,3709	485,7903	45.614,11**
	- Suhu (<i>Temperature</i>)	15,1250	15,1250	1.420,19**
	- Konsentrasi x suhu (<i>Concentration vs temperature</i>)	14,6837	4,8946	459,58**
	- Waktu (<i>time</i>)	112,6501	112,6501	10.577,47**
	- Konsentrasi x waktu (<i>Concentration vs time</i>)	26,8241	8,9414	839,56**
	- Suhu x waktu (<i>Temperature vs time</i>)	8,8621	8,8621	832,12**
	- Konsentrasi x suhu x waktu (<i>Concentration vs temperature vs time</i>)	39,3593	13,1198	1.231,90**
5	Rendemen (<i>Yield</i>)			
	- Konsentrasi (<i>Concentration</i>) H_3PO_4	1.695,1638	565,0546	1.516,93**
	- Suhu (<i>Temperature</i>)	78,7513	78,7513	211,41**
	- Konsentrasi x suhu (<i>Concentration vs temperature</i>)	247,7338	82,5780	221,69**
	- Waktu (<i>Time</i>)	50,5013	50,5013	135,57**
	- Konsentrasi x waktu (<i>Concentration vs time</i>)	28,30380	9,4346	25,33**
	- Suhu x waktu (<i>Temperature vs time</i>)	0,0013	0,0013	17,00**
	- Konsentrasi x suhu x waktu (<i>Concentration vs temperature vs time</i>)	8,6638	2,8879	7,75**

B. Daya Serap Terhadap Yodium

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa daya serap arang aktif terhadap yodium berkisar antara 143,5 - 907,0 mg/g. Daya serap tertinggi dihasilkan dari arang tempurung kemiri yang direndam H_3PO_4 2,5% pada perlakuan pemanasan 750°C dengan waktu aktivasi selama 90 menit sebesar 907,0 mg/g, sedangkan terendah dihasilkan dari arang tempurung kemiri yang tidak direndam dengan larutan H_3PO_4 pada perlakuan pemanasan 800°C dengan waktu aktivasi selama 60 menit sebesar 143,5 mg/g. Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 2), interaksi dari tiga perlakuan yang diberikan menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap daya serap yodium dan hasil uji nyata Duncan diperlihatkan pada Tabel 3.

Perendaman menggunakan larutan H_3PO_4 teknis dengan konsentrasi rendah dapat meningkatkan daya serap terhadap yodium. Meningkatnya daya serap arang aktif terhadap yodium ini menunjukkan bahwa proses oksidasi dan reduksi antara senyawa hidrokarbon dengan asam fosfat melalui efek interkalasi yaitu terserapnya anion dari asam fosfat di antara pelat-pelat heksagonal dalam struktur karbon sehingga menyebabkan terdorongnya residu-residu hidrokarbon yang berada di antara pelat-pelat heksagonal dari kristalit yang dengan sendirinya akan meningkatkan pembentukan permukaan pori arang aktif (Hendra, 2006).

Berdasarkan nilai rata-rata secara keseluruhan maka daya serap terhadap yodium cenderung semakin tinggi dengan bertambahnya konsentrasi H_3PO_4 mulai dari 0% (181,60 mg/g), 2,5% (768,70 mg/g) hingga 5% (788,55 mg/g) sebagai akibat dari semakin terbukanya pori-pori arang aktif. Konsentrasi H_3PO_4 yang semakin tinggi yaitu pada 7,5% justru menurunkan daya serap terhadap yodiumnya (691,43 mg/g). Hal tersebut dimungkinkan karena besarnya H_3PO_4 yang diberikan sehingga saat dipanaskan dan diaktifkan sedikit mengganggu proses pembukaan pori-pori. Keadaan tersebut juga ditunjukkan oleh tingginya rendemen. Bertambah tinggi suhu pemanasan dari 750°C menjadi 800°C dan meningkatnya waktu aktivasi dari 60 menit menjadi 90 menit ternyata menyebabkan terbukanya pori-pori arang aktif dengan lebih baik yang ditunjukkan dengan meningkatnya daya serap terhadap yodium dari 602,06 mg/g menjadi 613,07 mg/g dan dari 539,33 mg/g menjadi 675,81 mg/g.

Besarnya daya serap arang aktif terhadap yodium menggambarkan semakin banyaknya struktur mikropori yang terbentuk dan memberikan gambaran terhadap besarnya diameter pori yang dapat dimasuki oleh molekul yang ukurannya tidak lebih besar dari 10 Angstrom (Smisek dan Cerny, 1970).

Arang tempurung kemiri yang direndam dengan asam fosfat yang kemudian dipanaskan dengan waktu aktivasi uap air selama 90 menit, arang aktif yang dihasilkan sebagian besar telah memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu di atas 750 mg/g. Besarnya daya serap arang aktif tempurung kemiri terhadap yodium, relatif sama dengan arang aktif tempurung kelapa yang berkisar antara 733,1 - 881,80 mg/g (Sudrajat dan Pari, 2002).

Tabel 3. Uji Beda Duncan
Table 3. Duncan Test

No.	Parameter	Perlakuan / rata-rata / uji beda (Treatment / average / significant test)																
1.	Daya serap benzena (Adsorptive capacity of C_6H_6)	12 20,50 a	16 19,75 a	13 19,40 a	14 19,25 a	4 19,17 a	7 16,85 ab	8 16,62 ab	11 16,39 ab	6 15,47 ab	3 15,14 ab	5 14,9 ab	15 11,81 bc	10 11,57 bc	9 6,92 c	2 7,16 c	1 6,78 c	
2.	Daya serap formaldehid (Adsorptive capacity of formaldehyde)	12 32,34 a	13 30,47 b	6 29,09 c	8 28,91 c	14 28,22 d	11 26,03 e	16 25,67 f	4 25,53 fg	7 25,35 g	5 22,89 h	10 19,53 i	3 18,63 j	2 18,53 j	1 16,55 k	9 15,64 l	15 12,56 m	
3.	Daya serap Iodium (Adsorptive capacity of I_2)	4 907,0 a	16 857,6 b	12 838,8 bc	14 838,3 bc	13 834,7 bc	6 802,8 c	8 733,2 d	7 717,8 d	11 698,5 de	5 678,4 e	3 630,5 f	15 457,1 g	10 236,1 h	2 192,7 i	1 154,1 j	9 143,5 j	
4.	Daya serap kloroform (Adsorptive capacity of $CHCl_3$)	12 30,66 a	14 29,73 b	6 29,01 c	13 28,79 c	16 27,80 d	4 27,72 d	5 24,61 e	7 24,38 ef	8 24,16 fg	11 23,81 g	3 21,58 h	15 19,15 i	10 12,76 j	2 10,35 k	9 9,98 kl	1 9,87 l	
5.	Rendemen (yield)	1 70,80 a	10 70,50 a	2 69,80 a	9 69,50 a	3 65,00 b	15 60,60 c	4 57,60 d	16 57,60 d	7 57,20 d	8 55,70 de	5 53,70 e	11 50,79 f	6 49,90 fg	13 49,79 fg	14 48,50 fg	12 47,50 g	

Keterangan : 1). Huruf yang sama tidak berbeda nyata, (Means with the same letter are not significantly different)

2). Perlakuan (treatment) 1 = suhu (Temperature) 750 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 0,0%; lama aktivasi 60 menit (Activation time 60 minute); 2 = suhu (Temperature) 750 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 0,0%; lama aktivasi 90 menit (Activation time 90 minute); 3 = suhu (Temperature) 750 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 2,5%; lama aktivasi 60 menit (Activation time 60 minute); 4 = suhu (Temperature) 750 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 2,5%; lama aktivasi 90 menit (Activation time 90 minute); 5 = suhu (Temperature) 750 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 5,0%; lama aktivasi 60 menit (Activation time 60 minute); 6 = suhu (Temperature) 750 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 5,0%; lama aktivasi 90 menit (Activation time 90 minute); 7 = suhu (Temperature) 750 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 7,5%; lama aktivasi 60 menit (Activation time 60 minute); 8 = suhu (Temperature) 750 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 7,5%; lama aktivasi 90 menit (Activation time 90 minute); 9 = suhu (Temperature) 800 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 0,0%; lama aktivasi 60 menit (Activation time 60 minute); 10 = suhu (Temperature) 800 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 0,0%; lama aktivasi 90 menit (Activation time 90 minute); 11 = suhu (Temperature) 800 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 2,5%; lama aktivasi 60 menit (Activation time 60 minute); 12 = suhu (Temperature) 800 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 2,5%; lama aktivasi 90 menit (Activation time 90 minute); 13 = suhu (Temperature) 800 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 0,0%; lama aktivasi 60 menit (Activation time 60 minute); 14 = suhu (Temperature) 800 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 0,0%; lama aktivasi 90 menit (Activation time 90 minute); 15 = suhu (Temperature) 800 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 7,5%; lama aktivasi 60 menit (Activation time 60 minute); 16 = suhu (Temperature) 750 °C ; konsentrasi (Concentration) H_2PO_4 7,5%; lama aktivasi 90 menit (Activation time 90 minute).

C. Daya Serap terhadap Uap Benzena

Benzena mempunyai molekul yang berukuran kecil dan mudah menguap pada suhu ruangan. Berdasarkan sifatnya tersebut maka benzena digunakan untuk menguji kemampuan arang aktif dalam menyerap gas. Daya serap tertinggi dihasilkan dari arang yang direndam H_3PO_4 2,5% pada perlakuan pemanasan 800°C dengan waktu aktivasi selama 90 menit yaitu sebesar 20,50%, sedangkan daya serap terendah dihasilkan dari arang tanpa direndam H_3PO_4 pada perlakuan pemanasan 750°C dengan waktu aktivasi selama 60 menit yaitu sebesar 6,78% (Tabel 1). Daya serap terhadap uap benzena ternyata belum mampu memenuhi standar yang ditetapkan SNI yaitu sebesar 25%. Bila dibandingkan dengan arang aktif tempurung kelapa yang diteliti oleh Sudrajat dan Pari (2002) yang berkisar antara 19,00 - 20,47% dan maka daya serap arang aktif tempurung kemiri terhadap uap benzena relatif sama, akan tetapi bila dibandingkan dengan bentonit (12,39%) maka daya serap arang aktif yang direndam dengan asam fosfat pada penelitian ini hasilnya lebih baik. Berdasarkan perhitungan sidik ragam pada Tabel 2, menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi dengan lama waktu aktivasi dan interaksi diantara ketiga perlakuan yang diberikan, pengaruhnya tidak nyata.

Pembuatan arang aktif dengan perlakuan perendaman dalam asam fosfat mempunyai daya serap terhadap uap benzena yang jauh lebih tinggi, hal tersebut menunjukkan bahwa asam fosfat mampu mengoksidasi senyawa deposit hidrokarbon yang terdapat pada permukaan kristalit arang aktif sehingga mampu mengurangi tingkat kepolaran pada atom karbon (Sudradjat dan Ani, 2002).

Berdasarkan nilai rata-rata secara keseluruhan, peningkatan konsentrasi asam fosfat ternyata menghasilkan daya serap terhadap uap benzena dengan nilai yang relatif sama yaitu berkisar antara 16,26 - 17,80%. Bertambah tingginya suhu pemanasan dari 750°C menjadi 800°C dan meningkatnya lama waktu aktivasi dari 60 menit menjadi 90 menit menyebabkan terbukanya pori-pori arang aktif dengan lebih baik yang ditunjukkan meningkatnya daya serap terhadap uap benzena secara berturut-turut dari 14,011% menjadi 15,948% dan dari 13,774% menjadi 16,186%.

D. Daya Serap terhadap Uap Kloroform

Pada Tabel 1 terlihat bahwa daya serap arang aktif dari tempurung kemiri terhadap uap kloroform berkisar antara 9,87 - 30,66%. Daya serap tertinggi dihasilkan dari arang yang direndam H_3PO_4 2,5% pada perlakuan pemanasan 800°C dengan waktu aktivasi selama 90 menit, sedangkan daya serap terendah (9,87%) dihasilkan dari arang yang tidak direndam H_3PO_4 pada perlakuan pemanasan 750°C dengan waktu aktivasi selama 60 menit. Apabila dibandingkan dengan arang aktif dari serbuk gergajian kayu *A. mangium* (Pari et.al, 2006) berkisar antara 12,86 - 28,96%, maka arang aktif yang diperoleh dari beberapa perlakuan pada penelitian ini menghasilkan kualitas lebih baik. Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 2), interaksi dari ketiga perlakuan yang diberikan ternyata memberikan pengaruh sangat nyata terhadap daya serap uap kloroform.

Dari nilai rata-rata secara keseluruhan maka daya serap arang aktif terhadap uap kloroform cenderung semakin tinggi dengan bertambahnya konsentrasi H_3PO_4 mulai dari 0%

hingga 5% sebagai akibat dari semakin terbukanya pori-pori arang aktif. Konsentrasi H_3PO_4 yang semakin tinggi yaitu pada 7,5% justru menurunkan daya serapnya, bertambah tingginya suhu pemanasan dari 750 °C menjadi 800 °C dan meningkatnya lama waktu aktivasi dari 60 menit menjadi 90 menit ternyata menyebabkan terbukanya pori-pori arang aktif yang lebih luas sehingga dapat meningkatkan daya serap arang aktif terhadap uap kloroform. Apabila dibandingkan dengan daya serap kloroform yang berasal dari pasar sebesar 27,31%, maka daya serap arang aktif hasil penelitian tidak jauh berbeda.

E. Daya Serap terhadap Uap Formaldehida

Daya serap arang aktif tempurung kemiri terhadap uap formaldehida berkisar antara 12,56 - 32,34% (Tabel 1). Daya serap tertinggi (32,34%) dihasilkan dari arang yang direndam dalam larutan H_3PO_4 2,5% pada perlakuan pemanasan 800 °C dengan waktu aktivasi selama 90 menit, sedangkan terendah (12,56%) dihasilkan dari arang yang direndam dalam larutan H_3PO_4 7,5% pada perlakuan pemanasan 800 °C dengan waktu aktivasi 60 menit. Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 2), interaksi dari ketiga perlakuan yang diberikan ternyata memberikan pengaruh sangat nyata terhadap daya serap uap formaldehida. Apabila dibandingkan dengan arang aktif sabut kelapa sawit hasil penelitian Pari dan Ilah (2001) berkisar antara 14,07% - 26,64% maka arang aktif yang diperoleh dalam penelitian ini menghasilkan kualitas lebih baik, yaitu dalam hal daya serap terhadap uap formaldehida.

Dari nilai rata-rata secara keseluruhan maka daya serap terhadap uap formaldehida cenderung semakin tinggi dengan bertambahnya konsentrasi H_3PO_4 mulai dari 0% hingga 5% sebagai akibat dari semakin terbukanya pori-pori arang aktif. Konsentrasi H_3PO_4 yang semakin tinggi yaitu pada 7,5% justru menurunkan daya serapnya. Bertambah tingginya suhu pemanasan dari 750 °C menjadi 800 °C dan meningkatnya waktu pengaktifan dari 60 menit menjadi 90 menit ternyata menyebabkan terbukanya pori-pori arang aktif yang lebih baik sehingga dapat meningkatkan daya serap arang aktif terhadap uap formaldehida.

IV. KESIMPULAN

Tempurung kemiri dapat dibuat arang aktif dengan kualitas sebagai berikut: daya serap arang aktif terhadap larutan yodium berkisar antara 457,1 - 907,0 mg/g, uap benzena 6,78 - 20,50%, uap kloroform 9,87 - 30,66% dan daya serap terhadap uap formaldehida berkisar antara 12,56 - 32,34%.

Arang tempurung kemiri yang direndam dalam larutan H_3PO_4 2,5%, 5% dan 7,5% pada suhu 750 °C dan 800 °C yang diaktivasi dengan uap air panas selama 90 menit menghasilkan daya serap terhadap yodium di atas persyaratan Standar Nasional Indonesia yaitu sebesar 750 mg/g, kecuali pada suhu 750 °C yang direndam dalam larutan H_3PO_4 7,5% yaitu sebesar 733,2 mg/g. Kondisi optimum pembuatan arang aktif dihasilkan pada suhu 750 °C yang direndam dalam larutan H_3PO_4 2,5% dengan waktu aktivasi uap air panas selama 90 menit, menghasilkan daya serap terhadap larutan yodium sebesar 907 mg/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. Statistik Pertanian Nusa Tenggara Timur 2002. Badan Pusat Statistik Propinsi NTT. Kupang.
- _____, 2001. Statistik Pertanian Nusa Tenggara Timur 2001. Badan Pusat Statistik Propinsi NTT. Kupang.
- _____, 1995. Arang aktif teknis. Standar Nasional Indonesia. SNI 06-3730-1995. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Bansode, R.R., J.N. Losso, W.E. Marshall, R.M. Rao, and R.J. Portier. 2003. Adsorption of volatile organic compound by pecan shell and almond shell-based granular activated carbons. *Bioresource Technology* 90: 175-184.
- Bonelli, P.R., P.A.D. Rocca, E.G. Cerrela, and A.L. Cukierman. 2001. Effect of pyrolysis temperature on composition, surface properties and thermal degradation rates of Brazil Nut shell. *Bioresource Technology* 76: 15-22.
- Guo, J *et al.* 2007. Adsorption of hydrogen sulphide (H_2S) by activated carbons derived from oil-palm shell. *Carbon* 44: 330-336.
- Hendra. 2006. Pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa sawit dan serbuk kayu gergajian campuran. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 24 (2) : 117 - 132. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Kateren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Pari, G. 2005. Pengaruh lama aktivasi terhadap struktur kimia dan mutu arang aktif serbuk gergaji sengon. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 23(3): 207-218. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- A. Santoso dan D. Hendra. 2006. Pembuatan dan pemanfaatan arang aktif sebagai reduktor emisi formaldehida kayu lapis. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 24 (5) : 425 - 436. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor.
- _____, dan Ilah S. 2001. Pembuatan arang aktif dari sabut kelapa sawit dengan bahan pengaktif NH_4HCO_3 dan $(NH_4)_2CO_3$ dosis rendah. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 19 (4): 231 - 244. Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Sudjana. 1982. *Metoda Statistika*. Tarsito. Bandung
- Sudradjat, R. dan Ani, S. 2002. Pembuatan dan pemanfaatan arang aktif dari ampas daun teh. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*. 20 (1) : 1 - 11. Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- _____, dan Pari, 2002. Pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa, serbuk kayu, tempurung dan tandan kosong kelapa sawit. *Prosiding Seminar Nasional V MAPEKI*. MAPEKI dan Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.

- Sudrajat, R. (2005). Pembuatan arang aktif dari tempurung biji jarak pagar. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23(2); 143-162. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Simsek, M. & S. Cerny. 1970. Active carbon: manufacture, properties and appliction. Elsevier Publishing Co. New York.
- Sunanto, H. 1994. Budidaya Kemiri, Komoditas Ekspor. Kanisius. Yogyakarta.