

SIFAT DAN MUTU ARANG AKTIF DARI TEMPURUNG BIJI METE
(*Anacardium occidentale* L.)
Properties and Quality of the Activated Charcoal Made from Cashewnut Shell
(*Anacardium occidentale* L.)

Dewi Alimah

Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru
Jl. Ahmad Yani Km 28,7 Landasan Ulin,
Banjarbaru 70721, Kalimantan Selatan 1065
Telp. (0511) 4772085, Fax. (0511) 4773222
E-mail : dewi_alimah@yahoo.com

Diterima 26 April 2016, Direvisi 20 Desember 2016, Disetujui 10 April 2017

ABSTRACT

Currently, cashew nut (Anacardium occidentale L.) shell is abundantly available as waste from cashew nut processing industries. Theoretically, cashew nut shell is potentially used for activated charcoal. This paper studies the properties and quality of activated charcoal made from cashew nut shell. The study also evaluates processing condition in producing optimum quality of activated charcoal. Initially, cashew nut shells were collected and carbonized in 500°C for 3 hours. Then, the charcoal was activated in temperatures of 800°C, 900°C and 1000°C for 30, 60 and 90 minutes. The data were then analyzed using analysis of variance and Tukey test for further significance test. Results show that cashew nut shell could potentially be used for commercial activated charcoal. The optimum quality of shell's activated charcoal was obtained by activating the charcoal in 1000°C for 90 minutes, that produced charcoal with properties of 0.40% moisture content, 8.85% volatile content, 77.40% fixed carbon content and 131.35 mg/g of methylene blue adsorptive capacity. Almost all charcoal's properties met the quality requirement stated in the Indonesian National Standard (SNI 06-3730-1995) except those of three properties: ash content (13.75%), benzene adsorptive capacity (2.93%) and adsorptive capacity of iodine (703.73 mg/g).

Keywords: Cashewnut shell, activated charcoal, properties and quality, Indonesian National Standard

ABSTRAK

Saat ini, tempurung biji jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) banyak tersedia sebagai limbah dari industri pengolahan jambu mete. Secara teori, tempurung jambu mete berpotensi dikembangkan untuk arang aktif. Tulisan ini mempelajari sifat dan mutu arang aktif dari tempurung biji jambu mete, dan mengevaluasi kondisi pembuatan arang aktif untuk menghasilkan mutu arang aktif yang optimum. Pada awalnya, tempurung biji jambu mete dikumpulkan dan diarangkan pada suhu 500°C selama 3 jam. Kemudian arang tempurung biji jambu mete diaktivasi pada suhu 800°C, 900°C, dan 1000°C selama 30, 60, dan 90 menit. Data kemudian dianalisa menggunakan analisis sidik ragam dan uji Tukey untuk uji perbedaan lanjutan. Hasil penelitian menunjukkan tempurung jambu mete berpotensi untuk dibuat arang aktif komersial. Kualitas optimum arang aktif dari tempurung jambu mete dapat dihasilkan dari proses aktivasi pada suhu 1000°C selama 90 menit, yang dapat memproduksi arang aktif dengan kadar air 0,40%, kadar zat terbang 8,85%, kadar karbon terikat 77,40%, dan kapasitas daya jerap terhadap metilen biru 131,35 mg/g. Hampir semua sifat arang aktif memenuhi persyaratan mutu daya jerap terhadap metilen biru yang telah ditetapkan dalam Standar

Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995) kecuali tiga sifat arang, yaitu kadar abu (13,75%), daya jerap terhadap benzena (2,93%), dan daya jerap terhadap iodium (703,73 mg/g).

Kata kunci: Tempurung jambu mete, arang aktif, sifat dan mutu, Standar Nasional Indonesia

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan arang aktif Indonesia untuk industri dalam negeri dan ekspor saat ini cukup tinggi. Pada tahun 2011 Indonesia mengeksport arang aktif sebesar 21.652 ton dan volume tersebut terus meningkat menjadi sebesar 30.036 ton pada tahun 2014. Di Indonesia terdapat sekitar 42 perusahaan industri pengguna arang aktif. Arang aktif banyak digunakan oleh industri masker, rokok, minuman dan makanan, air konsumsi, minyak, kimia, farmasi, alat pendingin, otomotif, cat, dan perekat (Asano, Nishimura, Nishimiya, Hata, Imamura, & Ishihara, 1999; Austin, 1984; Naftali & Wamea, 2015). Beberapa industri besar diantaranya memperoleh arang aktif melalui impor. Impor arang aktif terus meningkat, dimana pada tahun 2007 impor arang aktif Indonesia mencapai ± 20.000 ton. Impor arang aktif ini dilakukan selain karena jumlah produksi di dalam negeri tidak memenuhi kebutuhan arang aktif domestik, juga karena beberapa industri tersebut memerlukan arang aktif dengan spesifikasi tertentu yang tidak dapat dipenuhi oleh arang aktif lokal (Monika, Sumaryono, Suprpto, Rahayu, & Margono, 2008).

Jambu mete merupakan hasil hutan bukan kayu (HHBK) potensial dan telah banyak dibudidayakan. Areal pengembangan tanaman jambu mete telah tersebar di seluruh Nusantara. Luas areal tanaman mete pada tahun 2013 mencapai 554.315 ha dengan produksi 116.113 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014). Biji mete terdiri atas tempurung biji dan kernel. Sementara kernel bernilai gizi, tempurung biji dianggap sebagai residu pengolahan kacang mete yang dapat menimbulkan masalah lingkungan jika tidak ditangani dengan benar. Hanya sebagian kecil saja dari tempurung biji mete ini yang dimanfaatkan sebagai bahan bakar tungku. Tempurung biji mete dapat diolah dan dihasilkan ekstrak CNSL (*Cashew Nut Shell Liquid*) atau minyak laka (Yuliana, Tran-Thi, & Ju, 2012). Selain itu, tempurung biji mete juga dapat diolah menjadi

arang aktif (Kumar, Ramalingam, & Sathishkumar, 2011; Ragupathy, Raghu, & Prabu, 2015). Berat tempurung biji mete mencapai 50% dari berat biji mete utuh (Patel, Bandyopadhyay, & Ganesh, 2006). Dalam kulit biji (tempurung) diduga mengandung minyak sekitar 50% yang terdiri atas 90% asam anakarbat dan sisanya 10% kardol (Dos Santos & De Magalhaes, 1999). Tulisan ini mempelajari karakteristik arang aktif yang terbentuk dan menentukan kondisi optimum dalam pembuatan arang aktif tersebut.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Februari sampai Agustus 2013 di Laboratorium Energi Biomassa Kayu, Universitas Gadjah Mada dan Laboratorium Kimia Analitik, Universitas Negeri Yogyakarta.

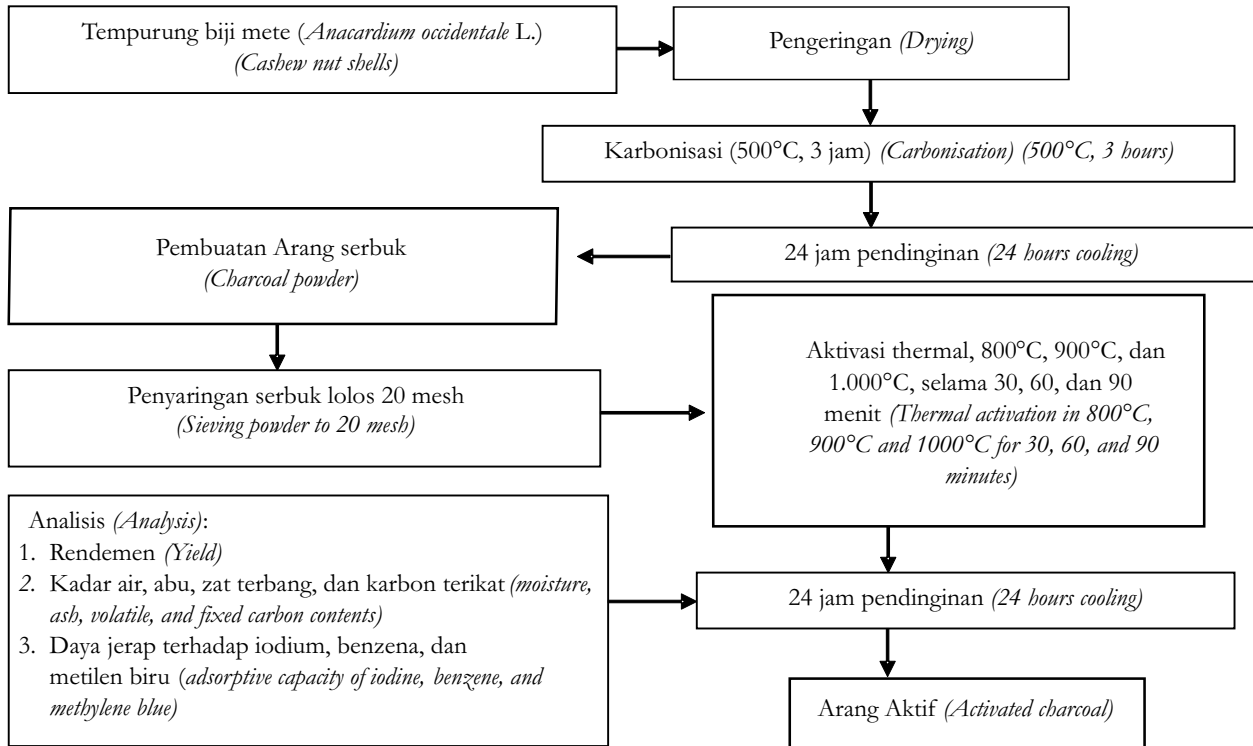
B. Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah tempurung biji mete yang diambil dari Desa Karangmojo, Wonosari, Gunung Kidul, Yogyakarta. Bahan kimia yang digunakan antara lain benzena (C_6H_6), iodium (I_2), dan natrium thiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0,1 N. Peralatan yang digunakan antara lain *retort* listrik kapasitas 4 kg, *furnace* merk Uchida Japan, grinder dengan daya saring 20 mesh, ayakan merk USA STANDARD TESTING SIEVE ukuran 20, 60, dan 325 mesh, oven merk Memmert, timbangan analitik merk OHAUS/GT 2.100 dengan ketelitian 0,001 gram, *multibaker* MMS Eyela Japan, *spektrofotometer* tipe UV-VIS *Double Beam*, cawan porselin, desikator, dan peralatan gelas.

C. Metode Penelitian

1. Pembuatan arang dan arang aktif

Sebelum dilakukan pengarangan, tempurung biji mete dikeringkan terlebih dahulu di bawah



Gambar 1. Diagram alur proses pembuatan arang aktif
Figure 1. Activated charcoal manufacturing diagram

sinar matahari hingga mencapai kondisi kering angin. Tempurung biji mete yang telah diukur kadar airnya kemudian dimasukkan ke dalam retort listrik dan dipanaskan pada suhu 500°C selama 3 jam hingga menjadi arang. Arang yang dihasilkan dibiarkan dulu selama 24 jam dan selanjutnya dihaluskan hingga lolos ayakan 20 mesh.

Proses aktivasi dilakukan dengan memanaskan arang dalam *furnace* pada suhu 800, 900, dan 1.000°C dengan variasi waktu aktivasi selama 30, 60, dan 90 menit. Alur proses pembuatan arang aktif secara lengkap disajikan pada Gambar 1.

2. Pengujian kualitas arang aktif

Arang aktif yang dihasilkan diuji kualitasnya berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730, 1995) yang meliputi penetapan rendemen, kadar air, abu, zat terbang, karbon terikat, daya jerap terhadap benzena, iodium, dan metilen biru menggunakan alat *spektrofotometer* UV-Visible tipe *Double Beam* dengan panjang gelombang 660 nm.

D. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan model rancangan acak lengkap (*Completely Randomized Design*) secara faktorial dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama adalah suhu aktivasi yang terdiri atas 3 taraf, yaitu 800, 900, dan 1000°C sedangkan faktor kedua adalah waktu aktivasi yang terdiri atas 3 taraf, yaitu 30, 60, dan 90 menit. Dari kedua faktor tersebut diperoleh 9 perlakuan dengan 5 kali ulangan sehingga diperoleh jumlah contoh uji sebanyak 45 contoh uji dan kontrol, yaitu arang tanpa aktivasi sebanyak 5 contoh uji. Nilai rata-rata dari hasil pengujian kualitas arang aktif dianalisis dengan menggunakan program SPSS 22.0 sehingga diperoleh analisis variannya. Apabila hasil analisis varians tersebut berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut Tukey untuk mengetahui pengaruh tiap taraf perlakuan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil analisis sifat arang aktif dan penilaian mutunya dibandingkan nilai mutu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730, 1995) disajikan pada Tabel 1. Ringkasan analisis sidik ragam kualitas arang aktif tempurung biji mete disajikan pada Tabel 2. Hasil uji Tukey sifat arang aktif tempurung biji mete untuk mengetahui pengaruh tiap taraf perlakuan disajikan pada Tabel 3.

A. Rendemen Arang Aktif

Pada Tabel 1 diketahui bahwa rendemen arang aktif tempurung biji mete yang dihasilkan berkisar antara 45,19 – 70,46% dengan rata – rata 56,89%. Rendemen tertinggi (70,46%) dihasilkan oleh arang tempurung biji mete yang diaktivasi pada suhu 800°C selama 30 menit (A1B1) sedangkan rendemen terendah (45,19%) dihasilkan pada arang yang diaktivasi pada suhu 1000°C selama 90 menit (A3B3).

Berdasarkan hasil sidik ragam (Tabel 2), faktor suhu aktivasi, waktu aktivasi, dan interaksi antara suhu aktivasi dan waktu aktivasi berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen yang dihasilkan. Hasil uji Tukey pada Tabel 3 menunjukkan bahwa rendemen cenderung menurun seiring bertambahnya waktu aktivasi. Hal ini berkaitan dengan reaksi oksidasi antara arang dengan panas dalam *furnace* yang semakin besar sehingga senyawa seperti tar, distilat, dan asam organik lainnya banyak yang keluar. Selain itu, semakin tinggi suhu aktivasi, maka kecepatan reaksi dan jumlah bahan penyusun karbon yang bereaksi dengan gas pengoksida semakin besar. Kecenderungan ini sesuai dengan teori kinetik, dimana jika suhu reaksi naik maka kecepatan reaksi antara karbon dan uap air akan meningkat (Hudaya & Hartoyo, 1990). Rendemen arang aktif dari hasil penelitian ini hampir sama dengan rendemen arang aktif tempurung kemiri (53,60 – 59,50%) yang diaktivasi dengan uap air selama 120 menit pada suhu 750°C (Lempang & Tikupadang, 2013). Namun, rendemen tersebut lebih rendah

Tabel 1. Sifat arang aktif tempurung biji mete dan penilaian mutunya
Table 1. Properties and quality valuation of Cashewnut shell activated charcoal

Perlakuan (Treatments)	Rendemen (Yield, %)	Kadar (Content)			Daya serap (Adsorptive capacity)			
		Air (Moisture, %)	Abu (Ash, %)	Zat terbang (Volatile, %)	Karbon terikat (Fixed carbon, %)	Benzena (Benzene, %)	Iodium (mg/g)	Metilen biru (Methylene blue, mg/g)
A0B0	-	4,04	6,01	26,35	67,64	2,17	363,33	133,53
A1B1	70,46	1,76	8,20	7,89	83,91	2,29	256,54	130,93
A1B2	68,17	1,40	8,92	12,54	78,54	2,34	276,57	128,55
A1B3	60,22	2,44	12,31	10,89	76,80	2,22	370,01	129,26
A2B1	64,06	3,14	9,31	8,98	81,71	2,16	343,31	128,57
A2B2	55,57	1,32	16,01	4,88	79,11	2,65	463,45	128,78
A2B3	51,44	0,42	12,04	10,64	77,32	2,66	523,52	130,91
A3B1	49,57	0,74	11,91	7,01	81,08	2,43	510,17	128,38
A3B2	47,32	0,90	12,98	10,58	76,44	2,45	556,89	130,79
A3B3	45,19	0,40	13,75	8,85	77,40	2,93	703,73	131,35
SNI 06-3730-1995*	-	Max. 15	Max. 10	Max. 25	Min. 65	Min. 25	Min. 750	Min. 120

Keterangan (Remarks):

A0B0 = kontrol (control); A1 = Suhu aktivasi 800°C (*Activated temperature 800°C*); A2 = Suhu aktivasi 900°C (*Activated temperature 900°C*); A3 = Suhu aktivasi 1.000°C (*Activated temperature 1,000°C*)

B1 = Waktu aktivasi selama 30 menit (*Activated time 30 minutes*);

B2 = Waktu aktivasi selama 60 menit (*Activated time 60 minutes*);

B3 = Waktu aktivasi selama 90 menit (*Activated time 90 minutes*);

SNI = Standar Nasional Indonesia 06-3703-1995 (*Indonesian National Standard 06-3703-1995*)

Tabel 2. Analisis sidik ragam kualitas arang aktif tempurung biji mete
Table 2. Analysis of variance on quality of cashew nut shell activated charcoal

Variabel (Variables)	Sumber keragaman (Source of variance)	Derajat bebas (Degree of freedom)	Jumlah kuadrat (Sum of squares)	Kuadrat tengah (Mean square)	F (F)
Rendemen (Yield, %)	A	2	4032,702	2016,351	5154,169**
	B	2	1869,364	934,682	2389,221**
	A × B	4	862,043	215,511	550,886**
	Galat (Error)	36	14,083	0,391	
	Total (Total)	45	154299,421		
Kadar air (Moisture content, %)	A	2	75,850	37,925	53,221**
	B	2	36,262	18,131	25,443**
	A × B	4	94,857	23,714	33,279**
	Galat (Error)	36	25,653	0,713	
	Total (Total)	45	2068,405		
Kadar abu (Ash content, %)	A	2	71,716	35,858	20,445**
	B	2	67,352	33,676	19,201**
	A × B	4	69,397	17,349	9,892**
	Galat (Error)	36	63,140	1,754	
	Total (Total)	45	18070,171		
Kadar zat terbang (Volatile content, %)	A	2	41,161	20,581	9,200**
	B	2	36,049	18,025	8,057**
	A × B	4	139,303	34,826	15,568**
	Galat (Error)	36	80,534	2,237	
	Total (Total)	45	4056,330		
Kadar karbon terikat (Fixed carbon content, %)	A	2	16,861	8,430	1,938 ^{ns}
	B	2	220,050	110,014	25,289**
	A × B	4	26,050	6,512	1,497 ^{ns}
	Galat (Error)	36	156,611	4,350	
	Total (Total)	45	156,611		
Daya jerap terhadap benzena (Benzene adsorptive capacity, %)	A	2	0,775	0,388	40,808**
	B	2	0,729	0,364	38,352**
	A × B	4	0,911	0,228	23,974**
	Galat (Error)	36	0,342	0,010	
	Total (Total)	45	275,178		
Daya jerap terhadap iodium (Iodine adsorptive capacity, mg/g)	A	2	627440,006	313720,003	408,924**
	B	2	201409,575	100704,787	131,266**
	A × B	4	21480,936	5370,234	7,000**
	Galat (Error)	36	27618,614	767,184	
	Total (Total)	45	9785478,894		
Daya jerap terhadap metilen biru (Methylene blue adsorptive capacity, mg/g)	A	2	4,684	2,3442	30,534**
	B	2	13,817	6,909	90,081**
	A × B	4	42,972	10,743	140,076**
	Galat (Error)	36	2,761	0,077	
	Total (Total)	45	757333,273		

Keterangan (Remarks): ** = Berbeda nyata (Significantly different)

Tabel 3. Hasil uji Tukey sifat arang aktif tempurung biji mete
Table 3. Tukey's test result on properties of cashew nut shell activated charcoal

No.	Sifat – sifat (Properties)	Suhu aktivasi (Activated temperature)	Waktu Aktivasi (Activated time), menit (minutes)		
			30	60	90
1	Rendemen (Yield, %)	800°C	70,46a	68,17ab	60,22ac
		900°C	64,06ab	55,57b	51,44bc
		1000°C	49,57ac	47,32bc	45,19c
2	Kadar air (Moisture content, %)	800°C	1,76a	1,40ab	2,44ac
		900°C	3,14ab	1,32b	0,42abc
		1000°C	0,74ac	0,90bc	0,40c
3	Kadar abu (Ash content, %)	800°C	8,20a	8,92ab	12,31ab
		900°C	9,31ab	16,01b	12,04b
		1000°C	11,91ab	12,98b	13,75b
4	Kadar zat terbang (Volatile content, %)	800°C	7,89a	12,54ab	10,89ab
		900°C	8,98ab	4,88b	10,64b
		1000°C	7,01ab	10,58b	8,85b
5	Kadar karbon terikat (Fixed carbon content, %)	800°C	83,91ab	78,54a	76,80a
		900°C	81,71ab	79,11a	77,32a
		1000°C	81,08ab	76,44a	77,40a
6	Daya jerap terhadap benzena (Benzene adsorptive capacity, %)	800°C	2,29a	2,34ab	2,22ac
		900°C	2,16ab	2,65b	2,66bc
		1000°C	2,43ac	2,45bc	2,93c
7	Daya jerap terhadap iodium (Iodium adsorptive capacity, mg/g)	800°C	256,54a	276,57ab	370,01ac
		900°C	343,31ab	463,45b	523,52bc
		1000°C	510,17ac	556,89bc	703,73c
8	Daya jerap terhadap metilen biru (Methylene blue adsorptive capacity, mg/g)	800°C	130,93a	128,55a	129,26ab
		900°C	128,57a	128,78a	130,91ab
		1000°C	128,38ab	130,79ab	131,35b

Keterangan (Remarks): Angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata (No significant difference on numbers followed with the same letters)

bila dibandingkan dengan rendemen arang aktif tempurung kelapa sawit yang berkisar antara 64 – 86,7% (Hendra, 2006).

B. Kadar Air Arang Aktif

Penetapan kadar air ini bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif. Kadar air arang aktif dari tempurung biji mete yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 0,40 – 3,14%. Pada Tabel 1 diketahui bahwa kadar air tertinggi diperoleh dari perlakuan arang yang

diaktivasi pada suhu 900°C selama 30 menit (A2B1). Kadar air terendah diperoleh dari perlakuan arang yang diaktivasi pada suhu 1000°C selama 90 menit (A3B3). Nilai kadar air dari berbagai perlakuan ini telah memenuhi standar kualitas arang aktif berdasar SNI 06-3730-1995, yaitu maksimal 15% untuk arang aktif bentuk serbuk. Secara keseluruhan kadar air arang aktif yang dihasilkan pada penelitian ini relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan air terikat pada bahan baku yang dikarbonisasi lebih dahulu keluar sebelum diaktivasi.

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa faktor suhu aktivasi, waktu aktivasi, dan interaksi antara kedua faktor berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air arang aktif. Pada penelitian ini terdapat kecenderungan bahwa makin tinggi suhu aktivasi, kadar air yang dihasilkan semakin kecil. Nilai kadar air arang aktif ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar air arang aktif tempurung kemiri yang berkisar antara 0,34 – 1,94% (Lempang, Syafii, & Pari, 2012). Menurut Pari, Hendra, & Pasaribu (2008), kadar air yang rendah disebabkan permukaan arang aktif lebih sedikit mengandung gugus fungsi yang bersifat polar sehingga interaksi antara uap air yang bersifat polar juga sedikit.

C. Kadar Abu Arang Aktif

Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan logam oksida dalam arang aktif. Pada penelitian ini kadar abu arang aktif yang dihasilkan berkisar antara 8,20 – 16,01%. Pada Tabel 1 diketahui bahwa kadar abu tertinggi diperoleh dari perlakuan arang yang diaktivasi pada suhu 900°C selama 60 menit (A2B2). Kadar abu terendah diperoleh dari perlakuan arang yang diaktivasi pada suhu 800°C selama 30 menit (A1B1). Nilai kadar abu dari berbagai perlakuan ini tidak semuanya memenuhi standar kualitas arang aktif berdasar SNI 06-3730-1995, karena ada kadar abu arang aktif yang melebihi 10%, yaitu berkisar antara 11,91 – 16,01% (SNI 06-3730, 1995).

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa faktor suhu aktivasi, waktu aktivasi, dan interaksi antara kedua faktor berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu arang aktif. Hasil uji Tukey pada Tabel 3 menunjukkan bahwa aktivasi menggunakan suhu 800°C berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu arang aktif sedangkan arang tempurung biji mete yang diaktivasi pada suhu 900°C dan 1000°C menghasilkan kadar abu yang tidak berbeda nyata. Waktu aktivasi selama 30 menit juga memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap kadar abu sedangkan waktu aktivasi selama 60 menit dan 90 menit menghasilkan kadar abu yang tidak berbeda nyata. Pada penelitian ini terdapat kecenderungan bahwa makin tinggi suhu dan makin lama waktu aktivasi,

kadar abu yang dihasilkan semakin tinggi. Nilai kadar abu ini lebih rendah bila dibandingkan dengan kadar abu arang aktif tempurung kemiri sunan yang berkisar antara 20,34 – 46,85% (Hendra, Gusti, & Komarayati, 2014). Namun, nilainya lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar abu arang aktif dari limbah kayu mahoni yang berkisar antara 3 – 13% (Pujiarti & Sutapa, 2005). Tingginya kadar abu kemungkinan disebabkan adanya kontak dengan udara pada waktu aktivasi sehingga terjadi proses pembakaran lebih lanjut dimana arang aktif yang terbentuk berubah menjadi abu. Menurut Pari (2004) dalam Lempang, Syafii, & Pari (2012), kadar abu yang besar dapat mengurangi daya serap arang aktif baik terhadap larutan maupun gas. Hal ini dikarenakan kandungan mineral yang terdapat dalam abu seperti kalium, kalsium, natrium, dan magnesium akan menyebar dalam kisi-kisi arang aktif sehingga kinerja arang aktif berkurang.

D. Kadar Zat Terbang Arang Aktif

Penentuan kadar zat terbang bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa yang belum menguap pada saat karbonisasi dan aktivasi yang terkandung dalam arang aktif pada suhu 950°C. Pada penelitian ini kadar zat terbang dari arang aktif tempurung biji mete yang dihasilkan berkisar antara 4,88 – 12,54%. Pada Tabel 1 diketahui bahwa kadar zat tertinggi (12,54%) dihasilkan oleh arang yang diaktivasi pada suhu 800°C selama 60 menit (A1B2) sedangkan kadar zat terbang terendah (4,88%) dihasilkan oleh arang yang diaktivasi pada suhu 900°C selama 60 menit (A2B2). Nilai kadar zat terbang dari berbagai perlakuan ini telah memenuhi SNI Arang Aktif Teknis karena kadarnya kurang dari 25% (SNI 06-3730, 1995).

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa faktor suhu aktivasi, waktu aktivasi, dan interaksi antara kedua faktor berpengaruh sangat nyata terhadap kadar zat terbang arang aktif. Hasil uji Tukey pada Tabel 3 menunjukkan bahwa aktivasi menggunakan suhu 800°C berpengaruh sangat nyata terhadap kadar zat terbang arang aktif sedangkan arang tempurung biji mete yang diaktivasi pada suhu 900°C dan 1000°C menghasilkan kadar zat terbang yang tidak berbeda nyata. Waktu aktivasi selama 30 menit juga memberikan pengaruh yang

sangat berbeda nyata terhadap kadar zat terbang sedangkan waktu aktivasi selama 60 menit dan 90 menit menghasilkan kadar zat terbang yang tidak berbeda nyata. Kadar zat terbang arang aktif tempurung biji mete yang diperoleh pada penelitian ini hampir sama dengan nilai kadar zat terbang arang aktif tempurung kemiri sunan yang berkisar antara 6,57 – 16,73% (Hendra, Gusti, & Komarayati, 2014). Kadar zat terbang yang kecil menunjukkan adanya reaksi antara atom karbon dengan uap air membentuk senyawa non-karbon yang mudah menguap seperti CO, CO₂, dan H₂ pada waktu proses aktivasi (Pari, Tohir, Mahfudin, & Ferry, 2006a).

E. Kadar Karbon Terikat Arang Aktif

Penentuan kadar karbon terikat arang aktif bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi. Kadar karbon terikat arang aktif dari tempurung biji mete berkisar antara 76,44 – 83,91%. Pada Tabel 1 diketahui bahwa kadar karbon terikat tertinggi (83,91%) dihasilkan oleh arang yang diaktivasi pada suhu 800°C selama 30 menit (A1B1) sedangkan kadar karbon terikat terendah (76,44%) dihasilkan arang yang diaktivasi pada suhu 1.000°C selama 60 menit (A3B2). Nilai kadar karbon terikat dari berbagai perlakuan ini telah memenuhi SNI Arang Aktif Teknis karena kadarnya lebih dari 65% (SNI 06-3730, 1995).

Hasil analisis sidik ragam Tabel 2 menunjukkan bahwa faktor waktu aktivasi berpengaruh sangat nyata sedangkan faktor suhu aktivasi dan interaksi antara keduanya tidak berbeda nyata terhadap kadar zat terbang arang aktif. Hasil uji Tukey pada Tabel 3 menunjukkan bahwa aktivasi selama 30 menit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar karbon terikat arang aktif sedangkan arang tempurung biji mete yang diaktivasi selama 60 dan 90 menit menghasilkan kadar karbon terikat yang tidak berbeda nyata. Ada kecenderungan bahwa semakin tinggi suhu aktivasi dan semakin lama waktu aktivasi, semakin tinggi pula kadar karbon terikat yang dihasilkan. Kadar karbon terikat arang aktif tempurung biji mete yang diperoleh pada penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan nilai kadar karbon terikat arang aktif tempurung kemiri yang berkisar antara 90,48 – 93,38% (Lempang, Syafii, & Pari, 2012). Namun nilai kadar karbon terikat yang dihasilkan dari

penelitian ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar karbon terikat tempurung kemiri sunan yang berkisar antara 44,75 – 73,09% (Hendra, Gusti, & Komarayati, 2014). Tinggi rendahnya kadar karbon terikat yang dihasilkan selain dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar abu dan zat terbang juga dipengaruhi oleh kandungan selulosa dan lignin yang dapat dikonversi menjadi atom karbon (Pari, 2004 dalam Hendra, 2007). Semakin tinggi nilai kadar karbon terikat suatu arang aktif, tingkat kemurnian karbon pun akan semakin tinggi bila dibandingkan dengan arangnya. Hal ini dikarenakan senyawa non karbon telah banyak hilang pada saat proses aktivasi (Hendra, Gusti, & Komarayati, 2014).

F. Daya Jerap Arang Aktif terhadap Benzena

Penentuan daya jerap benzena arang aktif bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap gas. Daya jerap benzena arang aktif tempurung biji mete yang dipeloreh dari penelitian ini berkisar antara 2,16 – 2,93%. Pada Tabel 1 diketahui bahwa daya jerap tertinggi (2,93%) dihasilkan oleh arang yang diaktivasi pada suhu 1.000°C selama 90 menit (A3B3) sedangkan daya jerap terendah (2,16%) dihasilkan oleh arang yang diaktivasi pada suhu 900°C selama 30 menit (A2B1). Semua nilai daya jerap benzena arang aktif yang diperoleh dalam penelitian ini tidak memenuhi standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI Arang Aktif Teknis karena nilainya kurang dari 25% (SNI 06-3730, 1995). Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif hasil penelitian ini tidak efektif bila digunakan sebagai bahan penjerap gas.

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa faktor suhu aktivasi, waktu aktivasi, dan interaksi antara kedua faktor berpengaruh sangat nyata terhadap daya jerap benzena arang aktif. Selanjutnya hasil uji Tukey pada Tabel 3 menunjukkan adanya kecenderungan bahwa daya jerap benzena arang aktif cenderung meningkat dengan bertambahnya suhu aktivasi dan waktu aktivasi. Daya jerap arang aktif terhadap benzena yang rendah dikarenakan masih terdapatnya senyawa nonkarbon yang menempel pada permukaan arang aktif terutama atom hidrogen (H₂) dan atom oksigen (O₂) sehingga arang aktif lebih bersifat nonpolar

(Hendra, 2007). Rendahnya daya jerap ini juga menunjukkan bahwa permukaan arang aktif masih ditutupi oleh senyawa yang bersifat polar seperti fenol, aldehyd, dan karboksilat dari hasil karbonisasi yang tidak sempurna (Pujiarti & Sutapa, 2005).

G. Daya Jerap Arang Aktif terhadap Iodium

Penetapan daya jerap arang aktif terhadap iodium bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap larutan berwarna dengan ukuran molekul kurang dari 10 Å atau 1 nm. Daya jerap yang diperoleh dari penelitian ini berkisar antara 256,54 – 703,73 mg/g. Pada Tabel 1 diketahui bahwa daya jerap arang aktif terhadap iodium tertinggi (703,73 mg/g) diperoleh dari arang yang diaktivasi pada suhu 1000°C selama 90 menit (A3B3) sedangkan daya jerap terendah (256,54 mg/g) diperoleh dari arang yang diaktivasi pada suhu 800°C selama 30 menit (A1B1). Semua nilai daya jerap arang aktif terhadap iodium yang dihasilkan dari penelitian ini tidak memenuhi standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730, 1995 karena nilainya kurang dari 750 mg/g (SNI 06-3730 (1995)). Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif hasil penelitian ini tidak efektif bila digunakan sebagai penjerap warna.

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa faktor suhu aktivasi, waktu aktivasi, dan interaksi antara kedua faktor berpengaruh sangat nyata terhadap daya jerap arang aktif terhadap iodium. Selanjutnya hasil uji Tukey pada Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan bahwa daya jerap iodium arang aktif cenderung meningkat dengan bertambahnya suhu aktivasi dan waktu aktivasi. Daya jerap arang aktif terhadap iodium tempurung biji mete yang diperoleh pada penelitian ini hampir sama dengan daya jerap tempurung kemiri sunan yang berkisar antara 138,46 – 768,31 mg/g (Hendra, Gusti, & Komarayati, 2014). Menurut Pari (1991) dalam Sujarwo (2007), suhu aktivasi yang semakin meningkat akan mengkonversi karbon dan membantu pembentukan pori mikro dalam arang secara berkesinambungan yang diikuti dengan meningkatnya daya adsorpsinya. Kemudian setelah itu dinding pori karbon mulai rusak atau erosi sehingga luas permukaan pori menurun kembali dan diikuti dengan menurunnya daya adsorpsi.

H. Daya Jerap Arang Aktif terhadap Metilen Biru

Penetapan daya jerap arang aktif terhadap metilen biru bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna dengan ukuran molekul 15 Å atau 1,5 nm. Daya jerap arang aktif terhadap metilen biru yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 128,38 – 131,35 mg/g. Pada Tabel 1 diketahui bahwa daya jerap arang aktif terhadap metilen biru tertinggi (131,35 mg/g) diperoleh dari arang yang diaktivasi pada suhu 1000°C selama 90 menit (A3B3) sedangkan daya jerap terendah (128,38 mg/g) diperoleh dari arang yang diaktivasi pada suhu 1000°C selama 30 menit (A3B1). Semua nilai daya serap arang aktif terhadap metilen biru ini memenuhi standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 karena nilainya lebih dari 120 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif hasil penelitian ini efektif bila digunakan sebagai penjerap warna dengan ukuran molekul 15 Å atau 1,5 nm. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian Kumar, Ramalingam, & Sithishkumar (2011) dan Subramaniam & Ponnusamy (2015) yang menyimpulkan bahwa arang aktif tempurung biji mete dapat dijadikan sebagai adsorben yang murah dalam menghilangkan metilen biru yang larut dalam air limbah.

Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa faktor suhu aktivasi, waktu aktivasi, dan interaksi antara kedua faktor berpengaruh sangat nyata terhadap daya jerap arang aktif terhadap metilen biru. Selanjutnya hasil uji Tukey pada Tabel 3 menunjukkan bahwa aktivasi menggunakan suhu 1000°C berpengaruh sangat nyata terhadap daya jerap arang aktif terhadap metilen biru sedangkan arang tempurung biji mete yang diaktivasi pada suhu 800 dan 900°C menghasilkan daya jerap yang tidak berbeda nyata. Waktu aktivasi selama 90 menit juga memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap daya jerap arang aktif terhadap metilen biru sedangkan waktu aktivasi selama 30 menit dan 60 menit menghasilkan daya jerap yang tidak berbeda nyata.

I. Pemilihan Arang Aktif Terbaik

Arang aktif terbaik diambil berdasarkan nilai daya jerap arang aktif terhadap beberapa senyawa.

Pada penelitian ini arang aktif terbaik diperoleh dari arang yang diaktivasi pada suhu 1000°C selama 90 menit (A3B3). Arang aktif tersebut dipilih berdasarkan nilai terbaik pada daya jerap arang aktif terhadap metilen biru. Selain itu, arang aktif tersebut juga memiliki karakteristik yang sesuai dengan standar kualitas (SNI 06-3730-1995), khususnya kadar air, kadar zat terbang, kadar karbon terikat, dan daya jerap arang aktif terhadap metilen biru.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Tempurung biji mete dapat digunakan sebagai bahan arang aktif dengan kadar air, kadar zat terbang, kadar karbon terikat, dan daya jerap arang aktif terhadap metilen biru memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995). Mutu arang aktif terbaik diperoleh dari arang yang diaktivasi pada suhu 1.000°C selama 90 menit (A3B3). Pada proses aktivasi tersebut dihasilkan karakteristik arang aktif yang telah memenuhi SNI Arang Aktif Teknis meliputi kadar air 0,40%; kadar zat terbang 8,85%; kadar karbon terikat 77,40%; daya jerap terhadap metilen biru 131,35 mg/g; dan rendemen 45,19%. Meskipun demikian, beberapa karakteristik arang aktif tersebut belum memenuhi standar SNI, yaitu kadar abu 13,75%; daya jerap terhadap benzena 2,93%; dan daya jerap terhadap iodium 703,73 mg/g.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Ali selaku teknisi di Laboratorium Kimia Analitik Universitas Negeri Yogyakarta dan Aji Nur Rakhmat selaku teknisi di Laboratorium Energi Biomassa, Universitas Gadjah Mada atas kerjasamanya dan bantuannya selama kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Asano, N., Nishimura, J., Nishimiya, K., Hata, T., Imamura, Y., Ishihara, S., & Tomita, B. (1999). Formaldehyde reduction in indoor environments by wood charcoals. *Bulletin*

of Wood Research Institute Kyoto University, 86, 7–8.

Austin, G. T. (1984). *Shreve's chemical process industry* (5th ed.). New York: McGraw-Hill Book Company.

Direktorat Jenderal Perkebunan. (2014). *Statistik perkebunan indonesia: Jambu mete 2013 – 2015*. Jakarta : Kementerian Pertanian.

Dos Santos, M. L., & De Magalhaes, G. C. (1999). Utilisation of cashew nut shell liquid from *Anacardium occidentale* as starting material for organic synthesis : a novel route to lasiodiplodin from cardols. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 10(1), 13-20. doi:10.1590/s0103-505319990001100003.

Hendra, D. (2006). Pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa sawit dan serbuk gergajian campuran. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(2), 117-132.

Hendra, D. (2007). Pembuatan arang aktif dari limbah pembalakan kayu pupsa dengan teknologi produksi skala semipilot. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 25(2), 93-107.

Hendra, D., Gusti, E.P., & Komarayati, S. (2014). Pemanfaatan limbah tempurung kemiri sunan (*Aleurites trisperma*) sebagai bahan baku pada pembuatan arang aktif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(4), 271-282. doi:10.20886/jphh.2014.32.4.271-282

Hudaya, N. & Hartoyo. (1990). Pembuatan arang aktif dari tempurung biji – bijian asal tanaman hutan dan perkebunan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 8(4), 146 – 149.

Kumar, P.S., Ramalingam, S., & Sathiskumar, K. (2011). Removal of methylene blue dye from aqueous solution by activated carbon prepared from cashew nut shell as a new low-cost adsorbent. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 28(1), 149-155.

Lempang, M., Syafii, W., & Pari, G. (2012). Sifat mutu arang aktif tempurung kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(2), 100 – 113.

Lempang, M. & Tikupadang, H. (2013). Aplikasi arang aktif tempurung kemiri sebagai komponen media tumbuh semai melina. *Jurnal Penelitian Kebutanan Wallacea*, 2(2), 121-137.

- Monika, I., Sumaryono, Suprpto, S., Rahayu, A., dan Margono, B. (2009). Optimasi proses dan uji coba pemanfaatan karbon aktif batu bara. *Laporan Akhir*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batu Bara, Bandung.
- Naftali, C. & Wamea, A.P. (2015). *Prarancangan pabrik karbon aktif grade industri dari tempurung kelapa* [Skripsi Sarjana]. Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Pari, G., Tohir, D., Mahpudin, & Ferry, J. (2006a). Arang aktif serbuk gergaji kayu untuk pemurnian minyak goreng bekas. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(4), 309-322.
- Pari, G., Santoso, A., & Hendra, D. (2006b). Pembuatan dan pemanfaatan arang aktif sebagai reduktor emisi formaldehida kayu lapis. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 24(5), 425-436.
- Pari, G., Hendra, D., & Pasaribu, R. A. (2008). Peningkatan mutu arang aktif kulit mangium. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 26(1), 214-227.
- Patel, R. N., Bandhyopadhyay, S., & Ganesh, A. (2006). Extraction of cashew (*Anacardium occidentale*) nut shell liquid using supercritical carbon dioxide. *Bioresource Technology*, 97, 847-853. doi:10.1016/j.biortech.2005.04.009.
- Pujiarti, R. & Sutapa, J.P. (2005). Mutu arang aktif dari limbah kayu mahoni (*Swietenia macrophylla* King) sebagai bahan penjernih air. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 3(2), 33-38.
- Ragupathy, S., Raghu, K., & Prabu, P. (2015). Synthesis and characterization of TiO₂ loaded cashew nut shell activated carbon and photocatalytic activity on BG and MB dyes under sunlight radiation. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 138, 314-320. doi:10.1016/j.saa.2014.11.087.
- Ratnawati & Hartanto, S. (2010). Pengaruh suhu pirolisis cangkang sawit terhadap kuantitas dan kualitas asap cair. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 12(1), 7-11.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (1995). *Arang aktif teknis* (SNI 06-3730-1995). Dewan Standardisasi Indonesia.
- Subramaniam, R. & Ponnusamy, S.K. (2015). Novel adsorbent from agricultural waste (cashew nut shell) for methylene blue dye removal//: Optimazion by response surface methodology. *Water Resources and Industri*, 11, 64-70. doi:10.1016/j.wri.2015.07.002.
- Yuliana, M., Tran-Thi, N. Y., & Hsu-Ju, Y. (2012). Effect of extraction methods on characteristic and composition of Indonesian cashew nut shell liquid. *Industrial Crop and Products*, 35, 230-236. doi:10.1016/j.indcrop.2011.07.007.