

## PENGARUH SUHU DAN LAMA AKTIFASI TERHADAP MUTU ARANG AKTIF DARI KAYU KELAPA

*Effects of Activation Temperature and Duration Time on the Quality of the Active Charcoal of Coconut Wood*

**Fahri Ferdinand Polii**

Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado

Jalan Diponegoro No. 21-23, Manado

Pos-el: fahripolii@yahoo.co.id

(Artikel diterima Oktober 2017; revisi akhir 4 Desember 2017; disetujui 12 Desember 2017)

**Abstract** Active charcoal is charcoal created with the process of activation of animals, plants, minerals or waste containing carbon. Coconut is plantation crop, in which almost all parts of this plant are beneficial; especially the bottom part of old coconut trunks primarily utilized as construction material and the upper part is often simply dumped or made into fuel (firewood). To increase the added value of coconut wood (the tip) that has not been utilized optimally then this part is made into industrial products, namely active charcoal. This research aims to know effects of temperature and time of activation against the quality of the active charcoal of coconut wood raw material. This study used a factorial experiment design with activation temperature treatment each 700°C, 800°C and 900°C Each heating was conducted at three duration times i.e. 1 hour, 2 hours and 3 hours. The results showed moisture content 0,19%-4,07%, volatile matter 6,01%-8,75%, ash content 3,87%-5,64%, absorption against iodine he activated charcoal adsorptive capacity on iodine (I<sub>2</sub>) was 544,16 mg/g-665,07mg/g and fixed carbon levels between 84,44%-88,22% and rendemen ranged from 71,69%-78,66%. The results showed that the optimum activation condition to acquire activated charcoal with the best quality was at 800°C for 3 hours duration

**Key words:** active charcoal, coconut wood, carbon, charcoal, activation

**Abstrak** Arang aktif adalah arang yang dibuat dengan proses aktifasi dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon. Tanaman kelapa merupakan tanaman perkebunan yang hampir semua bagian tumbuhan ini bermanfaat, khusus batang kelapa yang telah tua terutama bagian bawah dimanfaatkan sebagai bahan bangunan dan bagian atas sering hanya dibuang atau dijadikan bahan bakar (kayu bakar). Untuk meningkatkan nilai tambah kayu kelapa (bagian ujung) yang belum dimanfaatkan secara optimal, maka bagian ini dibuat menjadi produk industri yakni arang aktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu aktifasi terhadap mutu arang aktif dari bahan baku kayu kelapa. Penelitian ini menggunakan desain percobaan factorial dengan perlakuan suhu aktifasi masing-masing 700°C, 800°C dan 900°C dan waktu aktifasi 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Hasil penelitian menunjukkan kadar air yakni 0,19%-4,07%, bagian yang hilang pada pemanasan 950°C yaitu 6,01%-8,75%, kadar abu antara 3,87%-5,64%, daya serap terhadap iodium (I<sub>2</sub>) adalah 544,16mg/g-665,07mg/g dan kadar karbon aktif murni antara 84,44%-88,22% dan rendemen berkisar antara 71,69%-78,66%. Kondisi optimal arang aktif dari kayu kelapa sebagai adsorben (penyerap) yakni perlakuan suhu aktifasi 800°C dan lama aktifasi 3 jam.

**Kata kunci:** arang aktif, kayu kelapa, karbon, arang, aktifasi,

sehingga menimbulkan gejala kapiler yang mengakibatkan adanya daya adsorpsi (Yustinah dan Hartini, 2011). Karbon aktif disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya yang luas permukaan berkisar antara 300 m<sup>2</sup>/g hingga 3500 m<sup>2</sup>/g dan ini berhubungan dengan struktur pori internal sehingga

### PENDAHULUAN

Arang aktif adalah arang yang diolah lebih lanjut pada suhu tinggi dengan menggunakan gas CO<sub>2</sub>, uap air atau bahan-bahan kimia, sehingga pori-porinya terbuka dan dapat digunakan sebagai adsorben. Daya adsorpsi arang aktif disebabkan adanya pori-pori mikro yang sangat besar jumlahnya,

mempunyai sifat sebagai adsorben. (Taryana, 2002) Arang aktif fasa cair dihasilkan dari material dengan berat jenis rendah, seperti arang dari serabut kelapa yang mempunyai bentuk butiran (powder), rapuh (mudah hancur), mempunyai kadar abu yang tinggi berupa silika dan biasanya digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, dan kontaminan organik lainnya. Sedangkan arang aktif fasa gas dihasilkan dari material dengan berat jenis tinggi (Ramdja, *et al.* 2008). Karbon aktif tersedia dalam berbagai bentuk misalnya gravel, pelet (0.8-5 mm) lembaran fiber, bubuk (PAC: powder active carbon, 0.18 mm atau US mesh 80) dan butiran-butiran kecil (GAC Granular Active carbon, 0.2-5 mm) dsb. Serbuk karbon aktif PAC lebih mudah digunakan dalam pengolahan air dengan sistem pembubuhan yang sederhana. Bahan baku yang berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon dapat dibuat menjadi arang aktif, bahan tersebut antara lain: tulang, kayu lunak, sekam, tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara. Proses aktivasi merupakan suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Subadra, *et al.*, 2005)

Sesuai penggunaannya, arang aktif digolongkan ke dalam produk kimia dan bukan bahan energi seperti arang atau briket arang. Teknologi olah lanjut arang menjadi arang aktif akan memberikan nilai tambah yang besar ditinjau dari penggunaan dan nilai ekonomisnya (Hendra, 2007)

Pada umumnya karbon aktif dapat di aktivasi dengan 2 cara, yaitu dengan

cara aktivasi kimia dengan hidroksida logam alkali, garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dari logam alkali tanah dan khususnya  $ZnCl_2$ ,  $CaCl_2$ , asam-asam anorganik seperti  $H_2SO_4$  dan  $H_3PO_4$  dan aktivasi fisika yang merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas pada suhu  $800^\circ C$  hingga  $900^\circ C$  (Kim, *et al.*, 1996). Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses aktivasi adalah waktu aktivasi, suhu aktivasi, ukuran partikel, rasio aktivator dan jenis aktivator yang dalam hal ini akan mempengaruhi daya serap arang aktif. Proses aktivasi merupakan hal yang penting diperhatikan disamping bahan baku yang digunakan. Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap arang yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Ajayi dan Olawale, 2009). Pada prinsipnya pori yang terbentuk pada arang aktif terjadi secara fisik dan kimia. Pori yang terbentuk secara kimia terjadi dari hasil penataan kembali atom karbon akibat dari proses karbonisasi yang membentuk kristalit heksagonal, di mana makin tinggi suhu karbonisasi jumlah atom karbon yang membentuk kristalit makin banyak. (Pari, 2004). Daya adsorpsi arang aktif disebabkan adanya pori-pori mikro yang sangat besar jumlahnya, sehingga menimbulkan gejala kapiler yang mengakibatkan adanya daya adsorpsi (Yustinah dan Hartini, 2011). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap arang aktif (Agustina, 2004), yaitu sifat arang aktif, sifat komponen yang diserapnya, sifat larutan dan sistem kontak. Daya serap arang aktif terhadap komponen-komponen yang berada dalam larutan atau gas disebabkan oleh kondisi permukaan dan struktur porinya (Guo *et al.*, 2007). Penggunaan arang aktif

sebagai adsorben telah diteliti oleh peneliti terdahulu. Kusmiyati *et al.* (2012) memanfaatkan arang aktif batubara untuk menurunkan kadar ion logam berat Cu<sup>2+</sup> dan Ag<sup>+</sup> pada limbah cair industri, Nurfitriyani *et al.* (2013) mengadsorpsi logam kromium (VI) menggunakan arang aktif tempurung kelapa secara kontinu. Proses yang melibatkan oksidasi selektif dari bahan baku dengan udara, juga digunakan baik untuk pembuatan arang aktif sebagai pemucat maupun sebagai penyerap uap. Bahan baku dikarbonisasi pada temperatur 400-500°C untuk mengeleminasi zat-zat yang mudah menguap. Kemudian dioksidasi dengan gas pada 800-1000°C untuk mengembangkan pori dan luas permukaan (Cobb, 2012). Rendemen pengolahan arang aktif tergantung pada bahan baku dan faktor perlakuan aktivasi (suhu, waktu dan bahan pengaktif). Arang tempurung kelapa yang diaktivasi menggunakan uap H<sub>2</sub>O pada suhu 900-1000°C selama 105 menit menghasilkan arang aktif dengan rendemen antara 36,7-51,5% (Hartoyo dkk., 1990). Aktivasi arang tempurung kemiri menggunakan panas dan uap H<sub>2</sub>O pada suhu 550-750°C selama 90-120 menit di dalam retort listrik menghasilkan arang aktif dengan rendemen antara 56,67-77,33% (Lempong, 2014).

Salah satu material hasil perkebunan yang cukup berlimpah di Indonesia adalah kayu batang pohon kelapa (Alelerung, *et al.*, 2008). Kayu kelapa (*Cocos nucifera L.*) sudah lama dikenal oleh masyarakat untuk bahan bangunan rumah seperti rangka, kaso, kusen, pintu, dinding, dan plafon dan mebel seperti meja, kursi dan almari. Batang kelapa memiliki sifat yang bervariasi dan mencolok mulai dari bagian tepi batang ke arah bagian dalam dan dari bagian pangkal batang ke arah tajuk. Pangkal batang pada umumnya memiliki sifat kekuatan dan keawetan yang lebih baik dibanding bagian dalam dan ujung batang (Suharto dan Ambarwati, 2009). Batang

kelapa ini, sebagai substitusi kayu, dapat digunakan sebagai bahan bangunan, perabot rumah tangga, alat perkakas, barang kerajinan, dan sumber energi yang berupa arang. Bagian kayu kelapa yang kurang baik digunakan sebagai bahan bangunan dan mebelair ialah ujung karena sifat kekerasan kurang baik dan telah dilakukan penelitian menjadi arang kayu kelapa dengan hasil cukup baik karena kandungan karbon terikat sekitar 84%-89% (Anonim, 1989)

## METODOLOGI

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yakni pohon kelapa yang berumur 70-80 tahun yang diambil di Kelurahan Malalayang Satu, Kota Manado dan bagian yang digunakan sebagai bahan baku ialah pada bagian ujung (1/3) bagian batang kelapa, bagian ini tidak digunakan sebagai kayu (balok atau papan) kelapa karena tidak terlalu keras dan dianggap sebagai limbah, bensin, minyak tanah, dan bahan kimia untuk analisis mutu arang aktif.

Alat-alat yang digunakan adalah gergaji mesin, kapak, parang, drum pembakaran arang, karung goni, Loyang dan ember plastik, mesin penghancur arang, ayakan, tanur, oven, neraca, hotplate dan alat laboratorium untuk analisis mutu.

### Tempat

Penelitian dilaksanakan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado

### Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan percobaan factorial yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana yang menjadi perlakuan adalah:

A = Suhu aktivasi

A<sub>1</sub> = 700 °C

A<sub>2</sub> = 800 °C

A<sub>3</sub> = 900 °C

B = lama aktivasi

B<sub>1</sub> = 1 jam

B<sub>2</sub> = 2 jam  
 B<sub>3</sub> = 3 jam  
 Setiap perlakuan diulang 2 (dua) kali

**Pelaksanaan Penelitian**

Kayu/batang kelapa (bagian ujung) di potong dan dibelah berbentuk ukuran kayu bakar dengan ukuran 4 cmx3cmx40cm, dikeringkan, dimasukkan kedalam drum pengarangan sebanyak ¼ tinggi drum yang dibagian bawah diletakkan sabut kelapa secukupnya untuk membantu proses pembakaran, sabut dan potongan kayu/batang kelapa disiram minyak tanah secukupnya lalu dibakar. Proses pembakaran (pengarangan) dilakukan terus hingga kapasitas isi drum maksimum (3/4 bagian isi drum), drum ditutup rapat dan setelah 1x24 jam arang kayu kelapa diambil.

Arang kayu kelapa digiling, diayak dengan ayakan 18 mesh dan 40 mesh, butiran arang kayu kelapa yang akan diproses adalah yang lewat ayakan 18 mesh tapi tidak lewat ayakan 40 mesh. Ditimbang 150 gram butiran arang kayu dimasukkan kedalam cawan porselin (± 10 buah cawan porselin) ditutup, lalu dimasukkan kedalam tanur listrik dan diaktifasi dengan suhu 700 °C selama 1 jam. Proses yang sama dilakukan untuk

suhu aktivasi 800 °C dan 900 °C serta aktivasi 2 jam dan 3 jam. Masing-masing proses perlakuan diulang 2 (dua) kali.

**Pengujian Kualitas**

Kualitas arang aktif berbahan baku arang kayu kelapa diuji meliputi parameter: rendemen, bagian yang hilang pada pemanasan 950°C, kadar air, kadar abu, daya serap terhadap I<sub>2</sub> dan kadar karbon aktif murni, metode pengujian mengacu pada SNI dan hasil uji dibandingkan dengan persyaratan dalam SNI06-3730-1995.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Bagian yang Hilang pada Pemanasan 950 °C**

Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C berkisar antara 10,34%-5,41% dan kadar tertinggi pada perlakuan pemanasan 700 °C dan lama aktifasi 1 jam (A1B1) dan terendah pada aktifasi 900°C selama 2 jam (A3B2). Hasil uji statistik dan uji lanjut BNT ternyata hanya suhu aktifasi yang memberikan pengaruh terhadap bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C dimana perlakuan A3 (900°C) berbeda sangat nyata dengan A1 (700°C), sedangkan A2 (800°C) tidak berbeda dengan A1 dan A3 (tabel 2).

Parameter	Perlakuan								
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3
Bagian hilang pada pemanasan 950 °C	10,34	8,18	7,73	6,98	7,97	6,93	5,59	5,41	7,03
Air, %	3,34	3,17	4,07	1,13	1,42	1,71	0,19	1,14	0,52
Abu, %	3,74	4,09	3,97	5,94	5,20	5,56	5,77	5,32	5,83
Daya serap I <sub>2</sub> , mg/g	544,16	577,09	583,31	624,50	646,23	665,07	540,52	619,40	597,13
Karbon aktif murni, %	85,59	84,57	84,44	85,95	85,42	85,80	88,22	88,13	86,62
Rendemen, %	78,59	79,37	78,04	74,67	74,14	78,59	79,37	78,04	74,67

Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C dari arang aktif hasil penelitian menurun dengan meningkatnya suhu aktifasi. Semakin tinggi suhu aktifasi, maka semakin kecil bagian yang hilang pada pemanasan

950 °C dan sebaliknya semakin rendah suhu aktifasi semakin tinggi bagian yang hilang pada pemanasan 950°C. Hal ini terjadi karena pada aktifasi suhu rendah sebagian senyawa kompleks yang ada dalam arang belum

terurai/menguap seperti senyawa belerang dan nitrogen serta senyawa lain yang ada dalam arang. Sedangkan pada pemanasan 900°C pori-pori pada arang akan terbuka oleh adanya penetrasi panas yang tinggi dan jika ada pori yang sudah terbuka akan menyebabkan peningkatan diameter pori yang menyebabkan senyawa kompleks terutama yang menutup pori arang keluar. Menurut Pari 2006, pada pemanasan 700°C senyawa sulfur dan nitrogen dalam arang tidak akan menguap. Tinggi rendahnya kadar zat terbang yang dihasilkan menunjukkan juga permukaan arang aktif masih ditutupi oleh senyawa non karbon yang bermuatan negatif sehingga mempengaruhi kemampuan daya serapnya, (Lempang,2014)

#### Kadar Air

Kadar air dari arang aktif berbahan baku kayu kelapa dapat dilihat pada tabel 1. Rata-rata kadar air arang aktif hasil penelitian tertinggi diperoleh pada perlakuan suhu 700 °C dan lama aktifasi 3 jam (A1B3) yakni 4,07%) dan terendah pada suhu aktifasi 900 °C dan lama aktifasi 1 jam (A3B1) yaitu 0,19%. Kadar air arang aktif hasil penelitian menurun dengan semakin tinggi suhu aktifasi dan lama aktifasi,

hasil uji statistik ternyata baik suhu aktifasi maupun waktu aktifasi memberikan pengaruh terhadap kadar air arang aktif tapi interaksi kedua perlakuan tidak berbeda, uji lanjut BNT menunjukkan kadar air perlakuan A (suhu 900°C) berbeda nyata dengan suhu 700°C (A1) akan tetapi perlakuan suhu 800°C (A2) tidak berbeda dengan suhu 700°C (A1) dan suhu 900°C (A3). Untuk lama aktifasi perlakuan B1 (1 jam) berbeda dengan B3 (3 jam) sedangkan perlakuan B2 (2 jam) tidak berbeda dengan B1 dan B3 (tabel 2). Tingginya kadar air arang aktif yang diaktifasi pada suhu rendah (700 °C) disebabkan oleh beberapa faktor antara lain adanya air terikat baik yang berbentuk uap maupun cair yang terperangkap dalam molekul arang yang tidak keluar pada waktu proses pemanasan pada suhu rendah, karena ikatan atom C pada arang belum mengalami pemecahan oleh panas dan uap air tetap terperangkap dalam ikatan molekul atom C antara atom C yang satu dengan yang lain. Sebaliknya semakin tinggi suhu aktifasi dan lama aktifasi, maka semakin banyak air yang ada dalam rongga ikatan atom C yang keluar dan menguap, karena pada suhu tinggi ikatan atom C dalam arang akan terbuka

Tabel 2. Uji BNT Pengaruh suhu dan lama aktifasi terhadap mutu arang aktif kayu kelapa

Parameter	Parameter					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
Rata-rata bagian hilang pada pemanasan 950 oC, %	8,75 b	7,29 ab	6,01 a			
Rata-rata kadar air, %	2,52 b	1,42 ab	0,62 a	0,55 a	1,91 ab	2,10 b
Rata-rata kadar abu, %	3,87 a	5,57 b	5,64 b			
Rata-rata daya serap I2, mg/g	568,19 a	585,68 a	645,27 b	569,73 a	569,73 b	615,17 b
Rata-rata rendemen, %	615,17 b	73,84 a	71,69 a			

Keterangan: notasi sama = tidak berbeda, notasi tidak sama=berbeda nyata

Menurut Pari, 2006 tingginya kadar air arang aktif pada suhu 700 °C berarti kandungan air terikat lebih besar yang disebabkan oleh struktur arang aktif yang tersusun oleh 6 buah atom C pada setiap sudut heksagonal memungkinkan butir-butir air terperangkap didalamnya dan pada suhu tinggi butir-butir air lepas sehingga kadar air menjadi rendah.

Kadar air hasil penelitian memenuhi persyaratan SNI 06-3730-1995.

#### **Kadar Abu**

Kadar abu arang aktif yang dihasilkan berkisar antara 3,74%-5,94% (Tabel 1). Hasil uji statistik ternyata hanya waktu aktifasi yang berpengaruh dan uji lanjut BNT perlakuan A1 (700 °C) berbeda dengan A2 (800 °C) dan A3 (900 °C) antara A2 tidak berbeda dengan A3 (tabel 2). Data diatas memperlihatkan semakin tinggi suhu aktifasi, maka kadar abu juga meningkat, hal ini terjadi karena pada aktifasi suhu tinggi terjadi penguraian senyawa-senyawa berbentuk mineral yang mengendap sebagai padatan dalam arang aktif.

Tingginya kadar abu yang dihasilkan dapat mengurangi daya adsorpsi arang aktif, hanya suhu aktifasi yang berpengaruh terhadap kadar abu arang aktif, karena pori arang aktif terisi oleh mineral-mineral logam seperti K, Na, Ca dan Mg (Smisek dan Cerny, 1970). Kadar abu arang aktif dari kayu kelapa untuk semua perlakuan memenuhi persyaratan SNI 06-3730-1995.

#### **Daya serap terhadap Yodium (I<sub>2</sub>)**

Hasil penelitian pengaruh suhu aktifasi dan lama aktifasi terhadap daya serap Yodium (I<sub>2</sub>) berkisar antara 540,52 mg/g-665,07 mg/g. Hasil analisis statistik suhu dan lama aktifasi berpengaruh terhadap daya serap I<sub>2</sub>, uji BNT suhu aktifasi 900°C (A3) berbeda dengan perlakuan A1 (suhu 700 °C) dan A2 (suhu 800°C) dan lama aktifasi perlakuan B1 (1 jam) berbeda dengan B3 (3 jam). Daya serap I<sub>2</sub> secara umum menunjukkan tren meningkat seiring dengan bertambahnya suhu dan lama

aktifasi, hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu aktifasi, maka semakin banyak pori-pori arang aktif yang terbuka membentuk rongga yang lebih besar ukurannya dari molekul I<sub>2</sub> sehingga molekul I<sub>2</sub> masuk kedalam rongga arang aktif. Salah satu parameter yang diuji dan menjadi acuan kualitas arang aktif ialah daya serap I<sub>2</sub>, semakin tinggi daya serap I<sub>2</sub>, maka semakin tinggi mutu/kualitas arang aktif, karena penggunaan arang aktif umumnya sebagai bahan penyerap (absorpsi). Daya adsorpsi karbon aktif terhadap iod memiliki korelasi dengan luas permukaan dari karbon aktif. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut. Untuk bilangan Iodin akan semakin bertambah, daya serap terhadap Iod semakin besar dengan kenaikan suhu, ini berarti bahwa kualitas arang aktif akan semakin baik dalam penyerapan (Pari, 2006). Luas area permukaan pori merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu karbon aktif sebagai adsorben. Hal ini disebabkan karena luas area permukaan pori merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben (Pari, 2006). Daya serap arang aktif terhadap komponen-komponen yang berada dalam larutan atau gas disebabkan oleh kondisi permukaan dan struktur porinya (Guo et al.,2007)

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap arang aktif (Agustina, 2004), yaitu sifat arang aktif, sifat komponen yang diserapnya, sifat larutan dan sistem kontak.

Sebahagian besar pori-pori arang masih tertutup oleh hidrokarbon, ter, dan komponen lain, seperti abu, air, nitrogen, dan sulfur (Puziy et al.,2003) yang menghambat keaktifannya atau daya serapnya rendah

Hasil uji daya serap I<sub>2</sub> jika dibandingkan dengan SNI 06-3730-1995 belum memenuhi syarat, hal ini karena masih ada pori-pori arang aktif

yang tertutup oleh abu dan belum semua pori-pori arang aktif terbuka optimal melebihi ukuran molekul  $I_2$  sehingga daya serap belum maksimal.

### Karbon terikat

Kadar karbon terikat arang aktif yang dihasilkan berkisar antara 84,44%-88,22%, kadar karbon aktif murni tertinggi diperoleh pada perlakuan A3B1 (suhu 900°C, lama aktifasi 1 jam) dan terendah pada A1B3 (suhu 700°C, lama aktifasi 3 jam). Hasil uji statistik menunjukkan suhu aktifasi, lama aktifasi dan interaksinya tidak berpengaruh terhadap kadar karbon aktif murni. Hasil ini jika dibandingkan dengan SNI 06-3730-1995 ternyata memenuhi syarat. Kadar karbon aktif murni dari arang aktif sangat dipengaruhi oleh bahan baku arang kayu, jika arang mengandung kadar karbon terikat tinggi, maka dengan sendirinya kandungan karbon aktif murni dalam arang aktif tinggi dan sebaliknya jika kadar karbon aktif dalam bahan baku rendah, maka karbon aktif murni dalam arang aktif yang dihasilkan juga rendah. Tetapi ada beberapa faktor lain yang ikut berpengaruh terhadap kadar karbon aktif murni arang aktif antara lain cara aktifasi, suhu aktifasi, kandungan selulosa dan lignin dalam bahan baku. Menurut Pari (2004) tinggi rendahnya kadar karbon terikat yang dihasilkan selain di pengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar abu dan zat terbang juga dipengaruhi oleh kandungan selulosa dan lignin yang dapat dikonversi menjadi atom karbon.

### Rendemen

Rendemen arang aktif yang dihasilkan berkisar antara 70,90%–79,37% (Tabel 1). Berdasarkan uji statistik ternyata hanya suhu aktifasi yang memberikan pengaruh signifikan terhadap rendemen arang aktif, uji lanjut BNT ada satu perlakuan  $A_1$  (700°C) yang berbeda sangat nyata dengan perlakuan  $A_2$  (800°C) dan  $A_3$  (900°C). Rendemen arang aktif menunjukkan semakin tinggi suhu aktifasi, maka rendemen semakin

berkurang. Hal ini terjadi karena semakin tinggi suhu aktifasi semakin banyak senyawa-senyawa kompleks yang ada dalam arang terurai menjadi senyawa-senyawa sederhana berupa padatan, gas dan cairan. Rendemen terendah pada perlakuan A3B3 (suhu aktifasi 900°C, waktu 3 jam) ini menunjukkan bahwa reaksi antara atom C (karbon) pada arang dengan uap  $H_2O$  makin intensif terutama pada suhu 900°C, dan waktu aktifasi 3 jam sehingga mengubah sebagian karbon tersebut berbentuk padat menjadi bentuk gas. Aktivasi arang tempurung kemiri menggunakan panas dan uap  $H_2O$  pada suhu 550-750°C selama 90-120 menit di dalam retort listrik menghasilkan arang aktif dengan rendemen antara 56,67-77,33% (Lempang dkk., 2013). Menurut Pari, dkk 2006 semakin tinggi suhu aktifasi, maka kecepatan reaksi antara karbon dan uap air semakin meningkat sehingga karbon yang bereaksi menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$  semakin banyak dan jumlah karbon yang tersisa semakin turun.

### SIMPULAN

Kayu kelapa bagian ujung yang tidak dimanfaatkan sebagai bahan bangunan dan meubelair dapat dimanfaatkan dan dijadikan arang aktif. Suhu aktifasi dan lama aktifasi memberikan pengaruh terhadap mutu arang aktif dari kayu kelapa. Hampir semua parameter yang dianalisis pada arang aktif hasil penelitian memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia Arang aktif teknis kecuali untuk daya serap terhadap iodium ( $I_2$ ). Penggunaan arang aktif sebagai bahan penyerap, maka kondisi optimal untuk membuat arang aktif dengan mutu terbaik dari kayu kelapa yakni suhu aktifasi 800°C dan lama aktifasi 3 jam menghasilkan Bagian hilang pada pemanasan 950 °C 6,93 %, kadar air 1,71%, kadar abu 5,56%, daya serap terhadap iodium ( $I_2$ ) 665,07 mg/g, karbon aktif murni 85,80% dan rendemen 78,59%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Kepada Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado yang menyediakan dana dan fasilitas penelitian juga kepada Bapak

Diterbitkan oleh Balai Besar Industri Hasil Perkebunan

1. Agustina, S. 2004, Kajian Proses Aktivasi Ulang Arang Aktif Bekas Adsorpsi Gliserin Dengan metode Pemanasan (Tesis Program Magister). Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
2. Allorerung D, Mahmud Z, Prastowo B. 2008. Peluang kelapa untuk pengembangan produk kesehatan. Pengembangan Inovasi Pertanian 1 (4): 298-315.
3. Anonim, 1989, Penelitian Pemanfaatan Batang Kelapa Menjadi Arang. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Manado
4. Anonim. SNI 06-3730-1995, Arang Aktif Teknis, BSN
5. Subadra, I. Setiaji, B. dan Tahir, I. 2013. Activated Carbon Production From Coconut Shell With  $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$  Activator As An Adsorbent In Virgin Coconut Oil Purification. Jurnal Teknik Pomits vol. 2, no. 1, hal: 2301-2337
6. Guo, J., Y. Luo, A.C. Lua, R.A. Chi, Y.L.Chen, X.T. Bao, S.X. Xiang. 2007, Adsorption of Hydrogen Sulphide ( $\text{H}_2\text{S}$ ) by activated carbons derived from oil-palm shell. Carbon 45 (3):330-336.
7. Hendra, D. 2007. Pembuatan arang aktif dari limbah pembalakan kayu puspada dengan teknologi produksi skala semi pilot. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 25 (2): 93-107.
8. Lempang, M., W. Syafii dan G. Pari. 2012. Sifat dan Mutu Arang Aktif Tempurung Kemiri. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 30 (2): 278-294.
9. Lempang, M. dan Tikupadang, H. 2013. Aplikasi Arang Aktif Tempurung Kemiri Sebagai Komponen Media Tumbuh Semai Melina. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea 2(2): 121-137.
10. Lempang, M. 2014. Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. Info Teknis Eboni Vol. 11(2), :65-80
11. Ramdja, A.F, Halim, M. dan Handi, J. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*). Jurnal Teknik Kimia, 15 (2): 27-32
12. Rumidatul, A. 2006. Efektifitas arang aktif sebagai absorben pada pengolahan air limbah. Tesis Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor.
13. Kim, I.K. Hong, I.S. Choi and C.H. Kim 1996. Journal of Ind. and Eng. Chemistry, 2 (2) 116-121
14. Pari, G, Komarayati, S., Hendra, D dan Gusmailina. 1998. Pembuatan arang aktif dari biomassa hutan. Buletin Penelitian Hasil Hutan. 16 (2): 61-68.
15. Pari, G. Hendra, D dan R. A. Pasaribu. 2006. Pengaruh Lama Waktu Aktivasi dan Konsentrasi Asam Fosfat Terhadap Mutu Arang Aktif Kulit Kayu Acacia Mangium. 24 (1): 33-46
16. Purwanto, D. 2011. Finishing Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Untuk Bahan Interior Ruangan. Jurnal Riset Industri Hasil Hutan. 3 (2): 183-188
17. Jamilatun S. dan Setyawan M. 2014. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair, Spektrum Industri. 12 (1): 73-84
18. Santoso, A. dan G. Pari, 2012. Pengaruh Arang Aktif dalam Campuran Bahan Baku Terhadap Karakteristik Papan Partikel. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 30 (3): 235-242.
19. Suharto dan Ambarwati, D.R.S. 2014. Pemanfaatan Kelapa (Batang, Tapas, Lidi, Sabut, dan Tempurung) sebagai Bahan Baku Kerajinan. Jurnal Humaniora, 4 (2): 1-7
20. Taryana, M. 2002. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). Skripsi Jurusan Teknik Industri, FT-USU