

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

47bebc85fbd6992e29a7d1e55f576f498264882852170ee4b6d3ed9f9e2b0fc9

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

## KUALITAS ARANG ENAM JENIS KAYU ASAL JAWA BARAT SEBAGAI PRODUK DESTILASI KERING (*Charcoal Quality of Six Wood Species from West Java as Dry Distillated Product*)

Novitri Hastuti, Gustan Pari, Dadang Setiawan, Mahpudin, Saepuloh

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor,  
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610, Telp. 0251-8633378, Fax. 0251-8633413  
E-mail: novienov3@yahoo.com, gustanp@yahoo.com

Diterima 28 Nivember 2014, Direvisi 6 April 2015, Disetujui 3 Agustus 2015

### ABSTRACT

Six wood species from West Java which are *ki hiur* (*Castanopsis acuminatissima* A.DC.), *tunggeureuk* (*Castanopsis tunggurut*), *huru pedes* (*Cinnamomum iners* Reinw.Ex Bl.), *huru koja* (*Litsea angulata* Bl.), *ki kante* (*Ficus nervosa* Heyne) and *kelapa ciung* (*Horsfieldia glabra* Warb) have been distilled by dry distillation at temperature 450°C-500°C for five hours in the retort distillation. Distillates from the dry distillation in form of charcoal, tar and liquid are calculated. The results exhibited charcoal quality of six woods meet the standards of Indonesia for charcoal and charcoal briquettes with calorific values ranging from 6743-6795 cal/g, fixed carbon ranging from 79.42 % - 82.37 %. Charcoal yield ranging from 27.43 % -33.55 % . Pearson correlation analysis on the lignin content and wood gravity to charcoal calorific value indicates that the lignin content has a significant correlation to the calorific value of charcoal.

**Keywords:** Wood, distillate, dry distillation, charcoal

### ABSTRAK

Enam jenis kayu asal Jawa Barat yaitu *ki hiur* (*Castanopsis acuminatissima* A.DC.), *tunggeureuk* (*Castanopsis tunggurut*), *huru pedes* (*Cinnamomum iners* Reinw.Ex Bl.), *huru koja* (*Litsea angulata* Bl.), *ki kante* (*Ficus nervosa* Heyne) dan *kelapa ciung* (*Horsfieldia glabra* Warb) di destilasi kering pada suhu 450°C -500°C selama lima jam di *retort* destilasi. Destilat dari destilasi kering berupa arang, ter dan asap cair dihitung rendemennya. Hasil penelitian menunjukkan kualitas arang dari enam jenis kayu memenuhi standar Indonesia tentang arang kayu dan briket arang kayu dengan nilai kalor berkisar 6743-6795 kal/g, kadar karbon terikat berkisar 79,42 %-82,37 %. Rendemen arang berkisar 27,43 %-33,55 %. Hasil analisis korelasi *Pearson* atas kadar lignin dan berat jenis kayu terhadap nilai kalor arang menunjukkan bahwa kadar lignin memiliki korelasi yang signifikan terhadap nilai kalor arang.

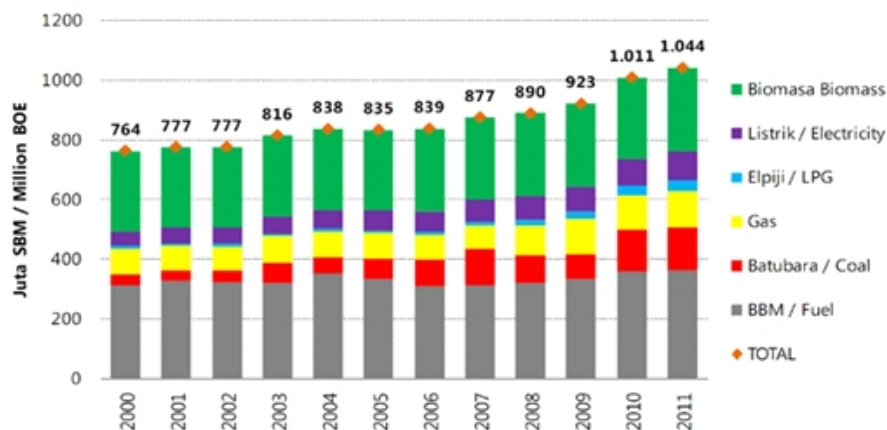
**Kata kunci:** Kayu, destilat, destilasi kering, arang

### I. PENDAHULUAN

Kayu merupakan hasil hutan yang banyak dimanfaatkan untuk berbagai tujuan penggunaan. Penggunaan yang paling dominan adalah sebagai bahan konstruksi, bahan mebel serta bahan baku pembuatan kertas. Kayu sebagai sumber karbon juga dimanfaatkan sebagai sumber energi. Hal ini didukung dengan tingginya penggunaan kayu

bakar di sejumlah pedesaan di Indonesia. Menurut Dwiprabowo (2010) sebanyak 26,2 juta rumah tangga (RT) atau sekitar 47,71 % dari jumlah total 54,9 juta RT di Indonesia masih menggunakan kayu bakar dan tersebar luas di wilayah pedesaan.

Data dari Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi (PTPSE), Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) menunjukkan



**Gambar 1. Konsumsi energi final per jenis bahan bakar (Sumber : PTPSE, 2013)**  
**Figure 1. Final energy consumption by type (Source: PTPSE, 2013)**

bahwa jumlah konsumsi energi final sejak tahun 2000-2011 masih didominasi penggunaan energi dari jenis bahan bakar minyak (BBM) dan biomassa (PTPSE, 2013).

Dari Gambar 1 tampak bahwa sumber energi yang berasal dari biomassa turut berkontribusi dalam pemenuhan kebutuhan konsumsi energi di Indonesia. Salah satu pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi adalah pemanfaatan kayu. Pemanfaatan kayu sebagai sumber energi dapat dilakukan dalam bentuk kayu bakar maupun arang. Arang merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari proses karbonisasi kayu pada suhu tinggi. Arang dan destilat lainnya berupa ter dan cairan dapat diperoleh melalui proses destilasi kering. Arang merupakan residu padat hasil pembakaran pada timbunan, tanur atau retort tanpa atau dengan udara terbatas (Alpian, Prayitno, Sutapa, Budiadi, 2011). Destilasi kering juga dapat digunakan untuk menguraikan garam mineral ke dalam senyawa penyusunnya yang lebih sederhana. Destilasi banyak digunakan di industri untuk mendapatkan fasa cair yang murni dari suatu campuran bahan tertentu (Lewandowski & Milchert, 2011).

Arang yang berasal dari kayu diketahui memiliki nilai kalor yang tinggi sehingga dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti memasak atau proses pembakaran pada pembuatan material dari bahan tanah liat seperti pot, pecah belah dan genteng. Pentingnya ketersediaan bahan baku energi alternatif seperti

arang untuk rumah tangga didasari oleh tingginya konsumsi energi dari sektor rumah tangga. Lembaga PTPSE (2013) mencatat konsumsi energi final sepanjang tahun 2000-2011 didominasi oleh sektor industri, transportasi dan rumah tangga. Oleh karena itu, konversi kayu sebagai sumber energi dalam bentuk arang maupun kayu bakar, merupakan potensi sumber energi yang terbarukan. Namun demikian, karakteristik kayu sebagai bahan baku akan sangat berpengaruh terhadap kualitas arang.

Beragamnya jenis kayu di Indonesia, diduga akan berdampak pada hasil destilat pada proses destilasi kering. Hal ini dikarenakan sifat dari komponen kimia utama penyusun kayu seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Lignin merupakan komponen yang lebih tahan terhadap panas, sedangkan komponen selulosa dan hemiselulosa lebih rentan terdegradasi pada perlakuan termal. Disamping pengaruh komponen kimia kayu, kualitas arang juga dapat dipengaruhi oleh suhu dan waktu karbonisasi (Maciulaitis, Jefimovas, & Zdanevicius, 2012), asal kayu dilihat dari fase pertumbuhan pohon yaitu pancang, tiang dan pohon (Alpian et al., 2011) serta kelompok kayu daun jarum atau kayu daun lebar (Sjostrom, 1993; Braadbart & Poole, 2008).

Tulisan ini bertujuan menganalisis korelasi kadar lignin dan berat jenis kayu terhadap nilai kalor arang dan kualitas destilat berupa arang dari enam jenis kayu asal Jawa Barat sebagai produk destilasi kering.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian untuk pengambilan sampel kayu adalah Sukanegara Selatan, Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. Lokasi penelitian untuk destilasi kering dan pengujian kualitas destilat dilakukan di Laboratorium Kimia dan Proksimat Terpadu, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.

### B. Bahan dan Alat

Sampel kayu yang digunakan dalam penelitian adalah kayu ki hiur (*Castanopsis acuminatissima* A.DC.) tunggeureuk (*Castanopsis tunggurut*), huru pedes (*Cinnamomum iners* Reinw. ex Bl.), huru koja (*Litsea angulata* Bl.), ki kante (*Ficus nervosa* Heyne) dan kelapa ciung (*Horsfieldia glabra* Warb). Kayu diambil dari bagian batang bebas cabang, ujung dolok kayu dipotong berbentuk lempengan setebal 15 cm. Melalui titik pusat lempengan kayu tersebut dibagi menjadi beberapa potong juring kayu, untuk kemudian dimasukkan dalam *retort* destilasi.

Alat yang digunakan antara lain: *retort* destilasi, bejana penampung, pengatur suhu/termokopel, timbangan, oven, cawan porselen, dan *calorimeter bomb*.

### C. Prosedur Kerja

#### 1. Persiapan sampel untuk destilasi kering

Bagian batang bebas cabang yang sudah dalam bentuk dolok, diambil lempengan kayunya setebal 15 cm pada bagian ujung dolok. Lempengan kayu kemudian dipotong menjadi beberapa bagian juring kayu, lalu dimasukkan dalam *retort* destilasi untuk proses pengarangan pada suhu 500°C selama 5 jam. Setelah pengarangan selesai, *retort* didinginkan selama 24 jam, kemudian arang yang dihasilkan ditimbang. *Retort* destilasi dilengkapi dengan bejana kondensasi untuk menampung fasa gas terkondensasi.

#### 2. Pengujian kualitas arang.

Pengujian kualitas arang meliputi: perhitungan kadar air, kadar abu dan kadar zat terbang mengikuti SNI 01-1683-1989 (arang kayu) dan dilakukan secara triplo. Kadar karbon terikat dihitung dengan rumus =

$$100\% - (\text{kadar zat terbang} + \text{kadar abu})$$

#### 3. Perhitungan nilai kalor

Nilai kalor diukur menggunakan alat *calorimeter bomb* JK Junke dan Kunkel KG tipe 0210. Sebanyak satu gram arang kering oven dimasukkan ke dalam cawan silika. Sepotong kawat besi yang halus dengan panjang 10 cm dan mempunyai nilai kalor 1,5 kalori, kedua ujungnya dihubungkan pada batang-batang yang terdapat pada *bomb*, tengah kawat dibuat spiral dan disentuh pada sampel. *Bomb* kemudian ditutup dan diisi dengan gas oksigen hingga mencapai tekanan 25 atm. Bejana *calorimeter* diisi air sebanyak  $\pm 2328$  mL dan disisipkan *thermometer beckman* sehingga suhu terendah menunjukkan angka 1,5-2 °C di bawah suhu mantel air. *Bomb* yang berisi sampel dimasukkan ke dalam bejana *calorimeter* dan kemudian dihubungkan dengan arus listrik. Pembacaan suhu termometer dilakukan selama 5 menit dan dicatat per menit. Dari pengujian ini dapat dihitung panas yang diserap air dari *calorimeter bomb*. Perhitungan nilai kalor mengikuti ASTM (1998) untuk parameter nilai kalor ASTM D-2015.

#### 4. Analisis komponen kimia kayu

Setiap jenis kayu diambil bagian batang atas, batang tengah dan batang bawah dicampur dan digiling lalu diayak hingga mendapatkan serbuk 40 mesh dan tertahan disaringan 60 mesh. Analisis komponen kimia seperti kadar selulosa menurut metode Norman dan Jenkins (Wise, 1994), kadar lignin mengikuti SNI 14-0492-1989. Analisis dilakukan secara triplo.

#### 5. Perhitungan rendemen destilat

Destilat berupa arang, ter dan asap cair yang diperoleh ditimbang. Berat destilat yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan berat awal sampel (kayu) sebelum didestilasi kering.

$$\text{Rendemen destilat (\%)} = (\text{Berat destilat/berat awal sampel}) \times 100\%.$$

#### 6. Analisis data

Analisis data dilakukan deskriptif dengan membandingkan kualitas arang hasil penelitian dengan standar Indonesia dan referensi arang lainnya. Untuk mengetahui korelasi kadar lignin dan berat jenis terhadap nilai kalor arang menggunakan analisis statistik korelasi *Pearson*. Nilai korelasi *Pearson* dihitung menggunakan persamaan (Irianto, 2009):

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Dimana  $r$  : nilai korelasi hitung *Pearson*

$n$  : jumlah sampel

$X$  : variabel bebas (yang ingin diketahui korelasinya terhadap  $Y$ ) ( $X_1$  berat jenis dan  $X_2$  kadar lignin)

$Y$  : variabel dependen (nilai kalor arang)

Untuk mengetahui signifikansi dari nilai  $r$  hitung, maka digunakan uji  $t$  pada alfa ( $\alpha$ ) 0,05. Untuk menghitung  $t$  digunakan persamaan (Irianto, 2009):

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kualitas Arang

Kualitas arang yang diamati pada penelitian ini meliputi kadar air, kadar zat terbang, kadar abu, kadar karbon terikat serta nilai kalor arang. Hasil pengujian kualitas arang dari enam jenis kayu asal Jawa Barat ini juga dibandingkan dengan SNI terkait dan standar arang dari berbagai negara merujuk pada perbandingan yang dilakukan oleh Alpian et al. (2011). Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian kualitas arang dari enam jenis kayu asal Jawa Barat.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa kadar air arang tertinggi adalah ki kanteh (*F. nervosa*) sebesar 2,35%. sedangkan arang dari ki hiur (*C. acuminatissima*) memiliki kadar air terendah sebesar 0,93%. Kadar air memiliki keterkaitan dengan sifat higroskopis arang. Kadar air yang tinggi menunjukkan sifat arang yang semakin higroskopis (Hendra, 2007).

Nilai kalor arang tertinggi adalah arang yang berasal dari kayu huru pedes (*C. iners*) sebesar 6795 kal/g pada kadar air 1,55%. Arang dari kayu tenggeureuk memiliki nilai kalor arang terendah sebesar 6743 kal/g pada kadar air 1,07%. Kadar air dan kadar abu yang tinggi menyebabkan fraksi organik di dalam kayu semakin berkurang. Hal ini dapat mempengaruhi nilai kalor kayu yang semakin menurun. Fraksi organik sendiri akan berkaitan dengan kadar karbon terikat yang juga akan berpengaruh terhadap nilai kalor kayu (Braadbaart, Huisman, & Van Os, 2012).

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa arang yang dihasilkan dari kayu ki kanteh memiliki kadar abu tertinggi sebesar 2,76%. Abu yang dihasilkan menunjukkan senyawa yang tidak terbakar selama proses destilasi kering. Kandungan abu ini biasanya didominasi senyawa yang memiliki titik bakar tinggi. Kadar abu juga menunjukkan fraksi anorganik di dalam bahan. Keberadaan abu dapat berguna pada penggunaan arang di industri semen. Abu yang dihasilkan dari proses pembuatan arang dapat dicampur pada proses produksi semen (Cahyono, Coto, & Febrianto, 2008). Namun untuk skala produksi yang lebih luas dan bahan baku arang aktif, arang yang baik adalah arang dengan kadar abu yang rendah. Hal ini disyaratkan juga pada SNI 01-1683-1989 tentang arang kayu. Kadar abu maksimum yang dipersyaratkan sesuai mutu SNI adalah 4%.

Pada Tabel 1, kadar karbon terikat yang paling tinggi dimiliki arang hasil dari kayu kelapa ciung sebesar 82,37%. Arang dari kayu huru koja memiliki kadar karbon terikat terendah sebesar 79,42 %. Untuk tujuan menghasilkan karbon yang lebih tinggi sebagai bahan substitusi batu bara, maka kayu kelapa ciung lebih berpotensi dibandingkan lima jenis kayu lainnya (Pereira et al., 2012). Santos (2008) dalam Pereira et al. (2012) menyebutkan bahwa kadar karbon terikat yang dihasilkan dari suatu bahan untuk industri baja harus mencapai 75-80 %. Kadar karbon terikat yang tinggi akan mempengaruhi produktivitas tanur suhu tinggi pada penggunaan arang dalam jumlah yang sama. Pari, Setiawan, & Mahpudin (1996) menyatakan bahwa besarnya kadar karbon terikat dipengaruhi oleh zat terbang, kadar abu dan senyawa hidrokarbon yang masih menempel di permukaan arang. Nilai kadar karbon terikat dari produk arang dapat dijadikan dasar penggunaan tertentu.

Dalam industri metalurgi, kadar karbon terikat mempengaruhi penurunan besi oksida dari bijih besi pada saat produksi logam. Kadar karbon terikat yang tinggi akan lebih disenangi untuk produksi logam (FAO, 2014). Nilai kalor arang yang tinggi akan baik digunakan sebagai bahan energi. Hal ini dikarenakan nilai kalor yang tinggi akan membuat proses pembakaran semakin efisien sehingga dapat menghemat waktu dan bahan bakar.

Hasil penelitian Jamilatun (2008) menunjukkan briket arang kayu dapat mendidihkan 1 liter air dalam waktu delapan menit dengan nilai kalor

**Tabel 1. Kualitas arang enam jenis kayu asal Jawa Barat dan perbandingannya dengan SNI dan Standar Arang dari Negara Lain**

**Table 1. Charcoals quality of six types of wood from West Java and its comparison by Indonesian Standard and Charcoal Standard from Other Countries**

Contoh (Sample)	Kadar air arang (Charcoal moisture content) (%)	Kadar zat terbang (Volatile content) (%)	Kadar abu (Ash content) (%)	Karbon terikat (Fixed carbon) (%)	Nilai kalor arang (Charcoal caloric value (kal/g) (cal/g)
Ki hiur ( <i>C.acuminatissima</i> )	0,93	17,78	2,60	79,62	6781
Tenggeureuk ( <i>C.tunggurut</i> )	1,07	17,33	1,68	80,93	6743
Huru pedes ( <i>C.inners</i> )	1,55	18,31	1,42	81,50	6795
Huru koja ( <i>L.angulata</i> )	1,62	18,35	2,33	79,42	6750
Ki kante ( <i>F.nervosa</i> )	2,35	16,76	2,76	80,48	6791
Kelapa ciung ( <i>H.glabra</i> )	1,08	16,23	1,38	82,37	6747
SNI 01-1683-1989 (Arang kayu)	Maks.6	Maks.30	Maks. 4	-	-
SNI 01-1506-1989 (Arang kayu peleburan logam)	Maks.6	Maks.10	Maks.4	Min.80	Min.8000
SNI 06-4369-1996 (Bubuk arang tempurung kelapa)	Maks.6	Maks.20	Maks.5	Min.70	Min.7000
SNI 01-6235-2000 (Briket arang kayu)	Maks.8	Maks.15	Maks.8	-	Min.5000
Amerika	Maks.6	10-30	Maks.3	60-80	-
Eropa	Maks.6	20-30	Maks.3	60-70	-
Jepang	6-10	5-20	Maks.3	70-85	-
Inggris	-	12-15	1-3	Min.80	-
Malaysia	-	10	4	Min.70	Min.7000

Keterangan (Remarks) : (-) tidak tersedia informasi dalam standar

sebesar 3583 kal/g dan menghasilkan nyala api sedang. Dengan melihat nilai kalor keenam jenis kayu asal Jawa Barat, maka keenam kayu layak digunakan sebagai bahan briket arang kayu. Hal ini didasarkan pada mutu briket arang kayu yang mensyaratkan nilai kalor briket minimum 5000 kal/g sesuai dengan standar nasional SNI 01-6235-2000.

Jika dibandingkan dengan kualifikasi arang Malaysia, maka nilai kalor arang 6 jenis kayu ini belum memenuhi kualifikasi arang Malaysia (Tabel 1). Untuk kadar air, kadar abu dan kadar

karbon terikat, maka semuanya telah memenuhi standar Indonesia maupun kualifikasi arang dari luar negeri. Kadar zat terbang arang 6 jenis kayu asal Jawa Barat masih belum memenuhi persyaratan SNI 01-1506-1989, SNI 01-6235-2000, kualifikasi arang Inggris dan Malaysia.

## B. Analisis Komponen Kimia Kayu (Bahan Baku)

Santos, Carneiro, dan Castro (2011) menyebutkan bahwa komponen kimia kayu berupa kandungan lignin yang tinggi akan mempengaruhi

**Tabel 2 . Analisis komponen kimia enam jenis kayu asal Jawa Barat**  
**Table 2. Chemical compounds analysis of six wood species from West Java**

Contoh (Sample)	Berat jenis (Wood gravity) <sup>1</sup>	Holoselulosa (Holocellulose) (%)	Alpha Selulosa (Alpha cellulose) (%)	Hemiselulosa (Hemicellulose) (%)	Lignin (Lignin) (%)
Ki hiur ( <i>C.acuminatissima</i> )	0,74	81,88	51,69	30,19	25,04
Tenggeureuk ( <i>C.tunggurut</i> )	0,44	75,89	48,33	27,56	29,02
Huru pedes ( <i>C.inners</i> )	0,57	78,68	48,07	30,35	23,33
Huru koja ( <i>L.angulata</i> )	0,45	78,35	47,77	30,58	26,28
Ki kante ( <i>F.nervosa</i> )	0,35	74,59	46,83	27,76	25,71
Kelapa ciung ( <i>H.glabra</i> )	0,58	74,93	44,78	30,15	26,82

Keterangan (Remarks): <sup>1</sup> Sumber Oey (1964)

kualitas arang yang dihasilkan. Untuk mendukung analisis kualitas arang, maka analisis komponen kimia enam jenis kayu asal Jawa Barat dilakukan. Adapun hasil analisis komponen kimia keenam jenis kayu seperti pada Tabel 2.

Menurut Bowyer, Shmuslsky, & Haygreen (2007) berat jenis kayu identik dengan nilai kerapatan kayu. Kerapatan kayu berhubungan dengan porositas atau proporsi volume rongga kosong. Nilai kerapatan kayu yang tinggi dapat menghambat laju pembakaran namun akan meningkatkan nilai kalor suatu bahan (Jamilatun, 2008).

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa ki hiur merupakan kayu yang berat jenisnya tertinggi dan ki kante memiliki berat jenis terendah. Meskipun berat jenis ki hiur tertinggi namun nilai kalor arangnya masih lebih rendah dibandingkan huru pedes dan ki kante (Tabel 1). Fenomena ini dapat diduga dari pengaruh komposisi kimia kayu berupa kadar lignin. Diketahui ki hiur memiliki kadar lignin yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan ki kante. Menurut Haygreen et al. (2003) dalam Cahyono et al. (2008) lignin dan selulosa dapat mempengaruhi nilai kalor kayu. Nilai kalor lignin sebesar 6100 kkal/kg dan selulosa sebesar 4150-4350 kkal/kg. Disamping itu, nilai kalor kayu ditengarai memiliki pengaruh dalam nilai kalor arang yang dihasilkan.

Dalam bahasan untuk menghasilkan arang, maka kayu yang dipilih adalah kayu dengan kadar

lignin yang tinggi dan sedikit mengandung komponen holoselulosa. Hal ini dikarenakan komponen holoselulosa rentan terdegradasi pada suhu tinggi ketika destilasi kering dilakukan pada suhu 400-500°C. Hal ini akan berpengaruh terhadap rendemen arang yang dihasilkan. Disamping itu secara struktur kimia, komponen lignin memiliki susunan ikatan C-C dan C=C yang lebih banyak. Hal ini berbeda dengan komponen holoselulosa yang lebih banyak memiliki ikatan C-O. Ikatan karbon dengan karbon lebih sulit diputus jika dibandingkan dengan ikatan karbon dengan oksigen (Maciulaitis et al., 2012).

Untuk mengetahui korelasi kadar lignin dan berat jenis terhadap nilai kalor arang menggunakan analisis korelasi *Pearson*. Hipotesis nol ( $H_0$ ) bahwa tidak ada korelasi antara kadar lignin maupun berat jenis terhadap nilai kalor arang. Hasil analisis korelasi *Pearson* seperti pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil analisis korelasi *Pearson*, enam jenis kayu asal Jawa Barat diketahui bahwa kadar lignin memiliki nilai korelasi *Pearson* ( $r$ ) hitung negatif dan mendekati -1 (Tabel 3). Korelasi negatif mengindikasikan kenaikan kadar lignin kayu akan diikuti dengan penurunan nilai kalor arangnya. Hasil ini berbeda dengan yang dikemukakan Haygreen (2003) dalam Cahyono et al. (2008) bahwa lignin dapat mempengaruhi nilai kalor kayu, dimana lignin memiliki nilai kalor sebesar 6100 kkal/kg.

**Tabel 3. Hasil analisis korelasi Pearson kadar lignin dan berat jenis terhadap nilai kalor arang**  
**Table 3. The result of Pearson correlation analysis of lignin content and wood gravity to charcoal caloric value**

Variabel (Variable) X	<i>r</i> hitung ( <i>r</i> manual)	<i>r</i> tabel ( <i>r</i> table)	<i>t</i> hitung ( <i>t</i> manual)	<i>t</i> tabel ( <i>t</i> table)	Keterangan (Remarks)
		$\alpha$ 0,05		$\alpha$ 0,05	
Kadar lignin	-0,839	0,811	-3,087	2,776	<i>r</i> negatif mendekati -1, korelasi negatif, <i>r</i> hit < <i>r</i> tabel H0 diterima.  Uji <i>t</i> pada $\alpha$ 0,05 H0 ditolak.
Berat jenis	0,141	0,811	0,285	2,776	<i>r</i> positif mendekati 0, korelasi positif lemah, <i>r</i> hit < <i>r</i> tabel H0 diterima  Uji <i>t</i> pada $\alpha$ 0,05 H0 diterima

Untuk menguji kebenaran hasil uji *r*, maka dilanjutkan uji signifikansi korelasi menggunakan uji *t*. Hasil uji *t* pada taraf signifikansi (alfa) 0,05 menunjukkan bahwa nilai *t* berada pada penolakan H0 yang artinya hubungan antara kadar lignin dengan nilai kalor arang signifikan. Korelasi negatif pada hasil penelitian ini dapat diakibatkan oleh nilai kalor arang yang diamati tidak hanya dipengaruhi oleh kadar lignin namun juga faktor lain seperti nilai kalor kayu, berat jenis, kadar air, sifat kimia dan juga karakteristik kayu (bahan baku) yang berbeda-beda.

Untuk berat jenis kayu menunjukkan nilai *r* hitung yang positif meskipun mendekati nol (0). Ini mengindikasikan bahwa korelasi antara berat jenis kayu dan nilai kalor arang tidak kuat (Irianto, 2009). Hasil uji signifikansi korelasi dengan uji *t* pada alfa 0,05 diketahui bahwa nilai *t* hitung berada pada wilayah penerimaan H0 yang berarti hubungan berat jenis kayu dengan nilai kalor arang tidak signifikan.

### C. Rendemen Destilat

Perhitungan rendemen dilakukan untuk semua destilat yang dihasilkan dari proses destilasi kering yang berupa arang, ter dan cairan. Hasil perhitungan rendemen destilat seperti pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, dapat diketahui bahwa rendemen arang tertinggi dihasilkan oleh kayu

tenggeureuk (*C. tunggurut*) sebesar 33,55 %. Rendemen arang terendah dihasilkan oleh kayu huru koja (*L. angulata* Bl.) sebesar 27,43 %. Kayu huru pedes (*C.iners*) menghasilkan destilat ter tertinggi sebesar 9,64 %. Untuk destilat berupa cairan (*liquid*) hasil tertinggi berasal dari kayu ki kanteh (*F. nervosa*) sebesar 77,83 %. Besaran jumlah destilat yang dihasilkan dipengaruhi oleh karakteristik kayu seperti komposisi kimia dan kadar air. Kadar destilat juga dipengaruhi beberapa variabel saat proses destilasi kering berlangsung. Variabel tersebut dapat berupa suhu, waktu destilasi dan tingkat kenaikan suhu. Kenaikan suhu yang cepat pada rentang 220-300°C akan meningkatkan jumlah gas yang dihasilkan. Gas ini dapat mengandung karbon-dioksida, karbon monoksida, etilena, hidrogen dan metana (Lewadonski, 2011).

Pada proses destilasi kering antara destilat ter dan cairan dapat dipisahkan dengan metode vakum. Destilat ter dan cairan terpisah oleh lapisan asam *pyroligneous* yang terdiri atas asam asetat, metanol dan aseton. Destilat berupa cairan merupakan hasil dari destilat gas yang terkondensasi. Destilat ini dikenal juga dengan istilah asap cair atau cuka kayu. Zheng, Zhu, Gue, dan Zhu (2006) menyebutkan bahwa pada konversi *thermal* (panas/suhu tinggi), *volatile* gas akan menjadi gas yang terkondensasi dan membentuk



**Tabel 4. Hasil destilasi kering 6 jenis kayu asal Jawa Barat****Table 4. Results of dry distillation of 6 woods from West Java**

Contoh (Sample)	Rendemen arang (Charcoal yield) (%)	Kadar ter (Tar percentage) (%)	Kadar cairan (Liquid percentage) (%)
Ki hiur ( <i>C.acuminatissima</i> )	31,35	6,54	59,78
Tenggeureuk ( <i>C.tunggurut</i> )	33,55	5,88	75,82
Huru pedes ( <i>C.inners</i> )	28,51	9,64	56,48
Huru koja ( <i>L.angulata</i> )	27,43	7,18	54,55
Ki kante ( <i>F.nervosa</i> )	31,53	7,73	77,83
Kelapa ciung ( <i>H.glabra</i> )	28,37	5,39	39,76

bahan bakar cair (*liquid fuel*) sedangkan gas yang tidak terkondensasi akan menjadi bahan bakar gas (*gas fuel*). Oleh karena itu proses konversi thermal pada biomassa sering digunakan untuk mendapatkan bahan bakar dalam bentuk padatan (arang), cairan (*liquid*) maupun gas.

Komarayati, Gusmailina, dan Pari (2011) telah menganalisis kandungan unsur hara makro seperti C,N,P,K didalam cuka kayu sebagai salah satu destilat cair hasil destilasi kering. Hasilnya menunjukkan cuka kayu layak digunakan sebagai pupuk cair organik dan dapat diuji coba pada tanaman.

Besarnya rendemen arang yang dihasilkan dari destilasi kering dipengaruhi oleh beberapa faktor yang menentukan kualitas kayu. Faktor tersebut terkait dengan sifat fisik, sifat mekanik, sifat kimia, karakter anatomi yang saling mempengaruhi (Pereira et al., 2012). Menurut Food and Agriculture Organization (FAO), ada tiga faktor mayor yang mempengaruhi hasil karbonisasi kayu antara lain: 1) kadar air kayu saat proses karbonisasi; 2) tipe dari alat karbonisasi yang digunakan; 3) penanganan petugas/personal yang melakukan proses karbonisasi (FAO, 2014).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Keenam jenis kayu asal Jawa Barat yaitu : ki hiur (*Castanopsis acuminatissima* A.DC.), tenggeureuk (*Castanopsis tunggurut*), huru pedes (*Cinnamomum*

*iners* Reinw.Ex Bl.), huru koja (*Litsea angulata* Bl.), ki kante (*Ficus nervosa* Heyne) dan kelapa ciung (*Horsfieldia glabra* Warb) memiliki nilai kalor arang lebih dari 5000 kal/g telah memenuhi persyaratan briket arang kayu (SNI 01-6235-2000) namun masih belum memenuhi SNI 01-1506-1989 dan kualitas arang Malaysia. Nilai kadar air, kadar abu dan karbon terikat telah memenuhi standar Indonesia dan kualifikasi arang dari luar negeri dengan kisaran nilai kadar air 0,93-2,35 %, kadar abu 1,38-2,76 % dan kadar karbon terikat 79,42-82,37 %. Kadar zat terbang arang 6 jenis kayu asal Jawa Barat belum memenuhi persyaratan SNI 01-1506-1989, SNI 01-6235-2000 serta kualifikasi arang Inggris dan Malaysia.

Hasil uji signifikansi analisis korelasi *Pearson* menunjukkan bahwa kadar lignin memiliki hubunganyang signifikan dengan nilai kalor arang, sedangkan berat jenis kayu memiliki hubungan yang tidak signifikan terhadap nilai kalor arang.

Rendemen arang enam jenis kayu asal Jawa Barat berkisar antara 27,43 % hingga 33,55 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alpian, T. A., Prayitno, J.P.G., Sutapa & Budiadi. (2011). Kualitas arang kayu gelam (*Melaleuca cajuputi*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 9(2),141-152.
- American Standard for Testing Material (ASTM). (1998). Standard Test Method for Gross

- Calorific Value of Coal and Coke by the Adiabatic Bomb Calorimeter. In: *Annual Book of ASTM Standards, Section 5, Vol. 05.05*. West Conshohocken: ASTM.
- Bowyer, J.L., Shmulsky, R. & Haygreen, J.G. (2007). *Forest products & wood science: An Introduction*. (5<sup>th</sup> Edition).
- Braadbaart, F & Poole, I. (2008). Morphological, chemical and physical changes during charcoalification of wood and its relevance to archeological contexts. *Journal of Archeological Science*, 35 (9), 2434-2445. Elsevier.
- Braadbaart, F, Huisman, D.J.H., & van Os, B. (2012). Fuel, Fire and Heat: an experimental approach to highlight the potential of studying ash and char remains from archaeological contexts. *Journal of Archeological Science*, 39(4), 836-847.
- Cahyono, T.D., Coto, Z. & Febrianto, F. (2008). Analisis nilai kalor dan kelayakan ekonomis kayu sebagai bahan bakar substitusi batu bara di pabrik semen. *Forum Pasca-sarjana*, 31(2), 105-116.
- Dewan Standarisasi Nasional (DSN) (1989) Cara Uji kadar holoselulosa kayu, (SNI01-1303-1989). Jakarta : Dewan Standarisasi Nasional.
- Dewan Standarisasi Nasional (DSN) (1989) Arang Kayu. (SNI 01-1683-1989). Jakarta : Dewan Standarisai Nasional.
- Dewan Standarisasi Nasional (DSN) (1989) Arang Kayu Peleburan Logam. (SNI01-1506-1989). Jakarta : Dewan Standarisasi Nasional.
- Dewan Standarisasi Nasional (DSN) (1989) Cara Uji kadar lignin pulp dan kayu (Metode Klason). (SNI14-0492-1989). Jakarta : Dewan Standarisasi Nasional.
- Dewan Standarisasi Nasional (DSN) (1996) Bubuk arang tempurung kelapa. (SNI06-4369-1996). Jakarta : Dewan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), (2000). Beriket arang kayu. (SNI01-6235-2000). Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Dwiprabowo, H. (2010). Kajian kebijakan kayu bakar sebagai sumber energi di pedesaan pulau jawa. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 7(1), 1-11.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2014). Chapter 2. Wood carbonisation and the products it yields. FAO Corporate Document Repository. [terhubung berkala]. <http://www.fao.org/docrep/X5555E/x5555e03.htm>
- Hendra, D. (2007). Pembuatan arang aktif dari limbah pembalakan kayu pupsa dengan teknologi produksi semi pilot. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 25(2), 93-107.
- Irianto, A. (2009). *Statistik konsep dasar dan aplikasinya*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Jamilatun, S. (2008). Sifat-sifat penyalan dan pembakaran briket biomassa, briket batu bara dan arang kayu. *Jurnal Rekayasa Proses*, 2 (2), 37-40.
- Komarayati, S., Gusmailina & Pari, G. (2011). Produksi cuka kayu hasil modifikasi tungku arang terpadu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(3), 234-247.
- Lewandowski, M., & Milchert, E. (2011). Modern technology of dry distillation of wood. *Chemik*, 65(12), 1301-1308.
- Maciulaitis, R., Jefimovas, A. & Zdanevicius, P. (2012). Research on natural wood combustion and charring processes. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18 (5), 631-641.
- Oey, D.S. (1990). Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek: *Pengumuman Nr. 13* 12-18. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Pari, G., Setiawan, D., & Mahpudin. (1996). Hasil destilasi kering 10 jenis kayu dari Nusa Tenggara Barat. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 14(8), 12-18.
- Pereira, B.L.C., Oleivera, A.C., Carvalho, A.M.M.L, Carneiro, A.C.O., Santos, L.C., Vital, B.R. (2012). Quality of wood and charcoal from eucalyptus clones for ironmaster use. *International Journal of Forestry Research*, 523025, 1-8.

- Pusat Teknologi Pengembangan Sumberdaya Energi. (PTPSE). (2013). *Outlook energi Indonesia 2013: Pengembangan energi dalam mendukung sektor transportasi dan industri pengolahan mineral*. Jakarta: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Santos, R.C.D., Carneiro, A.D.C.O, & Castro, A.F.M. (2011). Correlation of quality parameters of wood and charcoal of clones of eucalyptus. *Forest Sciences* 90, 221-230.
- Sjostrom, E. (1993). *Kimia kayu, dasar-dasar dan penggunaannya*. (Edisi kedua). Sastrohamidjojo, H. (penerjemah). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wise, L.E. (1994). *Wood chemistry*. New York: Reinhold Publisher Corporation.
- Zheng, J.L., Zhu, X.F., Guo, Q.X., & Zhu, Q.S. (2006). Thermal conversion of rice husks and sawdust to liquid fuel. *Waste Management* (26), 1430-1435.