

## **Karakteristik dan Mutu Arang Kayu Jati (*Tectona grandis*) dengan Sistem Pengarangan Campuran pada Metode Tungku Drum**

### ***The Quality and Characteristics of Teak (*Tectona grandis*) Charcoal Made by Mixed Carbonisation in Drum Kiln***

**Rais Salim**

Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru  
Jl. P. Batur Barat No.2 Banjarbaru, Kalimantan Selatan. 70711, Indonesia  
E-mail : [raisredz@gmail.com](mailto:raisredz@gmail.com)

Diterima 22 Nopember 2016 direvisi 07 Desember 2016 disetujui 14 Desember 2016

### **ABSTRAK**

Arang adalah residu yang terjadi dari hasil penguraian kayu akibat panas yang sebagian besar komponen kimianya adalah karbon. Salah satu metode pembuatan arang kayu adalah dengan menggunakan tungku drum dengan menggunakan sistem pengarangan campuran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menelaah kualitas arang kayu jati menggunakan sistem pengarangan campuran dengan bantuan serbuk gergajian jati pada metode pengarangan tungku drum. Potongan kayu jati diameter 5 - 10 cm diarang dengan penambahan serbuk gergaji (70:30) untuk menjaga suhu proses berada pada kisaran 400 - 450°C. Parameter yang diamati meliputi rendemen, kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, persentase arang yang tertahan ayakan berlubang 6,35 cm dan lolos ayakan 3,18 cm, nilai kalor, berat jenis dan warna. Hasil pengukuran kemudian dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan SNI 01-1683-1989. Rendemen arang kayu jati dari percobaan ini 21,3% dengan kadar air 3,93%, kadar zat mudah menguap 16,57%, kadar abu 3,25%, persentase arang tertahan ayakan berlubang 6,35 cm sebanyak 88,68%, persentase arang lolos ayakan berlubang 3,18 cm sebanyak 1, 96%, kadar karbon terikat 80,18%, nilai kalor 7.141 kal/g, serta warna hitam merata.

**Kata Kunci:** arang, serbuk gergaji, suhu karbonisasi

### **ABSTRACT**

*Charcoal was the residue of the decomposition of wood from heating process whereas the chemical component was carbon. One of the charcoal production methods used was a kiln drum with carbonisation mixed system. This research aimed to identify and analyse the quality of teak wood charcoal made by carbonisation mixed system with the addition of sawdust teak using kiln drum method. Teak wood pieced in 5-10 cm diameter were charred by the addition of sawdust (70:30) to maintain the temperature process ranged between 400°C and 450°C. The parameters that were observed were yield, water content, volatile substance content, ash content, bonded carbon content, the percentage of charcoal that retained at 6.35 cm sieve and that passed the 3.18 cm sieve, calorific value, density and color. The results were then analyzed descriptively and been compared to the SNI 01-1683-1989. The yield of teak charcoal in this experiment was 21.3%, while water, volatile substance and ash content were 3.93%, 16.57%, and 3.25%, respectively. The percentage of charcoal retained at 6.35 cm sieve was 88.68%, and the ones passed 3.18 cm sieve was 1, 96%. The charcoal's bonded carbon content was 80.18%, it's calorific value was 7141 cal / g; and the color was black.*

**Keywords:** carbon, sawdust, carbonization temperatures

## I. PENDAHULUAN

Program konversi minyak tanah ke *LPG* merupakan program pemerintah terkait dengan pengalihan penggunaan bahan bakar minyak tanah ke bahan bakar *LPG*. Tujuan diberlakukannya program ini adalah untuk mengurangi subsidi minyak tanah karena *LPG* dinilai lebih hemat, bersih dan cepat daripada penggunaan minyak tanah. Kebijakan konversi ini khususnya untuk *LPG* tabung 3 kg ternyata masih menyimpan beberapa masalah. Masalah yang paling klasik selain seringnya terjadi ledakan tabung gas yaitu masalah ketersediaan pasokan *LPG* di pasaran. Permasalahan tersebut antara lain disebabkan oleh pola distribusi yang belum terlalu baik, jumlah armada kendaraan penyalur *LPG* yang belum seimbang dengan jumlah permintaan di pasar dan infrastruktur jalan yang buruk serta tingkat kemacetan yang tinggi untuk kota-kota besar di Indonesia. Hal ini tentu berakibat pada tidak stabilnya harga *LPG* di pasaran terutama pada daerah-daerah yang sulit diakses oleh moda transportasi. Sebagian masyarakat sangat sulit untuk mendapatkan ataupun membeli bahan bakar *LPG* yang biasa digunakan untuk keperluan memasak dalam kehidupan sehari - hari. Keadaan ini mendorong masyarakat untuk mencari bahan bakar alternatif yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari sebagai pengganti bahan bakar minyak dan gas. Salah satu bentuk bahan bakar alternatif yang dapat digunakan yaitu penggunaan arang kayu sebagai substitusi bahan bakar tersebut.

Menurut Lempang (2014), arang adalah residu dari proses penguraian panas terhadap bahan mengandung karbon yang sebagian besar komponennya adalah karbon. Proses penguraian panas ini dapat dilakukan dengan jalan memanasi bahan langsung atau tidak langsung di dalam timbunan, kiln atau tanur. Proses karbonisasi menjadi arang dapat menghilangkan senyawa volatil dan kelembaban sehingga menghasilkan karbon sisa dengan proporsi yang lebih tinggi. Pada umumnya pemanfaatan arang dari kayu lebih unggul dibandingkan dengan pembakaran biomassa mentah karena selain tanpa asap dan emisi yang berlebihan juga karena nilai kalor (pembakaran) yang lebih tinggi

(Gebresas, Asmelash, Berhe & Tesfay, 2015). Di Indonesia, produksi arang secara umum memiliki keunggulan diantaranya bahan baku tersedia dalam jumlah yang cukup banyak dan dapat diambil dari berbagai dimensi dan jenis kayu seperti dari limbah industri, potongan kayu berdiameter kecil dan dari jenis kayu tidak komersial (Sari, Rahmadi & Shodiqin, 2009). Produksi arang selain dapat mengurangi jumlah limbah kayu juga meningkatkan nilai ekonomis kayu. Bahan baku arang juga dapat diperoleh dari limbah aktivitas kehutanan, pertanian, dan perkebunan sehingga pemanfaatan limbah sebagai bahan baku arang tidak hanya dari kayu tetapi juga non kayu. Limbah selain kayu dapat berbentuk bahan buangan yang tidak terpakai dan bahan sisa dari hasil pengolahan. Bahan-bahan ini dapat diolah lebih lanjut menjadi hasil samping yang berguna yaitu menjadi produk arang ataupun briket arang melalui pendekatan teknologi limbah.

Kayu jati (*Tectona grandis*) merupakan salah satu jenis kayu yang bernilai ekonomis tinggi dan paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Dengan demikian, potensi limbah yang dihasilkan juga sangat besar baik yang berasal dari limbah penebangan pohon (limbah eksploitasi) maupun dari limbah industri penggergajian. Limbah ini biasanya hanya dibuang saja atau dimusnahkan. Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk memanfaatkan limbah tersebut sehingga dapat mempunyai nilai tambah. Salah satu jenis pemanfaatan limbah-limbah tersebut adalah dengan mengubahnya menjadi energi alternatif berupa arang. Untuk mengetahui kualitas arang dari suatu kayu maka perlu diketahui sifat-sifat arang yaitu meliputi kadar air, kadar abu, zat mudah menguap dan nilai kalor.

Metode tradisional yang dikenal serta umum digunakan oleh masyarakat dalam pembuatan arang kayu adalah metode timbun (lubang tanah). Pada metode ini, proses karbonisasi tidak dapat diamati secara cermat atau sulit dikontrol dan proses pengarangan memerlukan waktu lama serta umumnya kualitas arang yang dihasilkan rendah (Departemen Perindustrian, 1983). Metode lain yang sudah berkembang yaitu dengan

pengaturan ventilasi udara yang lebih terkontrol serta penggunaan bahan lain sebagai media tungku. Pengembangan ini untuk memperbaiki proses pembuatan serta hasil yang diperoleh. Metode tersebut adalah dengan menggunakan tungku drum. Penggunaan drum sebagai bahan tungku arang dengan mempertimbangkan bahwa metode ini mudah, praktis serta biaya pembuatannya lebih murah. Selain itu, lokasi pembuatan arang dapat dengan mudah dipindahkan sesuai lokasi bahan baku yang tersedia berupa limbah dari eksploitasi, pembukaan ladang, penjarangan tanaman maupun dari limbah industri penggergajian (Departemen Perindustrian, 1983).

Menurut Hartoyo & Roliadi (1990), proses pengarangan dengan menggunakan tungku drum merupakan salah satu metode pembuatan arang yang lebih praktis dan sederhana tetapi dapat menghasilkan rendemen dan kualitas arang yang cukup tinggi. Teknologi ini dapat diterapkan pada industri rumah tangga karena bahan konstruksinya dari drum besi/metal bekas yang mudah diperoleh dengan harga yang relatif terjangkau. Pada metode drum, proses karbonisasi dapat diamati dan diawasi melalui pengatur udara masuk dan tidak bergantung pada cuaca saat itu. Cara drum ini sesuai dikembangkan untuk penduduk yang berada di sekitar hutan guna mengurangi limbah dari areal hutan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas arang kayu jati dengan sistem pengarangan campuran dengan penambahan serbuk gergajian jati yang dihasilkan dari metode tungku drum sebagai alat yang dapat memperbaiki dan mengganti cara pembuatan arang kayu tradisional.

## II. BAHAN DAN METODE

### 2.1. Bahan dan Peralatan

Bahan baku arang yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah kayu jati berdiameter 5-10 cm yang berasal dari sisa penebangan pohon maupun proses penjarangan dari hutan jati. Kayu jati tersebut dipotong sampai ukuran panjang 10-30 cm kemudian dikeringudarkan selama satu minggu. Bahan lain yang digunakan adalah

serbuk gergajian jati, ranting kayu kering dan serutan kayu kering. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, sekop, oven, desikator, alat timbang, pembakar spirtus, kaki tiga, gelas kimia, statif, paraffin, aquades, spirtus, gegep, cawan porselin, oven pengabuan (*furnace*) dan *perioxide bomb calorimeter* serta *mesh* bernomor 150 *mesh*, rang besi dan tungku drum yang dimodifikasi dengan kapasitas  $\pm 0,94 \text{ m}^3$ . Tutup tungku drum atas dilubangi pada bagian tengah yang dihubungkan dengan cerobong asap yang berdiameter 10 cm dan tinggi 33 cm serta lubang udara berdiameter 13 mm pada bagian badan dan alas drum sebagai lubang pengamatan terbakarnya bahan baku.

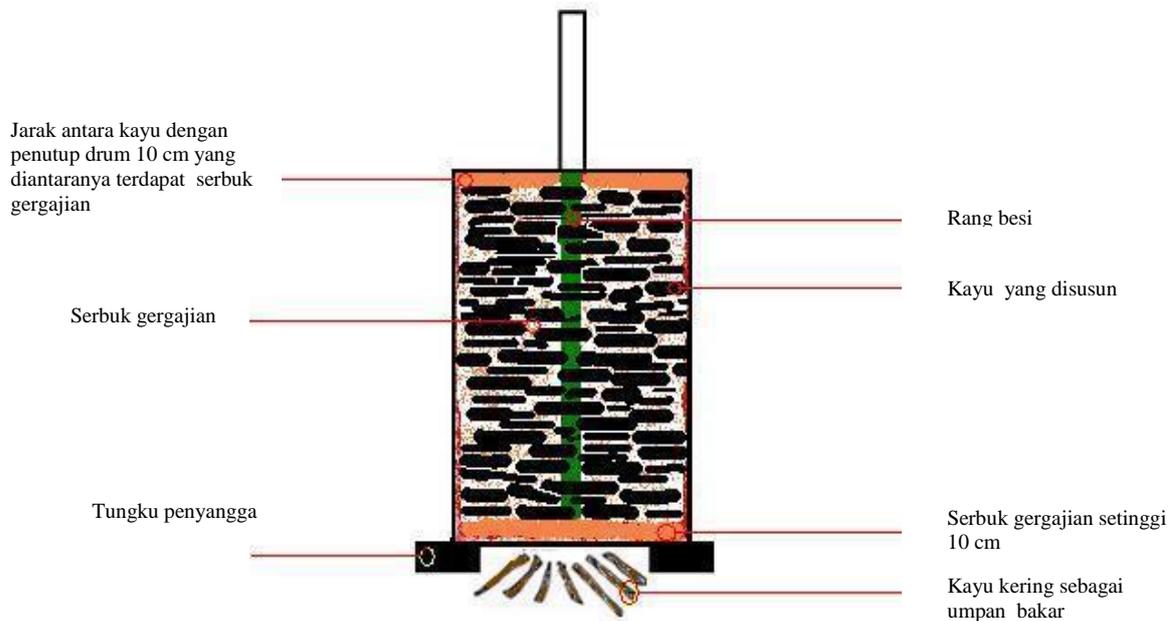
### 2.2. Metode

#### 2.2.1. Penyiapan Bahan

Sampel kayu jati yang dibuat menjadi arang adalah kayu yang berdiameter 5 - 10 cm kemudian contoh kayu tersebut dipotong sampai ukuran panjang 10 – 30 cm dan kayu dikering udarkan selama 1 minggu.

#### 2.2.2. Pembuatan dan Proses Pengarangan

Tungku pembakaran dan beberapa kayu kering sebagai umpan bakar disiapkan, kemudian drum diletakkan di atas tungku yang telah disediakan. Serbuk gergajian dimasukkan setinggi 10 cm, kemudian bahan baku dimasukkan ke dalam drum. Penambahan serbuk gergajian dimaksudkan untuk membuat proses karbonisasi pada kayu berlangsung lebih lama. Setelah itu, rang besi berdiameter 10 cm yang panjangnya  $\pm 1$  meter ditempatkan tepat di tengah drum sejajar dengan cerobong asap drum. Bahan baku serta serbuk gergajian dimasukkan ke dalam drum hingga penuh. Pada bagian atas drum terdapat jarak antara bahan baku dengan penutup drum setinggi 10 cm yang diselingi dengan serbuk gergaji. Baut yang berada pada pinggir tutup drum dikencangkan. Umpan bakar pada tungku dinyalakan, kemudian nyala api akan merembet ke dalam drum melalui lubang udara yang terdapat pada bagian bawah drum. Tungku pembakaran ditutup dengan tanah hingga kedap udara lalu nyala api dibiarkan merembet ke dalam tungku melalui lubang udara agar bahan baku yang terdapat



Sumber : (Irundu, 2010)

Gambar 1. Sketsa penyusunan kayu pada tungku drum

di dalam tungku terbakar sempurna. Setelah pembakaran berlangsung dan diperkirakan apinya tidak akan mati, maka tungku drum ditutup. Penutup tungku drum ini dilengkapi dengan cerobong asap agar asap hasil pembakaran yang keluar setelah pembakaran bahan baku berjalan lebih terarah. Apabila pada lubang udara terdekat terlihat asap keluar dan bahan baku sudah terbakar, maka lubang udara ditutup dengan potongan-potongan kayu kecil atau bahan-bahan lain yang dapat menutupi lubang tersebut, demikian seterusnya sampai pada lubang terakhir. Proses pengarangan dianggap selesai apabila asap yang keluar dari cerobong asap sudah tipis dan berwarna kebiru-biruan. Pada saat ini semua lubang udara yang masih terbuka ditutup rapat termasuk cerobong asap yang ditutup rapat dengan menggunakan kain basah sehingga tidak ada udara yang masuk ataupun keluar. Langkah selanjutnya adalah proses pendinginan arang yang umumnya dilakukan selama  $\pm 5$  jam. Pembuatan arang dilakukan sebanyak tiga kali ulangan dengan metode yang sama dengan berat kayu jati yaitu masing-masing 50 kg untuk sekali pengarangan. Penyusunan kayu pada pengarangan dapat dilihat pada Gambar 1.

### 2.2.3. Pengujian

Parameter yang diamati untuk menentukan karakter dan kualitas arang meliputi (Irundu, 2010):

#### a) Rendemen

Rendemen arang yang dihasilkan dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

Output = Berat arang (kg)

Input = Berat bahan baku (kg)

#### b) Kadar air

Rumus kadar air dinyatakan pada Persamaan 2.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{Bo - Bkt}{Bkt} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

Bo = Berat sampel sebelum dikeringkan (g)

Bkt = Berat sampel kering tanur (g)

Pengukuran nilai kadar air dilakukan dengan cara sebagai berikut: (1) cawan porselin disiapkan sebanyak 9 buah (3 cawan untuk satu contoh uji), (2) cawan dipanaskan selama  $\pm 1$  jam dengan suhu  $105^\circ \text{C}$ , (3) sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen sebanyak 2 g dengan menggunakan timbangan elektrik, (4)

sampel dimasukkan ke dalam oven selama ± 24 jam, dan (5) sampel dikeluarkan dan dimasukkan kedalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang satu persatu dengan timbangan elektrik kemudian dicatat hasilnya.

c) *Kadar zat mudah menguap*

Cawan porselin yang berisi contoh uji ditutup dan dipanaskan dalam oven listrik pada suhu 950° C selama 7 menit lalu dimasukkan ke dalam desikator lalu ditimbang. Kadar zat mudah menguap dinyatakan dengan Persamaan 3.

$$VM = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

W<sub>1</sub> = Berat contoh sebelum pengovenan (g)

W<sub>2</sub> = Berat contoh setelah pengovenan (g)

VM = Kadar zat mudah menguap (%)

d) *Kadar abu*

Cawan porselin yang berisi contoh uji dipanaskan ke dalam oven listrik (*furnace*) pada suhu 800°C selama 6 jam. Cawan dimasukkan kedalam desikator kemudian ditimbang. Kadar abu dinyatakan dengan Persamaan 4.

$$\% \text{ Kadar Abu} = \frac{X_1 - X_2}{X} \times 100\% \quad (4)$$

Keterangan:

X = Berat contoh sebelum diabukan (g)

X<sub>1</sub> = Berat contoh ditambah cawan setelah diabukan (g)

X<sub>2</sub> = Berat cawan kosong (g)

e) *Kadar karbon terikat*

Data dari pengujian kadar zat mudah menguap dan kadar abu digunakan untuk menghitung kadar karbon terikat dengan Persamaan 5.

$$FC = (100 - VM - AC)\% \quad (5)$$

Keterangan:

FC = Kadar Karbon Terikat (%)

VM = Kadar Zat Mudah Menguap (%)

AC = Kadar Abu (%)

f) *Persentase arang yang tertahan ayakan berlubang 6,35 cm dan lolos ayakan berlubang 3,18 cm*

Pengukuran persentase arang yang tertahan ayakan berlubang 6,35 cm dan yang lolos pada ayakan berlubang 3,18 cm dapat dilakukan dengan langkah-langkah yaitu (1) arang diambil pada masing-masing kiln drum, (2) arang diukur masing-masing berat awalnya, (3) ayakan berlubang 6,35 cm dan ayakan berlubang 3,18 cm disediakan dengan keadaan tersusun, dan (4) Arang diayak kemudian diukur berat arang yang tertahan pada ayakan 6,35 cm dan arang yang lolos pada ayakan 3,18 cm. Persentase arang yang tertahan ayakan berlubang 6,35 cm dapat dinyatakan dengan Persamaan 6.

$$(\%) \text{ Arang} = \frac{X}{\text{Output}} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan :

X = Arang yang tertahan ayakan berlubang 6,35 cm (g)

Output = Berat arang (g)

Persentase arang yang lolos ayakan berlubang 3,18 cm dapat dinyatakan dengan Persamaan 7.

$$(\%) \text{ Arang} = \frac{x}{\text{Output}} \times 100\% \quad (7)$$

Keterangan :

x = Arang yang lolos ayakan berlubang 3,18 cm (g)

Output = Berat arang (g)

g) *Nilai kalor*

Pengukuran nilai kalor akan dilakukan dengan menggunakan alat *peroxide bomb calorimeter* dengan proses sebagai berikut: (1) sampel disiapkan sebanyak 1 gram kemudian diletakkan di mangkok pembakaran, (2) kawat yang telah dihubungkan dengan elektroda pada sampel kemudian dipasang, (3) rangkaian ini dimasukkan ke dalam silinder *bomb* yang sebelumnya diisi dengan aquades sebanyak 5 ml, (4) oksigen murni dimasukkan ke dalam silinder *bomb* sampai tekanannya mencapai 30 – 35 atmosfer, (5) *bomb cylinder* dimasukkan ke dalam panci silinder yang telah diisi 2 liter aquades kemudian dimasukkan panci silinder ke dalam mantel silinder serta dipasang elektroda - elektrodanya, (6) penutup mantel silinder dipasang

sedemikian rupa sehingga pengaduk bisa berputar bebas dalam panci silinder yang berisi air, dan (7) data yang diperlukan seperti suhu awal, suhu akhir, koefisien alat dan berat sampel yang digunakan kemudian diinput

Nilai kalor dinyatakan dengan Persamaan 8.

$$NK = \frac{k.(T^2-T^1)}{T^2} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan:

- NK = Nilai Kalor (kal/g)
- T<sup>2</sup> = Suhu Akhir (°)
- T<sup>1</sup> = Suhu Awal (°)
- k = Koefisien Alat (kal/C)
- x = Berat Sampel

*h) Berat jenis*

Berat jenis dinyatakan sebagai hasil perbandingan antara kerapatan arang dengan kerapatan air dengan Persamaan 9.

$$Berat\ Jenis = \frac{Bkt / V}{\rho\ Air} \% \quad (9)$$

Keterangan:

- Bkt = Berat Kering Tanur (g)
- V = Volume Arang dengan Metode Pencelupan
- ρ air = Kerapatan Air (1 g/ cm<sup>3</sup>)

Pengukuran nilai berat jenis dilakukan sebagai berikut : (1) sampel arang dibentuk menjadi bentuk persegi sebanyak 9 sampel (3 ulangan untuk satu contoh uji), (2) sampel dimasukkan ke dalam plastik lalu memberi tanda sampel, (3) sampel ditimbang satu persatu dengan menggunakan timbangan elektrik (sampel dalam keadaan kering tanur), (4) sampel dicelupkan ke dalam lapisan/ cairan lilin yang telah dipanaskan dalam tabung kimia menggunakan spiritus (mencelupkan sampai tenggelam dengan menggunakan statif), dan (5) volume sampel dapat diketahui dengan menimbang sampel yang telah dilapisi lilin dengan menggunakan timbangan elektrik dengan mencelupkan sampel tersebut ke dalam tabung kimia yang berisi air sampai tenggelam dengan menggunakan statif.

*i) Warna*

Pengamatan warna dilakukan secara visual. Sesuai standar yang digunakan

yaitu arang memiliki warna hitam merata.

**2.2.4. Analisa Data**

Pengujian karakter dan kualitas arang menggunakan tiga kali ulangan dan hasilnya kemudian akan dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan standar SNI 01-1683-1989. Standar penilaian kualitas arang kayu dapat dilihat pada Tabel 1.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kualitas arang kayu jati berdasarkan standar kualitas arang SNI 01-1683-1989 sebagaimana tercantum pada Tabel 2.

**3.1. Rendemen**

Penetapan rendemen bertujuan untuk mengetahui jumlah arang yang dihasilkan setelah melalui proses karbonisasi. Rendemen rata-rata yang diperoleh pada penelitian ini adalah sebesar 21,33% dengan waktu pengarangan berkisar antara ± 20-24 jam. Hasil penelitian arang kayu gamal dengan metode yang sama

Tabel 1. Syarat Mutu Arang Menurut SNI 01-1683-1989

Karakteristik	Syarat
Kadar air	Maks. 6%
Kadar zat menguap	Maks.30%
Kadar abu	Maks. 4%
Benda asing	Maks. 1
Tertahan ayakan berlubang 6,35 cm	Min. 90%
Lolos ayakan berlubang 3,18 cm	Maks. 2%

Tabel 2. Nilai variabel pengamatan kualitas arang kayu jati berdasarkan SNI 01-1683-1989

Variabel	Hasil	Keterangan
Kadar air (%)	3,93±0,723	MS (Maks. 6)
Kadar zat mudah menguap (%)	16,57±0,766	MS (Maks.30)
Kadar abu (%)	3,25±0,532	MS (Maks.4)
Benda asing	-	MS (Maks.4)
Tertahan ayakan berlubang 6,35 cm	88,68±2,480	TMS Maks.90)
Lolos ayakan berlubang 3,18 cm	1,96±0,260	MS (Maks.2)

Ket : MS = Memenuhi Syarat  
TMS = Tidak Memenuhi Syarat

menghasilkan rendemen 21,73% (Arham, 2010). Hasil rendemen ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian arang kayu jati yang telah didapatkan. Pengarangan kayu lamtoro juga dengan metode yang sama menghasilkan rendemen yang lebih tinggi, yaitu 23,85% (Irundu, 2010). Rendemen dengan sistem pengarangan campuran ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan sistem pengarangan tunggal dengan metode tungku drum dengan bahan kayu akasia diameter  $\leq 10$  cm yaitu 20% (Sunardi & Yuliansyah, 2006). Rendemen pada metode kiln drum ini juga lebih tinggi dibandingkan dengan metode *earth mound kiln* (gundukan tanah) yang efisiensinya hanya dikisaran 8 - 15% (Seidel, 2008).

Menurut Komarayati & Hendra (1994), perbedaan rendemen disebabkan oleh perbedaan kadar air di mana semakin tinggi kadar air maka makin rendah rendemen. Tinggi rendahnya rendemen hasil pengarangan juga sangat dipengaruhi oleh proses pengarangan, berat jenis dan kerapatan serta komposisi kimia bahan. Kayu dengan berat jenis tinggi lebih kompak dan padat sehingga lebih tahan terdegradasi oleh panas pengarangan sehingga menyebabkan rendemen arang lebih tinggi (Komarayati, Gusmailina & Pari, 2011). Berat jenis kayu lamtoro adalah 0,85 (Damanik, 2009) lebih tinggi dari kayu jati 0,70 (Frick & Moediartianto, 2004) sedangkan berat jenis kayu akasia lebih rendah yaitu 0,5 (Idris *et al.*, 2008).

### 3.2. Kadar Air

Kadar air arang adalah banyaknya air yang terdapat di dalam arang yang dinyatakan secara kuantitatif dalam persen. Kadar air yang diperoleh pada penelitian ini berkisar 3,63-4,53%, dengan rata-rata 3,93% (Tabel 2). Kadar air ini memenuhi standar kualitas arang berdasarkan SNI 01-1683-1989, yaitu maksimum 6%. Kadar air yang didapat dari hasil penelitian ini lebih baik dari kadar air yang diperoleh dari hasil penelitian pembuatan arang kayu ulin dengan menggunakan metode lubang tanah, yaitu 6,42% sehingga arang yang diperoleh tidak memenuhi standar kualitas arang berdasarkan SNI 01-1683-

1989 (Iskandar & Santosa, 2005). Kadar air arang kayu lamtoro 5,44% dan kayu gamal 3,28% dengan pengarangan campuran dengan metode tungku drum juga memenuhi SNI 01-1683-1989.

Tinggi rendahnya kadar air arang kayu dipengaruhi oleh lama proses pengarangan serta faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban disekitarnya setelah pendinginan dilakukan. Nilai kadar air arang kayu jati dari setiap pembakaran bervariasi karena adanya perbedaan menyerap dan mengeluarkan air (sifat higroskopis dan porositas dari arang) terhadap lingkungan sekitar sehingga tercapai kadar air kesetimbangan (Fatriani, 2006).

Kadar air pada arang juga dipengaruhi oleh berat jenis kayu. Semakin tinggi berat jenis kayu semakin rendah kemampuan air untuk menyerap ke dalam kayu (Damanik, 2009). Kadar air arang kayu ulin pada metode lubang tanah yang didapatkan justru lebih tinggi dibandingkan dengan kadar air arang kayu jati dengan metode tungku drum. Padahal pada metode lubang tanah, kadar air kayu ulin seharusnya lebih rendah karena kayu ulin memiliki berat jenis dan kerapatan yang tinggi dibandingkan kayu jati sehingga akan menghasilkan arang dengan kadar air yang lebih rendah. Berat jenis kayu jati 0,70 (Frick & Moediartianto, 2004) sedangkan berat jenis kayu ulin 1,04 (Martawijaya, Kartasujana, Mandang, Prawira & Kadir, 1989). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh suhu pengarangan yang rendah pada metode timbun tanah sehingga proses karbonisasi yang terjadi di dalam lubang berjalan tidak sempurna. Kadar air ini diharapkan serendah mungkin agar tidak menghambat dalam penyalaan dan tidak mengeluarkan asap sehingga menurunkan kualitas arang.

### 3.3. Kadar Zat Mudah Menguap

Tujuan penetapan kadar zat mudah menguap adalah untuk mengetahui kandungan senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi tetapi menguap pada suhu 950°C. Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap yang diperoleh adalah 16,57% dan telah memenuhi standar

kualitas arang berdasarkan SNI 01-1683-1989, yaitu maksimum 30%. Nilai rata-rata kadar zat mudah menguap berkisar antara 16,06-17,44% (Tabel 2). Kadar zat mudah menguap pada arang kayu lamtoro 14% dan arang kayu gamal 18,19% dengan metode pengarangan yang sama juga memenuhi SNI 01-1683-1989. Hal ini sangat berbeda dengan kadar zat mudah menguap pada kayu api-api dengan metode lubang tanah yang sangat tinggi, yaitu 31,58% sehingga tidak memenuhi standar kualitas arang berdasarkan SNI 01-1683-1989 (Iskandar & Santosa, 2005). Hal ini disebabkan pada metode lubang tanah proses karbonisasi tidak dapat diamati secara langsung dan sulit dikontrol sehingga meskipun proses pengarangan berjalan lambat sampai memakan waktu sehari-hari tapi suhu di dalam lubang tetap stagnan dan tidak mengalami perubahan. Menurut Badri (1987), perbedaan kadar zat mudah menguap dipengaruhi oleh suhu dan lamanya proses karbonisasi. Semakin tinggi suhu dan lama proses karbonisasi, penguapan yang terjadi semakin besar sehingga diperoleh arang yang mempunyai kadar zat mudah menguap yang rendah. Kadar zat mudah menguap akan berpengaruh pada kualitas arang yang dihasilkan. Semakin rendah kadar zat mudah menguap akan semakin baik kualitasnya karena zat mudah menguap yang tinggi akan menimbulkan asap yang lebih banyak pada saat dinyalakan.

#### 3.4. Kadar Abu

Kadar abu menunjukkan jumlah bahan bukan karbon yang tidak dapat terbakar dan menunjukkan jumlah mineral yang terdapat pada suatu bahan. Kadar abu arang yang diperoleh adalah 3,25% (Tabel 2). Kadar abu ini telah memenuhi standar kualitas arang berdasarkan SNI 01-1683-1989, yaitu maksimum 4%. Pengarangan kayu lamtoro dengan pengarangan campuran menggunakan tungku drum menghasilkan kadar abu yang lebih rendah yaitu 0,39% (Irundu, 2010). Pada pengarangan kayu api-api dengan metode lubang tanah menghasilkan kadar abu yang juga sudah memenuhi standar SNI

yaitu 1,56% (Iskandar & Santosa, 2005). Kadar abu yang bervariasi ini disebabkan oleh perbedaan kandungan mineral yang terdapat didalam kayu jati, kayu lamtoro dan kayu api-api yang tidak terdestruksi pada proses pengarangan (Fauziah, 2009).

Menurut Sjoström, Sastrohamidjojo & Prawirohatmodjo (1995), kandungan mineral seperti  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{SiO}_2$ , aldehida, keton dan ester yang terdapat didalam kayu jika tidak menguap pada proses pengabuan maka akan menyebabkan kadar abu yang semakin meningkat. Kadar abu mempengaruhi kualitas arang yang dihasilkan. Semakin rendah kadar abu maka kualitas arang akan semakin baik karena kadar abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori pada arang sehingga luas permukaan arang menjadi berkurang yang dapat memperlambat proses pembakaran dan kalor yang dihasilkan juga rendah (Purwanto, 2011).

#### 3.5. Benda Asing

Benda asing merupakan benda selain arang yang ditemukan pada arang kayu setelah pendinginan. Hasil pengamatan dilakukan setelah arang kayu dipisahkan dengan serbuk arang. Pada pengamatan ini tidak ditemukan benda asing seperti batu, pasir, batu, tanah, kayu dan logam. Tidak terdapatnya kayu yang belum sempurna menjadi arang disebabkan lama pengarangan yang dilakukan yaitu berkisar antara  $\pm 20-24$  jam. Ketiadaan benda asing juga dipengaruhi oleh tungku yang digunakan untuk pengarangan terbuat dari besi, sehingga meminimalisir retak atau pecah pada tungku yang dapat menyebabkan jatuhnya serpihan pada arang kayu sehingga bisa menyebabkan adanya benda asing pada arang (Irundu, 2010).

#### 3.6. Kadar Karbon Terikat

Penentuan kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi. Kadar karbon terikat arang yang didapat dari penelitian adalah 80,18%, sedangkan kadar karbon terikat pada arang kayu lamtoro lebih tinggi yaitu 85,62% dan lebih rendah pada arang kayu gamal sebesar

78,31%. Kadar karbon terikat yang diperoleh dari penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan kadar karbon terikat pada arang kayu api–api dengan metode pengarangan lubang tanah, yaitu 67,74% (Iskandar & Santosa, 2005). Kayu api–api dari jenis mangrove ini memiliki berat jenis yang tinggi yaitu 0,83-0,96 (Alden, 1995) lebih tinggi dari kayu jati 0,70 (Frick & Moediartianto, 2004) dan kayu gamal 0,6-0,8 (Arham, 2010) sehingga seharusnya memiliki kadar karbon terikat yang lebih tinggi. Kadar karbon terikat yang rendah pada kayu api–api ini disebabkan oleh suhu pengarangan yang rendah dan konstan sehingga selain proses karbonisasi menjadi lebih lambat juga menyebabkan karbonisasi di dalam lubang tanah tidak berjalan sempurna. Proses karbonisasi yang baik adalah lama (proses) pengarangan harus berbanding lurus dengan suhu yang tinggi (Fauziah, 2009).

Menurut Sudrajat (1983), sifat arang secara tidak langsung dipengaruhi oleh sifat kayu. Kayu dengan berat jenis tinggi akan menghasilkan arang dengan kadar karbon terikat dan nilai kalor yang tinggi. Menurut Haygreen *et al.*, (1989), perbedaan kadar karbon terikat dipengaruhi oleh berat jenis kayu yang digunakan sebagai bahan baku arang. Kayu yang memiliki berat jenis tinggi mempunyai dinding sel yang rapat, volume rongga yang kecil serta mempunyai komponen penyusun dinding sel yang lebih banyak terutama selulosa.

### **3.7. Persentase Arang Tertahan Ayakan 6,35 cm dan Lolos Ayakan Berlubang 3,18 cm**

Pada variabel pengamatan arang yang tertahan pada ayakan berlubang 6,35 cm diperoleh hasil rata-rata 88,68 % sedangkan untuk arang yang lolos ayakan berlubang 3,18 cm diperoleh hasil rata-rata 1,96 %. Persentase arang yang tertahan ayakan berlubang 6,35 cm tidak memenuhi standar kualitas arang berdasarkan SNI 01-1683-1989 dengan nilai standar minimum 90% sedangkan persentase arang yang lolos ayakan berlubang 3,18 cm telah memenuhi standar kualitas arang berdasarkan SNI 01-1683-1989 dengan

nilai standar maksimum 2%. Hasil berbeda ditunjukkan oleh pengarangan kayu lamtoro yang dilakukan dengan metode yang sama dimana persentase arang yang tertahan ayakan berlubang 6,35 cm telah memenuhi standar kualitas arang berdasarkan SNI 01-1683-1989 sebesar 92,43% (Irundu, 2010). Dalam hal ini proses karbonisasi pada kayu lamtoro berjalan lebih baik sehingga ukuran arang yang dihasilkan tetap utuh dan tidak banyak yang mengalami pecah dan retak. Banyak sedikitnya arang kayu yang tertahan dan lolos pada ayakan sangat dipengaruhi oleh ukuran bahan baku kayu serta proses karbonisasi yang dilakukan pada saat pengarangan. Selain itu, dipengaruhi juga oleh suhu yang tinggi pada saat karbonisasi dilakukan sehingga kayu yang menjadi arang mudah retak dan patah (Arham, 2010).

### **3.8. Nilai Kalor**

Penetapan nilai kalor bertujuan untuk mengetahui sejauh mana nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan oleh arang. Nilai kalor yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 7.141 kal/g. Nilai kalor pada arang kayu ulin dan kayu api–api dengan metode lubang tanah lebih rendah, yaitu 7.021 kal/g dan 6.768 kal/g (Iskandar & Santosa, 2005) padahal dilihat dari berat jenisnya, kayu ulin (1,04) dan kayu api–api (0,83-0,96) lebih tinggi jika dibandingkan dengan kayu jati (0,70). Nilai kalor pada arang kayu lamtoro lebih rendah yaitu 7.062,18 kal/g dengan berat jenis 0,85, tetapi nilai kalor pada kayu gamal lebih tinggi sebesar 7.521 kal/g dengan berat jenis 0,6-0,8. Tinggi rendahnya nilai kalor dari suatu arang kayu ditentukan oleh berat jenis kayu tersebut (Sari, Rahmadi & Shodiqin, 2009). Menurut Komarayati, Nurhayati & Setiawan (1997), nilai kalor dari semua jenis kayu tiap satuan berat bahan kering mutlak hampir sama. Hal ini berarti bahwa dalam keadaan pembakaran yang sama kemampuan memberi panas dari kayu bakar yang kering udara tiap satuan isi sebanding dengan berat jenisnya. Nilai kalor dari metode timbun yang lebih rendah disebabkan oleh tidak sempurnanya proses karbonisasi di dalam

timbunan dan berakibat nilai kalor dari jenis kayu tersebut lebih rendah dibandingkan pada metode tungku drum. Menurut Sudrajat (1983), semakin sempurna proses karbonisasi maka kadar karbon semakin tinggi, sedangkan kadar hidrogen dan oksigen menurun sehingga nilai kalor semakin tinggi dan semakin tinggi kadar karbon terikat maka nilai kalornya semakin tinggi pula.

### 3.9. Warna

Hasil pengamatan warna arang yang dilakukan secara visual pada penelitian ini adalah warna hitam merata. Berdasarkan Departemen Perindustrian (1983), mutu arang yang baik mempunyai sifat-sifat fisik antara lain arang berwarna hitam. Keadaan warna arang dipengaruhi oleh jenis kayu serta lama waktu pengarangan yang dilakukan (Departemen Perindustrian, 1983).

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran kualitas arang kayu jati maka dapat disimpulkan bahwa kualitas arang kayu jati jika dibandingkan dengan SNI 01-1683-1989 maka kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu dan persentase arang lolos ayakan 3,18 cm sudah memenuhi standar kualitas arang kayu, namun persentase arang yang tertahan pada ayakan berlubang 6,35 cm belum memenuhi persyaratan.

Metode pengarangan campuran dengan menggunakan tungku drum apabila dibandingkan dengan metode pengarangan tradisional akan menghasilkan arang yang lebih baik pada sifat kadar air, rendemen, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalornya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc., Bapak Ir. Bakri, M.Sc., dan Ibu Makkarenu, S.Hut, M.Si. yang telah banyak memberikan bimbingan dan masukan dalam menyelesaikan penelitian ini serta kepada Saudara Baso Syahrulyadi, S.P. dan Saudara Mursyid sebagai rekan

yang telah banyak memberikan bantuan tenaga dalam menyelesaikan riset ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alden, H. A. (1995). *Hardwoods of North America*. Madison, USA: U.S. Department of Agriculture. Retrieved from <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr83.pdf>
- Arham, R. (2010). *Kualitas Arang Gamal (Gliricidia sepium) Menggunakan Sistem Pengarangan Campuran dengan Metode Kiln Drum*. Universitas Hasanuddin.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989). SNI 01-1689-1989 : Arang Kayu. Indonesia: BSN.
- Badri. (1987). *Studi Pemanfaatan Serbuk Gergaji Sebagai Bahan Baku Pembuatan Briket Arang*. Universitas Mulawarman.
- Damanik, S. E. (2009). *Studi Sifat Hasil Pembakaran Arang Dari Enam Jenis Kayu. Jurnal Habonaron do Bona. Kayu*. Retrieved from [www.usi.ac.id/download\\_d.php?file=sarintan\\_damanik\\_2\\_16.pdf](http://www.usi.ac.id/download_d.php?file=sarintan_damanik_2_16.pdf).
- Departemen Perindustrian. (1983). *Memasyarakatkan Hasil Penelitian/ Pengembangan Berupa Peningkatan Keterampilan maupun Proses untuk Membantu Industri Kecil Komoditi Arang Kayu*.
- Fatriani. (2006). Kualitas Briket Arang dari Campuran Kayu Bakau (*Rhizophora macronata Lamck*) dan Api-Api (*Avicennia marina Vlerk*) pada Berbagai Tekanan. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 2006(18), 62–70. Retrieved from [download.portalgaruda.org/article.php?article=96124&val=5070%0A](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=96124&val=5070%0A)
- Fauziah, N. (2009). *Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acacia mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben*. Institut Pertanian Bogor. Retrieved from

- repository.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/13071/1/E09nfa\_abstract.pdf%0A
- Frick, H., & Moediartianto. (2004). *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu* (3rd ed.). Semarang, Indonesia: Kanisius.
- Gebresas, A., Asmelash, H., Berhe, H., & Tesfay, T. (2015). Briquetting of Charcoal from Sesame Stalk. *Journal of Energy*, 2015, 1–6. <http://doi.org/10.1155/2015/757284>
- Hartoyo, J. A., & Roliadi, H. (1990). *Perencanaan dan Pembuatan Briket Arang dari Lima Jenis Kayu Indonesia*. Bogor, Indonesia.
- Haygreen, J. G., Bowyer, J. L., & Hadikusumo, S. A. (1989). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu: Suatu Pengantar*. Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University Press.
- Idris, M. M., Rachman, O., Pasaribu, R. A., Roliadi, H., Hadjib, N., Muslich, M., ... Siagian. (2008). *Petunjuk Praktis Sifat-Sifat Dasar Jenis Kayu Indonesia* (1st ed.). Indonesia: Indonesian Sawmill and Woodworking Association (ISWA) Itto Project Pd 286/04 Rev. 1 (I) "Strengthening the Capacity to Promote Efficient Wood Processing Technologies in Indonesia." Retrieved from [www.itto.int/files/user/pdf/publications/.../pd286-04-6 rev1\(I\) i.pdf](http://www.itto.int/files/user/pdf/publications/.../pd286-04-6 rev1(I) i.pdf)
- Irundu, D. (2010). *Kualitas Arang Lamtoro (Leucaena leucocephala) pada Metode Pengarangan Campuran dengan Menggunakan Kiln Drum*. Universitas Hasanuddin.
- Iskandar, H., & Santosa, K. D. (2005). *Cara Pembuatan Arang Kayu Alternatif Pemanfaatan Limbah Kayu oleh Masyarakat*. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research. Retrieved from [www.cifor.org/publications/pdf\\_files/books/BIskandar0501.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/books/BIskandar0501.pdf)
- Komarayati, S., Gusmailina, & Pari, G. (2011). Produksi Cuka Kayu Hasil Modifikasi Tungku Arang Terpadu (Production of Wood Vinegar that Resulted from the Integrated Kiln Modification). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(3), 234–247. Retrieved from [http://www.pustekolah.org/data\\_content/attachment/3.\\_Sri\\_Gusmai\\_Gustan\\_\(Produks\\_...\\_.pdf](http://www.pustekolah.org/data_content/attachment/3._Sri_Gusmai_Gustan_(Produks_..._.pdf)
- Komarayati, S., & Hendra, D. (1994). Hasil Destilasi Kering dan Nilai Kalor Kayu Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lemk). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 12(2), 39–41.
- Komarayati, S., Nurhayati, T., & Setiawan, D. (1997). Hasil Destilasi Kering dan Nilai Kalor 9 Jenis Kayu dari Nusa Tenggara Barat. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 1–6.
- Lempang, M. (2014). Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif. *Info Teknis Eboni*, 11(2), 65–80. Retrieved from [http://balihutmakassar.org/wp-content/uploads/2014/11/01\\_PEMBUATAN-KEGUNAAN-ARANG-AKTIF\\_Info-Teknis-Eboni.pdf](http://balihutmakassar.org/wp-content/uploads/2014/11/01_PEMBUATAN-KEGUNAAN-ARANG-AKTIF_Info-Teknis-Eboni.pdf)
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Mandang, Y. I., Prawira, S. A., & Kadir, K. (1989). *Atlas Kayu Indonesia (Jilid II)* (2nd ed.). Bogor, Indonesia: Pusat Litbang Hasil Hutan dan Pusat Litbang Hutan. Retrieved from [http://www.fordamof.org/files/Atlas\\_Kayu\\_JIid\\_II-Risalah7.pdf](http://www.fordamof.org/files/Atlas_Kayu_JIid_II-Risalah7.pdf)
- Purwanto, D. (2011). Arang dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 29(1), 57–66. Retrieved from [http://www.pustekolah.org/data\\_content/attachment/06.\\_Djoko\\_Purwanto\\_1.pdf](http://www.pustekolah.org/data_content/attachment/06._Djoko_Purwanto_1.pdf)
- Sari, N. M., Rahmadi, A., & Shodiqin, M. A. (2009). Analisis Biaya dan Waktu Pembuatan Briket Arang Berdasarkan Bentuk dari Kayu Bakau (*Rhizophora mucronata* Lamck) dan Rambai (*Sonneratia acida* Linn). *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 2009(26), 160–169. Retrieved from

<http://download.portalgaruda.org/article.php?article=96184&val=5070>

- Seidel, A. (2008). *Charcoal in Africa: Importance, Problems and Possible Solution Strategies*. Eischborn, Deutsche. Retrieved from [https://energypedia.info/images/2/22/Charcoal-in-africa-gtz\\_2008-eng.pdf](https://energypedia.info/images/2/22/Charcoal-in-africa-gtz_2008-eng.pdf)
- Sjostrom, E., Sastrohamidjojo, H., & Prawirohatmodjo, S. (1995). *Kimia Kayu: Dasar-dasar dan Penggunaan*. Yogyakarta, Indonesia: Gadjah Mada University Press.
- Sudrajat, R. (1983). *Pengaruh Bahan Baku, Jenis Perekat dan Tekanan Pengempaan Terhadap Kualitas Briket Arang*. Bogor, Indonesia.
- Sunardi, & Yuliansyah, W. (2006). Rendemen dan Kandungan Kimia Cuka Kayu (Wood Vinegar) serta Rendemen Arang dari Kayu Bakau (*Rhizophora mucronata* Lamck). *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 2006(19), 109–121. Retrieved from <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=96132&val=5070>