

## HASIL DESTILASI KERING KAYU DAN NILAI KALOR DARI BEBERAPA JENIS KAYU HUTAN TANAMAN INDUSTRI

*(Destructive distillation and calorific values of several Industrial Forest Plantation Timber Species)*

Oleh/By

Nurmala Hudaya & Hartoyo

### Summary

Rapid destructive distillation of 20 Industrial Forest Plantation Timber Species was carried out by using a retort equipped with electrical heating system. This retort was also connected to three condensers and two flask to catch and collect the distillate or condensed gas. The retort capacity was about 4 kg of wood.

Treatment conditions given in these experiment were maximum heating temperature of 500°C and 5 hours distillation time.

The product (charcoal, tar, pyroligneous liquor) of the destructive distillation of wood showed a wide variation in yield or composition depending on the wood species, age and growth location.

This experimental condition produces charcoal yield varying from 21,38 — 38,00%, tar from 4.99 — 13.78% and pyroligneous liquor from 44.91 — 157.17%. Pyroligneous liquor product can be used as disinfectant, weed killer and deodorant. Tar product has a good prospect for wood preservative substance and medicinal.

The destructive distillation of wood under these experimental conditions produced brittle and light charcoal. On the contrary, hard charcoal could be produced from slower pyrolysis process in a commercial scale.

Proximate analyses of charcoal obtained from these experiments revealed that the quality is suitable for both as raw material for commercial activated carbon and fuel.

Calorific values of wood ranged from 4285 to 4994 kcal/kg and charcoal from 6746 to 7748 kcal/kg.

Based on these calorific values, wood and charcoal of the 20 wood species observed are excellent material to be used as fuel.

### I. PENDAHULUAN

Dalam upaya meningkatkan dan menjamin kesinambungan bahan baku kayu yang diperlukan untuk berbagai macam kebutuhan dalam jangka panjang, maka Pemerintah pada Periode PELITA IV mulai membangun Hutan Tanaman Industri (HTI) dalam skala besar. Jenis-jenis yang dipilih untuk pembangunan HTI dapat diklasifikasikan penggunaannya yaitu berupa jenis kayu pertukangan, kayu serat dan jenis-jenis kayu energi.

Untuk pemilihan jenis-jenis kayu yang khususnya akan digunakan untuk keperluan energi harus memenuhi beberapa persyaratan antara lain adalah tanaman yang tumbuh cepat dan berproduksi tinggi, dapat dipangkas dan bertunas kembali serta nilai kalor kayu dan arangnya cukup tinggi. Selain itu pemanfaatan kayu dari jenis HTI untuk energi dapat juga dilakukan dengan cara pemanfaatan limbah kayu HTI dari kegiatan Industri penggergajian, plywood, pulp kertas dan lain-lain.

Dalam rangka peningkatan efisiensi penggunaan jenis-jenis kayu HTI pada umumnya maka salah satu cara adalah memanfaatkannya untuk keperluan Industri Destilasi Kering Kayu. Produk yang diperoleh dan dapat bernilai komersial dari industri

destilasi kering kayu ini adalah arang, tar creosote, asam-asam kayu dan alkohol kayu.

Tulisan ini menyajikan data hasil destilasi kering kayu dan sifat arang yang dihasilkan. Nilai kalor kayu dan nilai kalor arangnya dari beberapa jenis kayu HTI yang berasal dari hutan alam dan hutan tanaman diteliti dan dibahas. Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini merupakan salah satu aspek pengenalan sifat dasar kayu yang dapat digunakan dalam kaitannya sebagai bahan bakar dan industri destilasi kering kayu.

### II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Contoh kayu untuk penelitian ini berasal dari daerah Jawa Barat, Sumatra Selatan, Sumatra Utara, Kalimantan Timur, Nusa Tenggara Timur dan Maluku. Bagian yang diambil dari batang pohon adalah setinggi dada (135 cm). Contoh kayu dipotong-potong berbentuk juring dengan panjang 15 — 20 cm. Contoh uji kayu sebanyak 2,5 — 4 kg di masukkan ke dalam retort yang terbuat dari baja tahan karat. Retort tersebut dilengkapi dengan alat pemanas listrik, tiga kondensor dan dua buah



labu penampung destilat. Suhu pengolahan diukur dengan thermocouple yang di pasang pada bagian tengah retort dan dibaca pada pyrometer. Suhu maksimum pengolahan adalah 500°C dengan pemanasan 5 jam. Asap atau cairan yang terbentuk mengalir melalui bagian bawah retort ke alat pendingin (kondensor). Kemudian destilat ditampung dalam 2 buah labu berukuran isi 2 liter. Destilat (cairan) dalam masing-masing labu dikumpulkan menjadi satu dalam lubang corong pemisah, kemudian dikocok dan dibiarkan selama 24 jam untuk mengendapkan ter. Bagian atas larutan destilat adalah "pyroligneous liquor", sedang bagian bawah ter endapan (settled tar). Selanjutnya kedua bagian ini dipisahkan dan ditetapkan rendemennya, setelah itu ditetapkan rendemen arangnya.

Sifat kimia arang yang diuji meliputi kadar air, zat mudah menguap (volatile matter), sisa karbon (fixed carbon) dan kadar abu (ash content). Pengujian dilakukan menurut ASTM D 5 — 1959. Untuk

menetapkan nilai kalor (nilai bakar kayu) dan arang hasil destilasi kering, digunakan alat Kalori meter bomb dan pengujiannya mengikuti ASTM Method, 1970.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil percobaan destilasi kering kayu pada Tabel 1 menunjukkan bahwa komposisi kimianya bervariasi antara satu jenis dengan jenis lainnya, sedangkan perbedaan yang terdapat pada jenis yang sama terutama disebabkan oleh umur tanaman dan kondisi tempat tumbuh. Sifat kimia arang yang tercantum pada Tabel 2 karena kondisi pengolahannya sama, maka perbedaan yang ada lebih dipengaruhi oleh perbedaan berat jenis dan umur tanaman.

Rendemen cairan pyroligneous liquor (Tabel 1) berkisar antara 44,91 — 157,17%. Perbedaan tersebut terutama disebabkan oleh perbedaan kadar air kayu. Makin tinggi kadar air kayu makin tinggi pula kadar cairan pyroligneous liquornya.

Tabel 1. Destilasi kering dan nilai kalor jenis kayu Hutan Tanaman Industri

Table 1. Destructive distillation and calorific value of Industrial Forest Plantation Timber Species

| No. | Jenis kayu<br>(Wood species) | Kadar air<br>(Moisture content)<br>% | Berat jenis<br>(Specific gravity) | Rendemen (Yield), % |                                |                     | Nilai kalor<br>(Calorific value)<br>cal/g. | Daerah asal<br>(Obtained from) |
|-----|------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------------------|--------------------------------|
|     |                              |                                      |                                   | Arang<br>(Charcoal) | Ter mengendap<br>(Settled tar) | Pyroligneous liquor |                                            |                                |
| 1   | 2                            | 3                                    | 4                                 | 5                   | 6                              | 7                   | 8                                          | 9                              |
| 1.  | Shorea leprosula (A)         | 21,00                                | 0,40                              | 31,14               | 11,96                          | 59,73               | 4707                                       | Sumsel.                        |
| 2.  | Shorea leprosula (B)         | 20,38                                | 0,33                              | 31,96               | 12,88                          | 58,36               | 4709                                       | Jabar.                         |
| 3.  | Shorea stenoptera (A)        | 20,38                                | 0,40                              | 33,87               | 10,86                          | 45,88               | 4385                                       | NTT.                           |
| 4.  | Shorea stenoptera (B)        | 21,87                                | 0,41                              | 30,63               | 10,05                          | 61,68               | 4743                                       | Jabar.                         |
| 5.  | Eucalyptus urophylla (A)     | 12,93                                | 1,05                              | 38,00               | 4,99                           | 44,91               | 4285                                       | NTT.                           |
| 6.  | Eucalyptus urophylla (B)     | 22,22                                | 0,66                              | 32,68               | 10,22                          | 44,91               | 4485                                       | Sumsel.                        |
| 7.  | Pinus merkusii (A)           | 57,80                                | 0,50                              | 31,65               | 13,19                          | 93,20               | 4927                                       | Sumut.                         |
| 8.  | Pinus merkusii (B)           | 21,98                                | 0,34                              | 21,38               | 6,38                           | 82,01               | 4994                                       | Sumut.                         |
| 9.  | Acacia mangium (A)           | 65,60                                | 0,73                              | 34,23               | 8,32                           | 68,59               | 4879                                       | Maluku.                        |
| 10. | Acacia mangium (B)           | 22,38                                | 0,53                              | 23,45               | 7,17                           | 50,08               | 4541                                       | Sumsel.                        |
| 11. | Shorea platyclados (A)       | 21,51                                | 0,38                              | 32,82               | 11,40                          | 58,75               | 4874                                       | Sumut.                         |
| 12. | Shorea platyclados (B)       | 20,00                                | 0,52                              | 30,77               | 8,22                           | 64,81               | 4926                                       | Jabar.                         |
| 13. | Agathis boornensis (A)       | 52,36                                | 0,50                              | 32,41               | 9,46                           | 89,86               | 4482                                       | Kaltim.                        |
| 14. | Agathis boornensis (B)       | 21,98                                | 0,55                              | 26,60               | 9,23                           | 70,14               | 4942                                       | Jabar.                         |
| 15. | Shorea accuminatisima (A)    | 36,84                                | 0,54                              | 33,48               | 10,31                          | 72,23               | 4335                                       | Kaltim.                        |
| 16. | Peronema canescens (B)       | 37,50                                | 0,64                              | 36,83               | 9,22                           | 68,52               | 4869                                       | Jabar.                         |
| 17. | Shorea lamellata (A)         | 48,32                                | 0,55                              | 34,01               | 10,48                          | 81,93               | 4476                                       | Kaltim.                        |
| 18. | Eucalyptus deglupta (B)      | 16,76                                | 0,35                              | 30,85               | 13,78                          | 66,82               | 4368                                       | Jabar.                         |
| 19. | Peronema canescens (A)       | 78,04                                | 0,48                              | 38,40               | 9,22                           | 111,03              | 4425                                       | Kalsel.                        |
| 20. | Agathis boornensis (B)       | 122,60                               | 0,49                              | 34,13               | 10,19                          | 157,17              | 4451                                       | Kalsel.                        |

Catatan (Notes) : (A) dari hutan alam (from natural forest)

(B) dari hutan tanaman (from cultivates forest).

Tabel 2. Sifat fisik dan kimia arang 20 jenis kayu Hutan Tanaman Industri  
 Table 2. Properties of charcoal from 20 Industrial Forest Plantation Timber Species

| No. | Jenis kayu<br>(Wood species)      | Kadar air<br>(Moisture content)<br>% | Kadar abu<br>(Ash content)<br>% | Zat mudah<br>menguap<br>(Volatile matter)<br>% | Kadar karbon<br>terikat<br>(Fixed carbon)<br>% | Nilai kalor<br>(Calorific value)<br>cal/g |
|-----|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1   | 2                                 | 3                                    | 4                               | 5                                              | 6                                              | 7                                         |
| 1.  | <i>Shorea leprosula</i> (A)       | 3,18                                 | 1,28                            | 20,62                                          | 78,09                                          | 7247                                      |
| 2.  | <i>Shorea leprosula</i> (B)       | 4,06                                 | 0,77                            | 20,04                                          | 79,19                                          | 6963                                      |
| 3.  | <i>Shorea stenoptera</i> (A)      | 2,14                                 | 1,67                            | 18,92                                          | 79,41                                          | 7108                                      |
| 4.  | <i>Shorea stenoptera</i> (B)      | 2,81                                 | 1,27                            | 19,66                                          | 79,07                                          | 7050                                      |
| 5.  | <i>Eucalyptus urophylla</i> (A)   | 1,13                                 | 0,94                            | 27,05                                          | 72,01                                          | 7186                                      |
| 6.  | <i>Eucalyptus urophylla</i> (B)   | 1,36                                 | 1,00                            | 27,14                                          | 71,86                                          | 7313                                      |
| 7.  | <i>Pinus merkusii</i> (A)         | 2,16                                 | 1,10                            | 23,41                                          | 75,49                                          | 7207                                      |
| 8.  | <i>Pinus merkusii</i> (B)         | 3,23                                 | 0,99                            | 17,62                                          | 81,39                                          | 6849                                      |
| 9.  | <i>Acacia mangium</i> (A)         | 2,57                                 | 0,80                            | 18,18                                          | 81,02                                          | 7275                                      |
| 10. | <i>Acacia mangium</i> (B)         | 2,04                                 | 1,66                            | 23,13                                          | 75,21                                          | 7374                                      |
| 11. | <i>Shorea platyclados</i> (A)     | 4,63                                 | 1,80                            | 19,55                                          | 78,65                                          | 7201                                      |
| 12. | <i>Shorea platyclados</i> (B)     | 3,12                                 | 0,70                            | 25,21                                          | 74,09                                          | 7174                                      |
| 13. | <i>Agathis boornensis</i> (A)     | 4,82                                 | 1,65                            | 21,17                                          | 77,18                                          | 7060                                      |
| 14. | <i>Agathis boornensis</i> (B)     | 2,26                                 | 1,28                            | 18,36                                          | 80,36                                          | 7135                                      |
| 15. | <i>Peronema canescens</i> (A)     | 5,30                                 | 1,19                            | 18,61                                          | 80,62                                          | 7281                                      |
| 16. | <i>Peronema canescens</i> (B)     | 1,48                                 | 1,84                            | 26,52                                          | 71,64                                          | 6746                                      |
| 17. | <i>Shorea lamellata</i> (A)       | 5,35                                 | 0,97                            | 18,39                                          | 80,64                                          | 7133                                      |
| 18. | <i>Eucalyptus deglupta</i> (B)    | 5,88                                 | 1,85                            | 19,32                                          | 78,83                                          | 7748                                      |
| 19. | <i>Shorea accuminatissima</i> (A) | 4,41                                 | 0,99                            | 24,62                                          | 74,39                                          | 7190                                      |
| 20. | <i>Eucalyptus deglupta</i> (B)    | 5,88                                 | 1,85                            | 19,32                                          | 78,83                                          | 7748                                      |

Catatan (Notes) : (A) dari hutan alam (from natural forest)  
 (B) dari hutan tanaman (from cultivates forest)

Rendemen ter berkisar antara 4,99 — 13,7%. Faktor utama yang dapat mempengaruhi kadar ter adalah komponen lignin dan zat ekstraktif di samping itu juga kecepatan proses. Jenis-jenis kayu yang mengandung ter di atas 10% dapat digolongkan ke dalam jenis-jenis kayu yang berkadar ter tinggi.

Rendemen arang bervariasi antara 21,38 — 38,00%. Rendemen arang dan sifat kekerasan arang sangat dipengaruhi oleh kecepatan proses di samping oleh umur tanaman, berat jenis dan komposisi kimia. Pada proses destilasi kering seperti ini akan menghasilkan sifat fisik arang yang rapuh, sedangkan pada proses pembuatan arang skala komersial yang memakan waktu lebih dari 30 hari, menghasilkan arang yang kompak dan keras.

Nilai kalor kayu bervariasi dari 4285 — 4994 kcal/kg. Jenis-jenis kayu yang mempunyai nilai kalor di atas 4700 kcal/kg dapat digolongkan jenis-jenis kayu yang mempunyai nilai kalor tinggi.

Tabel 3. Sifat arang hasil penelitian dibandingkan dengan sifat persyaratan arang untuk bahan baku arang aktif.

Table 3. Properties of the tested charcoal compared to charcoal properties required for activated charcoal.

| Deskripsi<br>(description)       | Arang yang<br>diuji<br>(tested<br>charcoal) | Syarat untuk<br>arang aktif<br>(required for<br>activated charcoal material) |
|----------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Kadar air (Moisture content), %  | 1,13 — 5,88                                 | 3 — 10                                                                       |
| Abu (Ash), %                     | 0,70 — 1,85                                 | 1 — 2                                                                        |
| Zat terbang (Volatile matter), % | 17,61 — 27,14                               | 15 — 20                                                                      |
| Karbon terikat (Fixed carbon), % | 72,01 — 81,39                               | 70 — 80                                                                      |

Sumber (Source) : Milan & Leany (1970).



Variasi nilai kalor sangat dipengaruhi oleh kadar lignin dan zat ekstraktif. Kadar lignin yang tinggi pada kayu akan meningkatkan nilai kalor kayu tersebut mengingat kadar lignin hasil isolasi kayu pada umumnya cukup tinggi yaitu sekitar 6000 kcal/kg. Sedangkan pengaruh kadar ekstraktif tergantung pada mudah tidaknya terbakar zat ekstraktif dalam kayu tersebut.

Hasil analisis sifat arang menunjukkan bahwa kadar air yang diperoleh cukup kecil yaitu berkisar antara 1,13 — 5,88%. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh daya serap air, kelembaban udara serta lama dan cara penyimpanan.

Kadar zat mudah menguap dari arang berkisar antara 17,61 — 27,14%. Kisaran ini sangat dipengaruhi oleh suhu maksimum pengolahan, yaitu makin tinggi suhu maksimum pengarangan makin rendah kadar zat mudah menguapnya dan makin tinggi kualitas arangnya, apabila arang tersebut akan digunakan sebagai bahan baku industri.

Kadar karbon terikat (fixed carbon) yang diperoleh dari hasil pengurangan (100% — kadar abu — kadar zat mudah menguap), berkisar antara 72,01 — 81,39%. Kadar karbon terikat tinggi lebih disukai karena akan meningkatkan kualitas arang, baik ditinjau dari kadar carbonnya maupun nilai kalornya.

Tabel 4. Hasil analisa arang sebagai bahan baku untuk arang aktif.

Table 4. Results of proximate analysis of charcoal as raw material for activated carbon.

| Jenis arang<br>(Kind of charcoal)                   | Kadar air<br>(Moisture), % | Abu,<br>(Ash) % | Zat ter-<br>bang<br>(Volatile<br>matter)<br>% | Karbon<br>tertam-<br>bat<br>(Fixed<br>carbon),<br>% |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Kayu pinus<br>(Pine wood)                           | 5,52                       | 1,35            | 15,29                                         | 77,84                                               |
| "                                                   | 9,92                       | 1,02            | 16,71                                         | 72,28                                               |
| Serbuk gergaji kayu<br>lunak (Soft wood<br>sawdust) | 6,70                       | 2,23            | 27,32                                         | 63,75                                               |
| "                                                   | 5,40                       | 2,84            | 31,43                                         | 60,23                                               |
| Tempurung kelapa<br>(Coconut shell)                 | 2,65                       | 1,42            | 17,49                                         | 78,44                                               |
| "                                                   | 3,62                       | 1,43            | 21,82                                         | 73,13                                               |
| "                                                   | 2,91                       | 0,98            | 25,98                                         | 70,13                                               |

Sumber : Data dari Forest Experiment Station Tokyo, 1976.

Source : Data from Forest Experiment Station Tokyo, 1976.

Kadar abu bervariasi antara 0,70 — 1,85%, hal ini dipengaruhi oleh jenis kayu dan tempat tumbuh.

Nilai kalor arang bervariasi antara 6746 s/d 7748 k. cal/kg, termasuk baik untuk digunakan sebagai sumber energi.

Untuk menilai kemungkinan arang hasil destilasi kering kayu sebagai bahan baku arang aktif, dicantumkan tabel yang berisi persyaratan umum sifat arang untuk bahan baku arang aktif dan dibandingkan dengan sifat arang hasil penelitian. Di samping itu untuk dapat memberikan gambaran lain tentang kualitas arang yang dihasilkan dari proses destilasi kering ini, pada Tabel 4 berikut dicantumkan sifat arang kayu dan tempurung kelapa sebagai bahan baku untuk arang aktif di Jepang.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan destilasi kering kayu beberapa jenis kayu Hutan Tanaman Industri ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan contoh yang diambil dan data hasil percobaan destilasi kering kayu menunjukkan bahwa contoh kayu yang berasal dari hutan alam dan Hutan Tanaman tidak memberikan kecenderungan perbedaan sifat kimia pada jenis yang sama. Perbedaan sifat yang ada lebih dipengaruhi oleh umur tanaman dan kondisi tempat tumbuh.
2. Rendemen cairan pyroligneous mempunyai hubungan positif yang nyata terhadap kadar air kayu makin tinggi kadar air kayu makin besar kadar cairan pyroligneous yang dihasilkan.
3. Rendemen arang 20 contoh kayu dari semua jenis yang diteliti 17 contoh dari 10 jenis kayu menghasilkan rendemen tinggi yaitu di atas 30%.
4. Kadar ter 11 contoh dari 8 jenis kayu adalah lebih dari 10%. Jenis-jenis kayu ini mempunyai prospek baik untuk dimanfaatkan dalam industri destilasi kering kayu yang memanfaatkan produk tersebut sebagai bahan pengaeet, bahan pengasap dan bahan industri.
5. Nilai kalor atau nilai bakar dari 20 contoh kayu yang diteliti diantaranya 10 contoh yang terdiri dari 7 jenis mempunyai nilai kalor tinggi yaitu di atas 4700 kcal/kg.
6. Nilai kalor arang hasil destilasi kering jenis-jenis kayu tersebut umumnya tinggi yaitu di atas 7000 kcal/kg.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aaron, J.R., 1980. The Production of Wood Charcoal in Great Britain. Forestry Commission Forest Record 121.
- ASTM, 1959. ASTM standard. Coal and Coke D-5. American Society for Testing and Material Philadelphia.
- ASTM, 1970. ASTM standard. "Laboratory sampling and Analysis of coal and coke, American Society for Testing and Materials Philadelphia.
- Griffioen, K. 1950. Carbonization of some Indonesian Woods in an Electrical Laboratory Oven. Balai Penyelidikan Kehutanan Bogor.
- Kuriyama A., 1961. Destructive Distillation of Wood Ministry of Agriculture and Forestry. Overseas Technical Cooperation Agency.
- Nurhayati, S. dan Hartoyo., 1976. Kayu daun lebar terhadap sifat arang. Lap. No. 72. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.