

## Analisis Rekayasa dan Karakterisasi Briket Bahan Bakar dari Limbah Serat Kenaf

(Engineering Analysis and Characterization of Fuel Briquette Produced from Hibiscus Cannabinus Fiber Waste)

SUDARJA

### ABSTRACT

The amount of rejected hibiscus cannabinus fiber reaches 30% during harvesting and 10% of the fiber bought by industries because they are not satisfied the quality requirement. In other words, 37% of the harvested hibiscus cannabinus fiber is rejected and become waste. On the other hand, the society need alternative fuel instead of fossil fuel due to its availability and high-price. Therefore, a study on the utilization of hibiscus cannabinus fiber waste for alternative fuel is urgently required. The main materials used in this research are hibiscus cannabinus fiber waste and starch glue. The first step is producing star-coal by burning the hibiscus cannabinus fiber in a closed tube (chamber) followed by producing starcoal briquette by blending starcoal powder and starch glue, and finally, pressing it in a pressing machine. The characteristic being studied are: water content (comply to ASTM-D-3173), calorific value (ASTM D-2015 and ASTM D-5865-03), and ash content (ASTM D-3174). The result of the research shows that the average calorific value of hibiscus cannabinus fiber waste is 6595,65 kal/gram while that of the briquette compacted at 1090 psi or above was 7394,14 kal/gram. The average water content was 10,9%, and ash content is 31,67%. Advanced study concerning the percentage of fly ash and economic aspects was recommended in order to justify its feasibility.

**Keywords:** hibiscus cannabinus fiber, starcoal briquette, calorific value, fly ash

### PENDAHULUAN

Berbagai jenis tanaman serat tumbuh subur di Indonesia, seperti kenaf, rosella, rami, dan *abaca*. Kenaf (*hibiscus cannabinus*) memiliki masa tanam pendek (4 bulan) dan tahan di lahan banjir. Serat ini biasanya hanya digunakan sebagai bahan karung goni (seperti di PT. Karung Goni Rosella Baru Surabaya, PT. Karung Goni Pecangakan Jepara, dan PT. Karung Goni di Banten), dan sebagaian lagi diekspor ke Jepang (khusus kualitas no. 1). Budidaya kenaf dilakukan oleh para petani kenaf di Lamongan, Jepara, Banten dan daerah lainnya. Fakta di lapangan menunjukkan adanya sekitar 20-30% dari jumlah kenaf yang dipanen petani tidak layak jual ke industri dan sekitar 10% serat kenaf yang dibeli industri tidak layak proses karena masih banyak mengandung kulit kayu. Akibatnya, sisa kenaf (kenaf afkiran) tersebut biasanya hanya ditumpuk dan dibakar. Pembakaran kenaf menunjukkan warna nyala api kebiruan dan waktu nyalanya agak lama.

Dari sini ditengarai bahwa serat kenaf *celulosa fiber (biofiber)* mempunyai nilai kalor antara sedang sampai tinggi.

Kondisi sebaliknya, krisis bahan bakar menuntut adanya pengembangan riset yang mampu menemukan bahan bakar alternatif terbarukan. Rekayasa briket dari bahan biofiber khususnya serat kenaf sebagai bahan bakar alternatif dipandang mendesak untuk dilakukan.

Tujuan utama dari makalah ini adalah untuk merekayasa pengolahan serat kenaf afkiran menjadi produk briket arang sebagai bahan bakar alternatif terbarukan. Penelitian ini juga merupakan tahapan penuntasan pengolahan limbah buangan industri kenaf menjadi produk komersial yang memiliki nilai teknologi dan nilai ekonomi tinggi. Untuk mencapai tujuan utama tersebut di atas, maka dilakukan penelitian-penelitian spesifik dengan tujuan khusus mengkaji proses manufaktur briket arang dari bahan serbuk biofiber kenaf dengan perekat bahan limbah tetes tebu atau pati serta

menyelidiki nilai kalor, kadar air dan kandungan abu briket arang *biofiber*.

Arang adalah residu yang berbentuk padat hasil dari pembakaran pada kondisi terkontrol (Soeparno, 1993). Hartoyo dan Tjutju (1976) mengatakan bahwa arang adalah residu yang sebagian besar komponennya adalah karbon dan terjadi karena penguraian kayu akibat perlakuan pemanasan. Peristiwa ini terjadi pada pemanasan kayu langsung atau tidak langsung dalam timbunan, kiln, tanur tanpa udara atau dengan udara terbatas. Menurut Sudrajat (1997), arang adalah hasil proses pembakaran tanpa udara yang mengeluarkan sebagian besar zat non karbon dalam bentuk cair atau gas.

Briket adalah perubahan bentuk dari bentuk curah menjadi bentuk padat yang dihasilkan dari pemampatan komponen penyusunnya yang disertai panas (Nadapdap & Budiarto dalam Afianto, 1994), selanjutnya Hartoyo, et al. (1978) mengatakan bahwa briket arang adalah arang yang diubah bentuk, ukuran dan kerapatannya dengan cara mengempa serbuk yang dicampur dengan perekat. Beglinger dalam Hartoyo dan Tjutju (1976) telah mengelompokkan arang kayu berdasarkan penggunaannya, yaitu: keperluan rumah tangga, keperluan metalurgi dan penetralisir limbah (sebagai karbon aktif)

Nilai kalor adalah jumlah satuan panas yang dihasilkan per satuan berat dari proses pembakaran cukup oksigen dari suatu bahan yang mudah terbakar (Syachry, 1983). Nilai kalor dinyatakan dalam satuan *British Thermal Unit* (BTU) atau Kalori. Brame yang disadur oleh Syachry (1983) berpendapat bahwa yang sangat mempengaruhi nilai kalor kayu adalah karbon, lignin dan zat resin, sedangkan kandungan selulosa kayu tidak begitu berpengaruh terhadap nilai kalor kayu. Soeparno dan Suranto (1990) menyatakan bahwa nilai kalor kayu dipengaruhi oleh kerapatan kayu, kadar air, kadar lignin dan kadar ekstraktif. Nilai kalor arang lebih tinggi dari nilai kalor kayu karena unsur-unsur yang terdapat dalam arang merupakan dua per tiga dari minyak bakar, sedangkan kayu seperempat atau dua per lima dari minyak bakar. Nilai kalor arang berhubungan dengan kadar karbon terikat, semakin tinggi kadar karbon terikat akan semakin tinggi pula nilai kalornya, karena setiap reaksi oksidasi akan menghasilkan kalor (Sudrajat, 1983). Soeparno (1999) menyebutkan bahwa tingginya nilai kalor yang

dimiliki oleh arang disebabkan karena tingginya nilai kalor minyak bakar (*fuel oil*) yang terdapat di dalam arang, yaitu sekitar 70 %. Micuta (1985) menyebutkan bahwa besarnya kandungan zat arang (karbon) akan mempengaruhi besarnya nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kalor yang dihasilkan oleh arang lebih besar dari pada kayu, karena kandungan zat arang yang dimiliki oleh arang lebih banyak dibandingkan kandungan zat arang yang dimiliki oleh kayu.

Djarmiko, et al. (1981) mendefinisikan karbon terikat sebagai fraksi karbon dalam arang selain fraksi abu, air dan zat yang mudah menguap. Karbon terikat dalam arang mempunyai peranan yang cukup penting untuk menentukan kualitas arang. Djarmiko et. al. (1981) juga menyebutkan bahwa arang yang bermutu baik adalah arang yang mempunyai nilai kalor dan kadar karbon terikat tinggi, tetapi mempunyai kadar abu rendah.

Untuk mendapatkan sifat fisik briket arang (kadar air, berat jenis, nilai kalor) dan sifat-sifat kimia (kadar abu) dilakukan pengujian briket arang dengan mengikuti standar ASTM yang sesuai, yaitu:

#### 1. Kadar air

Prosedur pengujian kadar air briket arang mengikuti ASTM D-3173 dan perhitungannya mengikuti persamaan:

$$KA = [(a - b)/a] \times 100 \quad (1)$$

dengan :

- a : berat awal sampel (gram)
- b : berat sampel setelah dikeringkan dalam tanur (gram)

#### 2. Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor briket arang mengikuti prosedur yang diatur dalam ASTM D-2015 dan ASTM D-5865-03 (ASTM D-2015 diskontinyu pada tahun 2000 dan masuk pada ASTM D-5865-03). Kapasitas kalor dihitung dengan persamaan:

$$E = [(H_c \times m) + e_1 + e_2]/t \quad (2)$$

dengan,

- E : kapasitas kalor kalorimeter, (J/°C)
- H<sub>c</sub> : kalor pembakaran asam benzoat, (J/gr)
- m : berat asam benzoat (gr)
- e<sub>1</sub> : koreksi asam (ml Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> standard)
- e<sub>2</sub> : koreksi kalor pembakaran dari kawat
- t : kenaikan temperatur terkoreksi (°C)

$e_1$  adalah volume sodium carbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) yang digunakan dalam titrasi (ml). Satu ml larutan ini ekuivalen dengan 4,2 J (1,0 kalori) dalam titrasi asam.

$$e_2 = K_1 \times l \quad (3)$$

dengan,

- $l$  : panjang kawat yang terbakar selama pembakaran (mm)  
 $K_1$  : 0,96 J/mm (0,23 kal/mm) jika menggunakan No 34 B&S *gage Chromel C*  
 : 1,13 J/mm (0,27 kal/mm) jika menggunakan No 34 B&S *gage iron wire*  
 : 0,00 J/mm untuk platina atau kawat palladium

Kenaikan temperatur terkoreksi ( $t$ ) dihitung dengan persamaan:

$$t = t_c - t_a + C_e + C_r + C_s \quad (4)$$

dengan,

- $t_c$  : temperatur awal pembakaran  
 $t_a$  : temperatur akhir pembakaran  
 $C_e$  : koreksi termometer  
 $C_r$  : koreksi radiasi  
 $C_s$  : koreksi seting termometer

Selanjutnya nilai kalor ( $Q_{\text{gross}}$ ) dihitung dengan persamaan:

$$Q_{\text{gross}} = [(t.E) - e_1 - e_2 - e_3 - e_4]/m \quad (5)$$

dengan,

- $e_3$  : koreksi sulfur  
 $e_4$  : koreksi pembakaran  
 $m$  : massa sampel (gr)

### 3. Kadar Abu

Abu dalam biomass terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap atau hilang dan akan tetap tinggal selama proses pengabuan. Prosedur pengujian dan penghitungan kadar abu mengacu pada ASTM D-3174. Persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{Kadar abu} = [(A-B)/C] \times 100 \quad (6)$$

dengan,

- $A$  : berat cawan dan abu (gram)  
 $B$  : berat cawan kosong (gram)  
 $C$  : berat sampel (gram)

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan- bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Serat kenaf (Gambar 1).
2. Tetes tebu atau pati untuk bahan perekat briket arang
3. Aquades untuk proses pengujian nilai kalor serta pengujian berat jenis briket arang.
4. Asam benzoat untuk peneraan alat bom kalorimeter pada pengujian nilai kalor briket arang
5. Methyl orange untuk proses titrasi pada pengujian nilai kalor briket arang
6. Oksigen murni 99,5 % untuk mengisi tekanan bom kalorimeter pada proses pengujian nilai kalor briket arang
7. Sodium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) untuk pembuatan larutan titrasi pada proses pengujian nilai kalor briket arang
8. Kawat Nikel untuk pengujian nilai kalor briket arang.



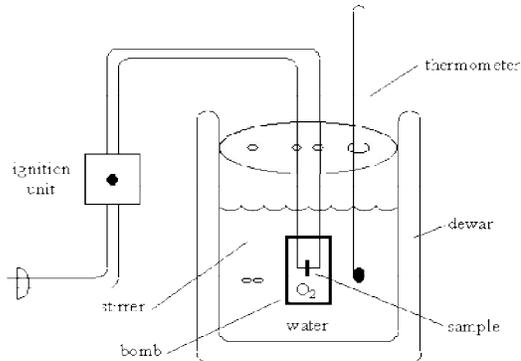
GAMBAR 1. Serat kenaf

### Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi:

1. Saringan ukuran 45 mesh.
2. Neraca analit elektrik dengan ketelitian  $10^{-3}$  gram untuk menimbang serbuk arang dan contoh uji.
3. Retort untuk mengarangkan serbuk gergaji menjadi serbuk arang.
4. Alat pencetak briket berbentuk silinder dengan ukuran diameter 4,5 cm.

5. Mesin kempa untuk mengepres briket arang.
6. Alat untuk mengeluarkan briket arang.
7. Gergaji tangan untuk memotong contoh uji briket arang.
8. Bor kecil untuk melubangi contoh uji.
9. Kalorimeter bom oksigen untuk pengukuran nilai kalor arang (Gambar 2).



GAMBAR 2. Konstruksi Kalorimeter Bom

10. Stopwatch untuk pengukuran pertambahan waktu pada pengujian nilai kalor.
11. Erlenmeyer 50 ml sebagai wadah indikator methyl orange.
12. Pipet untuk meneteskan larutan methyl orange.
13. Buret 50 ml untuk pengukuran titrasi asam pada pengukuran nilai kalor.
14. Gelas piala 100 ml untuk menampung air cucian dari silinder bom yang akan dititrasi.
15. Cawan porselin untuk wadah contoh uji.
16. Oven untuk mengeringkan contoh uji kadar air dan berat jenis briket arang.
17. Desikator untuk mendinginkan contoh uji setelah dikeluarkan dari dalam oven.
18. Gelas piala 500 ml sebagai wadah aquades pada pengukuran berat jenis.
19. Tanur listrik untuk pengujian kadar abu.

#### *Pelaksanaan Penelitian*

Penelitian dilakukan dengan cara dan prosedur seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.



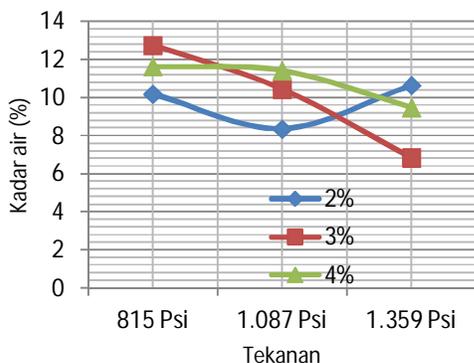
GAMBAR 3. Diagram alir jalannya penelitian

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Besarnya kadar air briket arang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 4. Dari Tabel 1 dan Gambar 4 terlihat bahwa kadar air pada briket berbanding lurus terhadap persentase perekat dan berbanding terbalik terhadap tekanannya (lihat pada rata-rata). Hal ini disebabkan semakin besar prosentase perekat maka air yang digunakan (diberikan) pada waktu pembuatan briket juga semakin besar secara proporsional. Perbandingan berat antara air dan perekat adalah 16 : 1. Kenaikan nilai kompaksi mengakibatkan lebih banyak air yang terdorong keluar dari briket, sehingga air yang tertinggal di dalam briket menjadi lebih sedikit.

TABEL 1. Kadar air briket arang serat kenaf

Tekanan (psi)	Kadar air (%)			Kadar air rata-rata (%)
	Prosentase Perekat			
	2%	3%	4%	
820	10,18	12,74	11,63	11,52
1090	8,35	10,44	11,43	10,07
1360	10,65	6,84	9,47	8,99
rata-rata	9,73	10,01	10,84	

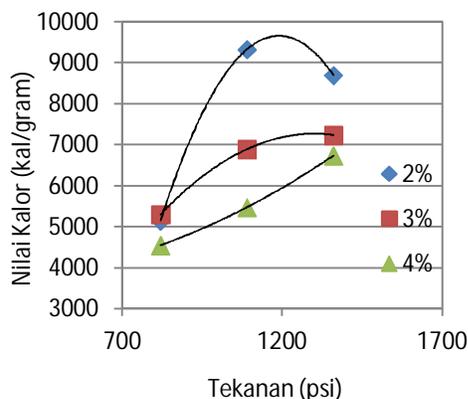


GAMBAR 4. Pengaruh tekanan kompaksi dan prosentase perekat terhadap kadar air briket arang serat kenaf

Tabel 2 dan Gambar 5 menunjukkan hubungan antara persentase perekat, tekanan kompaksi briket dan nilai kalor briket arang serat kenaf. Dari gambar tersebut terlihat bahwa nilai kalor berbanding lurus terhadap tekanan kompaksi dan berbanding terbalik dengan persentase perekatnya. Penjelasan mengenai hal ini adalah sebagai berikut:

TABEL 2. Nilai kalor briket arang serat kenaf

Perekat (%)	Nilai Kalor (kal/gram)			Nilai Kalor rata- rata (kal/gram)
	Tekanan (psi)			
	820	1090	1360	
2%	5147,89	9328,68	8698,46	7725,01
3%	5301,16	6891,34	7237,28	6476,59
4%	4546,79	5474,83	6734,23	5585,28
rata-rata	4998,61	7231,62	7556,66	



GAMBAR 5. Grafik pengaruh tekanan kompaksi dan prosentase perekat terhadap nilai kalor briket arang serat kenaf

- (1) jika prosentase perekat semakin tinggi, maka kandungan perekat (pati) di dalam briket juga semakin tinggi, padahal nilai kalor dari perekat sangat rendah (hanya sekitar 4000 kal/gram) sehingga penambahan prosentase perekat berakibat menurunkan nilai kalor briket,
- (2) tekanan kompaksi yang semakin tinggi menyebabkan kadar air semakin rendah demikian juga sebaliknya jika kompaksi rendah, kadar air semakin tinggi. Kadar air yang tinggi di dalam briket menurunkan nilai kalor briket karena komponen serbuk arang yang memberikan kalor semakin sedikit dan sebagian kalor justru diserap oleh air.

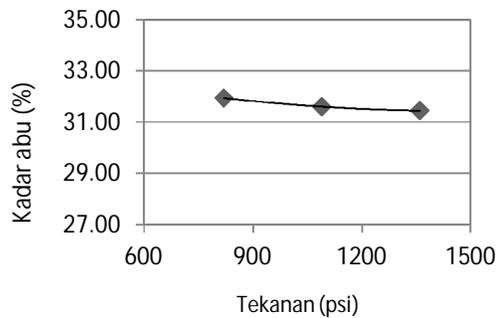
Pengaruh tekanan kempa dan prosentase perekat terhadap kadar abu briket arang serat kenaf ditunjukkan pada Tabel 3, Gambar 6 dan Gambar 7. Dari Tabel 3, rata-rata kadar abu adalah 31,67%. Dari Gambar 6 terlihat bahwa tekanan kempa tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar abu. Hal ini disebabkan karena perubahan tekanan kempa tidak merubah prosentase komposisi zat-zat yang potensial menjadi abu. Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin besar prosentase perekat, maka semakin besar pula kadar abu dari briket arang serat kenaf ini. Hal ini dikarenakan perekat (dalam hal ini tepung pati) merupakan zat yang potensial berubah menjadi abu jika terbakar.

Dari Tabel 3 terlihat bahwa kadar abu dari briket arang serat kenaf ini cukup tinggi (di atas 25%). Hal ini disebabkan karena bahan penelitian ini menggunakan serat afkir dan limbah yang masih mengandung kulit pohon

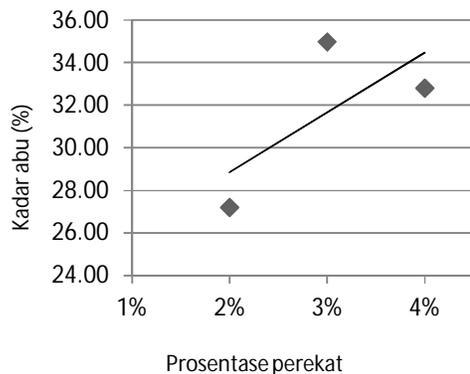
kenaf yang lebih mudah menjadi abu dibandingkan selulosa seratnya.

TABEL 3. Kadar abu briket arang serat kenaf

Perekat (%)	Kadar abu (%)			Kadar abu rata-rata (%)
	Tekanan (psi)			
	820	1090	1360	
2%	25,04	26,89	29,69	27,21
3%	44,08	40,79	20,07	34,98
4%	26,7	27,14	44,6	32,81
rata-rata	31,94	31,61	31,45	



GAMBAR 6. Pengaruh tekanan kempa terhadap kadar abu



GAMBAR 7. Pengaruh prosentase perekat terhadap kadar abu

## KESIMPULAN

1. Nilai kalor rata-rata briket arang serat kenaf dalam penelitian ini adalah 6595,63 kal/gram, sedangkan nilai kalor briket arang serat kenaf dengan tekanan 1090 psi ke atas

cukup tinggi yaitu 7394,14 kal/gr sehingga memenuhi standard Jepang (6000-7000), standard Inggris (7300) maupun standard Amerika (6500). Dengan demikian, jika hanya ditinjau dari nilai kalornya saja, briket dari serat kenaf sangat layak untuk diproduksi dan digunakan secara luas.

2. Nilai kalor yang digambarkan sebagai fungsi dari persentase perekat dan tekanan kompaksi memiliki kecenderungan yang berlawanan dengan grafik kadar air. Dari kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar air dalam briket arang, maka nilai kalornya akan semakin rendah.
3. Kadar abu briket serat kenaf (kenaf afkiran dan limbah kenaf) sangat tinggi, yaitu 31,67%, sehingga tidak memenuhi standard Jepang, Inggris maupun Amerika. Oleh karena itu sebelum diproduksi secara massal dan komersial, perlu dilakukan penelitian lanjutan yaitu jenis abu (*bottom ash* atau *fly ash*) serta diupayakan untuk menurunkan kadar abu tersebut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. DP2M Ditjen Dikti, atas pendanaan yang diberikan untuk penelitian ini.
2. Kuncoro Diharjo atas saran dan masukan terhadap jalannya penelitian ini.
3. Arifian Hidayat atas pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afianto, A. (1994). *Pengaruh Perbedaan Jenis Kayu, Ukuran dan Jumlah Serbuk terhadap Rendemen, Fisik dan Nilai Kalor Arang Briket*. Skripsi, Gadjah Mada, Yogyakarta.
- ASTM. (2003). *Annual books of ASTM standards, Volume 05.06-2003, Gaseous Fuel; Coal and Coke*. Philadelphia, PA: American Society for Testing and Materials.

- Djarmiko, Ketaren, B.S. & Setyahartini, S. (1981). *Arang, pengolahan dan kegunaannya*. Bogor: Jurusan Teknologi

Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Hartoyo & Tjuju Nurhayati S. (1976). *Rendemen dan sifat arang beberapa jenis kayu Indonesia*. Laporan No.62, Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Hartoyo, Ando & Roliadi (1978). *Percobaan pembuatan briket arang dari lima jenis kayu*. Laporan No.103, Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Micuta, W. (1985). *Modern stoves for all*. London: Intermediate Technology Publication.
- Nurhayati, T.D., Setiawan & Mahpudin. (2000). *Produksi arang dan distilat ramah lingkungan*, Prosiding Lokakarya Penelitian Hasil Hutan. Bogor: Pusat Penelitian Hasil Hutan, Departemen Kehutanan.
- Soeparno & Suranto (1990). *Penelitian nilai kalor beberapa jenis kayu bakar rakyat*. Laporan penelitian, Fakultas Kehutanan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Soeparno (1993). *Pengaruh tekanan waktu kempa dan jenis serbuk pada pembuatan arang gergajian terhadap rendemen dan nilai panas*. Laporan penelitian, Fakultas Kehutanan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Soeparno (1999). *Pengolahan arang di pedesaan sebagai usaha meningkatkan manfaat kayu dan pendapatan petani*. Prosiding Seminar Sehari 70 tahun Prof. Soenardi, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sudrajat (1997). *Teknologi pengolahan hasil hutan untuk peningkatan nilai tambah dan daya saing pasar: prospek dan kendala dalam perdagangan bebas*. Makalah Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama, Departemen Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta.
- Syachry, T.N. (1983). *Sifat arang, briket arang dan alkohol yang dibuat dari limbah industri kayu*. Laporan PPPHH No.165 (pp.27-33). Bogor.

---

PENULIS:

Sudarja<sup>✉</sup>

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jalan Lingkar Selatan, Bantul, Yogyakarta, Indonesia.

<sup>✉</sup> Email: sudarja\_msn@yahoo.com

Diskusi untuk makalah ini dibuka hingga 1 April 2010 dan akan diterbitkan dalam jurnal edisi Mei 2010.