

# Penampilan Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* Linn) Bagian Dalam yang Dimampatkan

## *Performance of Densified Inner-Part of Coconut Wood (*Cocos nucifera* Linn)*

Isna Yuniar Wardhani, Surjono Surjokusumo, Yusuf Sudo Hadi dan Naresworo Nugroho

### Abstract

The inner-part of coconut wood has low to medium density, which have not been utilized yet optimally as construction material. The purpose of this study was to improve the properties of inner-part of coconut wood by densification, such as it can be considered as a substitute of wood. Pre-treatments were steaming (a<sub>1</sub>) and boiling (a<sub>2</sub>) at 120°C for 15 minutes, and pressing temperature were 150°C (b<sub>1</sub>) and 175°C (b<sub>2</sub>). Deformation targets were 10% (c<sub>1</sub>), 20% (c<sub>2</sub>) and 30% (c<sub>3</sub>) from the initial thickness. The results indicated that the treatments did not affect to some of the densified wood properties. The appearance of panel surface was smooth and shine, but darker than that of solid. The increasing of density was 4.43 ~ 27.21% with strain recovery of 0.17 ~ 0.52 after soaking in water for 24 hours at room temperature.

**Key words:** coconut wood, inner-part, densification, strain recovery.

### Pendahuluan

Kayu Kelapa bagian dalam (*inner part*) mempunyai kerapatan rendah hingga sedang yang kebanyakan dibuang atau dijadikan kayu bakar, karena kekuatannya yang rendah. Menurut Arancon (1997), kerapatan kayu Kelapa bagian dalam, tengah dan tepi masing-masing adalah 0.11 g/cm<sup>3</sup>, 0.42 g/cm<sup>3</sup> dan 0.85 g/cm<sup>3</sup>. Pemampatan (*densification*) merupakan salah satu cara untuk meningkatkan mutu kayu Kelapa bagian dalam. Dwianto *et al.* (1998) menyatakan bahwa cara efektif untuk meningkatkan kekuatan kayu daun jarum (*softwood*) seperti Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) adalah dengan pemampatan.

Proses pemampatan dapat meningkatkan kerapatan dan kekuatan kayu yang umumnya dilakukan pada kayu jenis dikotil berkerapatan rendah seperti Sengon dan Agathis, dan belum ada informasi tentang pemampatan kayu Kelapa. Killmann dan Koh (1988) memampatkan kayu Sawit dan kerapatannya meningkat hingga 165%. Kayu Kelapa dan kayu Sawit mempunyai struktur anatomi yang sama, sehingga memungkinkan untuk memampatkan kayu Kelapa menjadi bahan yang mempunyai sifat lebih baik dari kayu Kelapa yang tidak dimampatkan dan dapat dijadikan alternatif pengganti kayu konvensional yang sudah semakin berkurang jumlahnya.

Kayu Kelapa hasil proses pemampatan sebagai alternatif pengganti kayu *solid* perlu diketahui sifat-sifatnya untuk menghindari terjadi kesalahan dalam pemanfaatannya. Hal-hal tersebut masih belum banyak diinformasikan sehingga dirasa perlu untuk menelitinya lebih lanjut.

Penelitian ini bertujuan memampatkan bagian dalam batang Kelapa sehingga didapat bahan yang mempunyai sifat yang lebih baik. Dari hasil penelitian ini diharapkan didapat bahan yang dapat digunakan untuk

bahan bangunan, khususnya bahan interior karena kayu Kelapa mempunyai dekoratif yang unik dan indah.

### Bahan dan Metode

#### Bahan dan Alat

Bahan utama penelitian ini adalah papan Kelapa berukuran 10 x 2 x 36 cm (T x R x L) dengan kerapatan normal 0.40 ~ 0.57 g/cm<sup>3</sup> sedangkan peralatan yang digunakan antara lain adalah gergaji bundar, ketam, mesin kempa panas, *autoclave*, tanur pengering, moisture meter, kaliper, neraca analitis, desikator dan penangas air.

#### Prosedur

- Papan kayu Kelapa yang telah mempunyai kadar air kering udara yang seragam selanjutnya dikukus (a<sub>1</sub>) dengan uap air atau direbus (a<sub>2</sub>) dalam *autoclave* pada temperatur 120°C selama 15 menit, sehingga sel-sel kayu menjadi lunak karena pada penelitian pendahuluan yang tidak dilakukan pelunakan, pemampatan tidak terjadi dengan sempurna.
- Papan yang telah dikukus atau direbus tersebut selanjutnya didinginkan selama 5 menit lalu ditutupi dengan aluminium foil untuk menghindari terjadinya gosong dan dimampatkan dengan kempa panas pada temperatur 150°C (b<sub>1</sub>) dan 175°C (b<sub>2</sub>). Pengempaan dilakukan hingga tercapai deformasi sebesar 10% (c<sub>1</sub>), 20% (c<sub>2</sub>) dan 30% (c<sub>3</sub>) dari tebal papan awal yaitu 2 cm. Waktu dan tekanan kempa yang diaplikasikan dicari berdasarkan target tebal yang diinginkan, yaitu berkisar antara 23 ~ 45 menit.
- Setelah papan kering, plat pres diangkat.

- Papan hasil pemampatan selanjutnya dikondisikan selama 14 hari dan diukur kerapatan papan setelah dipadatkan.
- Papan dipotong untuk dibuat contoh kerapatan, uji penyerapan air dan pengembangan tebal (JIS A-5908, 1994), dan pemulihan tebal (*strain recovery* = SR) (Dwianto *et al.* 1998; Higashihara *et al.* 2002) yang dihitung berdasarkan kering oven.
- SR dihitung dengan rumus :  $(Tr - Tc/To - Tc) (100)$  dimana:  
Tr = tebal setelah direndam 24 jam  
Tc = tebal setelah di pres  
To = tebal sebelum di pres

### Analisis Data

Penampilan fisis kayu Kelapa bagian dalam yang dimampatkan ditampilkan dalam bentuk foto sedangkan data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk grafik.

## Hasil dan Pembahasan

### Proses Pemampatan Kayu Kelapa

Dalam proses pembentukan kayu seperti pelengkungan dan pemampatan, dinding sel kayu harus bersifat lunak atau plastis sehingga lebih mudah dibentuk. Dinding sel kayu merupakan komposit yang terdiri dari beberapa lapisan yang heterogen, baik struktur maupun komposisi kandungan kimianya. Komponen utama penyusun dinding sel kayu adalah rantai selulosa yang bergabung membentuk mikrofibril. Tiap lapisan dinding sel mempunyai arah mikrofibril yang berbeda, yang diselubungi oleh matrik berupa lignin dan hemiselulosa (Kollmann dan Côté 1984; Tsoumis 1991; Dwianto *et al.* 1998; Li dan Cown 2004). Pelunakan dinding sel dapat dilakukan dengan berbagai cara dan plastisasi dinding sel akan terjadi bila matrik melunak. Menurut Takahashi *et al.* (1998), pelunakan kayu terjadi pada dua tahap yaitu pelunakan lignin saat tercapai temperatur transisi gelas (Tg) lignin sebesar 83°C (Tabarsa 2002) dan dekomposisi hemiselulosa dinding sel menjadi monomer gula pada temperatur sekitar 180°C.

Waktu yang diperlukan untuk mencapai tebal target dari semua perlakuan berkisar antara 2.8 ~ 4.0 menit, dengan waktu rata-rata masing-masing adalah 3 menit, 3.5 menit dan 4 menit untuk perlakuan  $c_1$ ,  $c_2$  dan  $c_3$ . Pengempaan dilakukan secara bertahap untuk menghindari kerusakan pada sel kayu karena bila tekanan diberikan secara mendadak maka dapat menyebabkan noktah atau dinding sel pecah.

Pemberian tekanan atau gaya pada arah tegak lurus serat kayu melampaui titik proporsional akan menyebabkan terjadi perubahan bentuk elastis dan bila gaya terus diberikan, maka akan mulai terjadi kerusakan tekan (*compressive failure*). Peningkatan pemberian gaya

secara bertahap menyebabkan sel mengempis karena memipihnya rongga sel. Tekanan kempa yang diperlukan untuk mencapai tebal target sebesar 8.8 ~ 17.6 kg/cm<sup>2</sup> dan ada kecenderungan semakin besar penurunan tebal yang ingin dicapai maka diperlukan tekanan yang lebih besar.

Pemampatan kayu dalam waktu yang singkat akan berakibat panel yang dihasilkan tidak sempurna dan kayu dapat kembali ke bentuk semula bila beban dilepas pada saat belum tercapai kondisi deformasi tetap. Untuk itu diperlukan waktu kempa yang lebih lama sebagai penguatan lanjutan yang disebut *drying set*.

*Drying set* untuk semua perlakuan berkisar antara 23 ~ 45 menit, yang berarti total waktu pengempaan berkisar 30 ~ 50 menit tergantung kerapatan kayu yang dimampatkan. Semakin tinggi kerapatannya, maka waktu yang diperlukan untuk mencapai target tebal dan *drying set* semakin lama. Proses ini merupakan usaha untuk mengeluarkan air terikat dari dinding sel kayu tetapi menahan kayu dalam deformasi permanen tanpa merusak struktur sel kayu. Tsoumis (1991) menyatakan bahwa usaha pelepasan molekul air di bawah titik jenuh serat akan berakibat menyusutnya dimensi sel yang bila dilakukan secara mendadak akan menyebabkan kerusakan pada dinding sel dan kayu.

### Hasil Pemampatan Kayu Kelapa Bagian Dalam

**Perubahan Kerapatan:** Papan yang dijadikan sampel mempunyai kerapatan 0.40 ~ 0.57 g/cm<sup>3</sup> dengan kerapatan rata-rata 0.46 g/cm<sup>3</sup>, sedangkan kerapatan akhir papan terpadatkan berkisar antara 0.42 ~ 0.69 g/cm<sup>3</sup> dengan rata-rata 0.53 g/cm<sup>3</sup> atau terjadi kenaikan kerapatan berkisar 4.43 ~ 27.21% seperti pada Gambar 1.

Persentase kenaikan kerapatan tidak mencapai target sebesar 10%, 20% dan 30% seperti yang diharapkan sesuai dengan besar deformasi, karena pada saat dikondisikan, terjadi kenaikan kadar air yang menyebabkan kayu mengembang terutama dimensi tebalnya rata-rata sebesar 2.88%. Selain itu, menurut Blomberg (2004) kerapatan kayu termampatkan dapat menurun dari 1.50 g/cm<sup>3</sup> menjadi 1.00 g/cm<sup>3</sup> saat tekanan dilepas karena sifat elastis kayu. Penyebab lain adalah penurunan berat papan karena adanya zat ekstraktif yang terlarut atau menguap selama proses berlangsung terutama yang terdapat sel-sel di permukaan papan. Pematatan dengan temperatur 150°C ( $b_1$ ) meningkatkan kerapatan sebesar 13.5% sedangkan 175°C ( $b_2$ ) sebesar 15.6%. Secara statistik nilai keduanya tidak berbeda, yang berarti temperatur kempa bukan faktor yang menentukan peningkatan kerapatan kayu Kelapa setelah dimampatkan, seperti halnya perlakuan perebusan dan pengukusan.

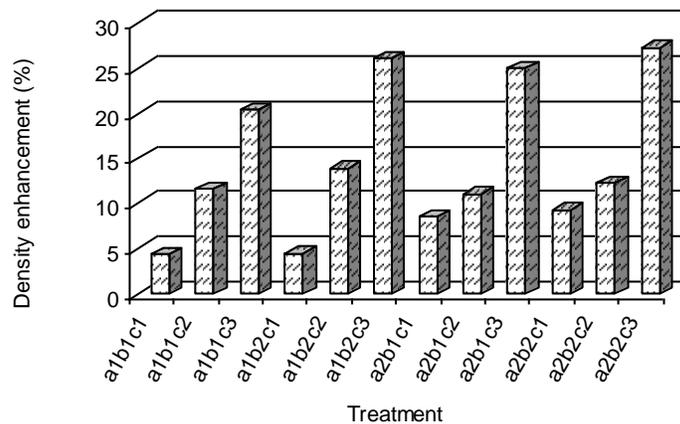


Figure 1. The enhancement of density after densification.

Notes: a<sub>1</sub> = steaming; a<sub>2</sub> = boiling

b<sub>1</sub> = 150°C; b<sub>2</sub> = 175°C

c<sub>1</sub> = 10%; c<sub>2</sub> = 20%; c<sub>3</sub> = 30%

Kesulitan pemampatan kayu Kelapa disebabkan sebaran ikatan pembuluh yang tidak merata dalam satu papan sehingga kerapatannya menjadi heterogen. Hal ini menyebabkan terjadi perbedaan tingkat deformasi antar bagian papan pada saat pemampatan. Bagian papan yang berkerapatan lebih rendah lebih mudah dipadatkan. Peningkatan kerapatan yang tidak mencapai target juga terjadi pada pemampatan kayu Sawit yang hanya meningkat sebesar 18% dari target 50% penurunan tebal (Sumardi dan Rasyid 2002). Sementara itu Killmann dan Koh (1988) dapat meningkatkan kerapatan kayu Sawit hingga 165%, terutama kayu Sawit berkerapatan rendah dan semakin tinggi kerapatan awal kayu Sawit maka persen kenaikan kerapatan semakin kecil.

**Penampilan Papan Termampatkan:** Pemampatan kayu Kelapa menghasilkan papan termampatkan yang mengalami perubahan warna jika dibandingkan dengan kayu asalnya. Penampakan visual permukaan papan asal pemampatan untuk semua perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa kayu Kelapa yang dipadatkan dengan temperatur 175°C mempunyai warna yang relatif lebih gelap dibandingkan dengan 150°C, karena terjadi perubahan warna akibat suhu yang tinggi. Pemanasan menyebabkan perubahan warna kayu dikatakan oleh Hayashi *et al.* (2002) dan ini terlihat dari warna kayu asal yang lebih cerah dibandingkan kayu Kelapa hasil pemampatan dengan kempa panas. Dari semua perlakuan penurunan tebal, tidak terdapat papan yang rusak atau cacat secara fisik seperti menggelembung pada bagian tengah, terpuntir atau meledak, seperti hasil penelitian Sulistiyono (2001). Cacat yang terjadi hanya berupa perubahan warna

menjadi gelap atau adanya noda pada permukaan papan seperti papan E pada Gambar 2.

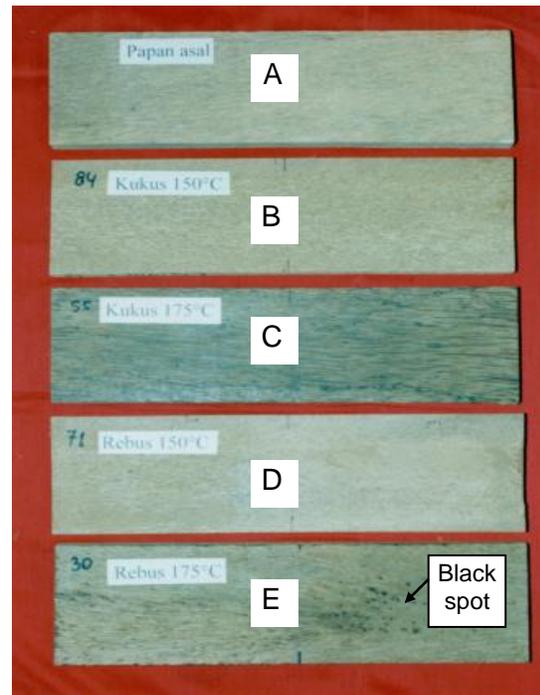


Figure 2. Performance of coconut wood before and after densification.

Notes: A = solid wood;

B = steaming and hot pressing at 150°C

C = steaming and hot pressing at 175°C

D = boiling and hot pressing at 150°C

E = boiling and hot pressing at 175°C

Perubahan warna menjadi gelap atau adanya noda terjadi karena gula yang muncul di permukaan kayu menjadi gosong akibat pengempaan panas. Noda terutama terjadi pada papan yang berasal dari bagian tengah yang banyak mengandung zat ekstraktif pada parenkimnya.

Dari seluruh sampel yang berjumlah 36 papan, papan yang mengalami perubahan warna menjadi gelap atau ada noda di sebagian permukaannya hanya berjumlah 4 papan (11%), sedangkan yang lainnya mempunyai warna yang cerah dengan kesan raba yang halus. Kesan raba yang halus ini akan memudahkan dalam proses pengerjaan kayu selanjutnya. Misalnya bila akan digunakan untuk mebel, langit-langit atau dinding, maka papan terpadatkan tidak perlu diampelas lagi. Kesan raba yang lebih halus dari kayu asal terjadi karena adanya pemampatan pori atau rongga sel kayu, sehingga permukaannya menjadi halus dibandingkan dengan kayu dengan pori atau rongga yang besar-besar.

Kayu Kelapa mempunyai sifat dekoratif yang indah karena adanya ikatan pembuluh dan dekoratif itu tidak mengalami perubahan karena proses pemampatan. Selain itu, proses pemampatan menyebabkan permukaan kayu Kelapa terpadatkan menjadi lebih mengkilap dibandingkan kayu asalnya.

**Penyerapan Air dan Pengembangan Tebal dengan Perendaman 24 jam:** Nilai rata-rata penyerapan air kayu Kelapa terpadatkan sebesar 54.1% dengan pengembangan tebal rata-rata 8.1%, seperti pada Gambar 3.

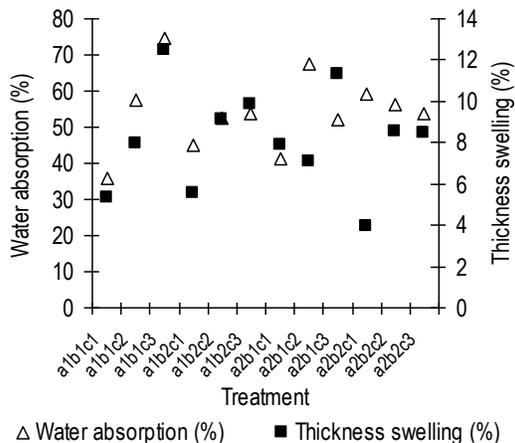


Figure 3. Water absorption and thickness swelling of densified coconut wood after 24 hours water soaking.

Gambar 3 menunjukkan kecenderungan semakin besar penurunan tebal maka penyerapan air dan pengembangan tebal meningkat. Penyerapan air tertinggi pada a1b1c3 (74.8%) dan terendah pada a1b1c1 (35.9%). Perlakuan a1b1c3 juga menghasilkan pengembangan tebal

terbesar yaitu 12.45% dan terkecil pada perlakuan a2b2c1 sebesar 3.95%. Penyerapan air dan pengembangan tebal terutama disebabkan oleh faktor c (tingkat deformasi setelah pengempaan). Semakin besar tingkat deformasi, maka volume rongga sel semakin berkurang dan saat direndam dalam air, rongga sel kembali menyerap air. Hal ini menyebabkan terjadi peningkatan penyerapan air dan pengembangan tebal seiring dengan semakin besar tingkat deformasi yang diinginkan karena fiksasi belum tercapai secara sempurna. Waktu pengepresan yang kurang lama merupakan faktor yang menyebabkan fiksasi belum tercapai.

**Pemulihan Peregangan (Strain recovery, SR):** Peregangan kembali (SR) kayu Kelapa terpadatkan untuk setiap perlakuan berkisar 0.17 ~ 0.52 seperti disajikan pada Gambar 4. Dari hasil perhitungan untuk tiap faktor perlakuan, diketahui bahwa perlakuan b1 (150°C) mempunyai nilai rata-rata SR sebesar 0.42 dan lebih besar dari b2 (175°C) yaitu 0.34. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan b2 menghasilkan kayu Kelapa terpadatkan dengan dimensi yang lebih stabil dan berarti terjadi deformasi yang lebih baik. Dwianto *et al.* (1999); Dwianto *et al.* (2000); dan Higashihara *et al.* (2002) menyatakan bahwa semakin tinggi temperatur kempa maka SR kayu terpadatkan akan semakin kecil.

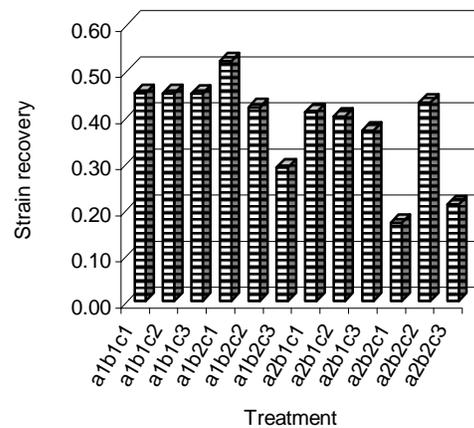


Figure 4. Strain recovery of densified coconut wood after immersion in room temperature water for 24 hours.

### Kesimpulan dan Saran

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa waktu dan tekanan untuk mencapai tebal target, serta waktu *drying set* tergantung dari kerapatan awal papan, dengan peningkatan kerapatan sebesar 4.43 ~ 27.21% dari kerapatan awal dan terjadi pemipihan pembuluh *metaxilem* dan sel *parenkim*.

Papan Kelapa yang dimampatkan dengan temperatur 175°C (b2) berwarna relatif lebih gelap

dibandingkan hasil perlakuan  $b_1$  (150°C) dan pada sebagian papan yang direbus ( $a_2$ ) terdapat noda bercak di permukaannya.

Kesan raba permukaan kayu Kelapa yang dimampatkan lebih halus dan lebih mengkilap dari kayu asal. Kayu Kelapa mempunyai sifat dekoratif yang indah dan dekoratif itu tidak mengalami perubahan karena proses pemampatan.

Penyerapan air dan pengembangan tebal (24 jam) lebih dipengaruhi oleh faktor tingkat deformasi (c), semakin besar tingkat deformasi maka penyerapan air dan pengembangan tebal semakin besar pula, dengan pemulihan peregangan (SR) lebih kecil dari 0.60.

Dengan teknologi pemampatan yang sederhana, kayu Kelapa bagian dalam yang berkerapatan rendah-sedang dapat diolah untuk mengurangi limbah dan memberdayakan masyarakat di sekitar perkebunan Kelapa.

Kayu Kelapa yang dimampatkan mempunyai dekoratif yang indah, halus dan mengkilap sehingga dapat dimanfaatkan untuk dinding atau plafon.

Untuk mengetahui perubahan struktur kimia dari komponen kimia kayu Kelapa, maka perlu diteliti lebih lanjut perubahan yang terjadi akibat pengempaan panas.

#### Daftar Pustaka

- Arancon, R.N. Jr. 1997. Asia Pacific Forestry Sector Outlook: Focus on Coconut Wood. Working Paper Series. Asian and Pacific Coconut Community. Bangkok.
- Blomberg, J. 2004. Compression Mechanism and Strength Properties of Semi-isostatically Densified Wood. <http://epubl.luth.se/1402-1757/2004/07/index-en.html> (4 Mei 2004)
- Dwianto, W; M. Norimoto; T. Morooka; F. Tanaka; M. Inoue; Y. Liu. 1998. Radial Compression of Sugi Wood (*Cryptomeria japonica* D. Don). Holz als Roh- und Werkstoff 56: 403-411. Springer-Verlag.
- Dwianto, W; T. Morooka; M. Norimoto; T. Kitajima. 1999. Stress Relaxation of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) Wood in Radial Compression under High Temperature Steam. Holzforschung 53: 541-546. Walter de Gruyter. Berlin New York.
- Dwianto, W; T. Morooka; M. Norimoto. 2000. Compressive Creep of Wood under High Temperature Steam. Holzforschung 54: 104-108. Walter de Gruyter. Berlin New York.
- Hayashi, K; M. Sugimori; K. Yamashita. 2002. Color Change of Wood during High Temperature Drying. In: Dwianto, W. *et al.* Proceeding of 4<sup>th</sup> International Wood Science Symposium. September 2-5, 2002, Serpong. Indonesia. pp. 72-73
- Higashihara, T; T. Morooka; M. Norimoto. 2002. Permanent Fixation of Transversely Compressed Wood by Steaming and its Mechanism. Proceeding of 6<sup>th</sup> Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium. New Oregon. pp. 567-572.
- JIS A 5908-1994. Particleboards. Japanese Standard Association.
- Killmann, W. and M.P. Koh. 1988. Oil Palm Stem Densification Using Ammonia Treatment: A Preliminary Study. Journal of Tropical Forest Science 1(1):1-10. Malaysia
- Kollmann, F.F.P. and W.A. Côté, Jr. 1984. Principles of Wood Science and Technology, Vol. 1. Solid Wood. Springer-Verlag Berlin Hiedelberg New York.
- Li, J. and D. Cown. 2004. Enhancement of Radiata Pine Mechanical Properties by Thermal Compression. <http://www.cape.canterbury.ac.nz/APCcheProceeding/APCCH/data/896.REV.pdf>. (28 Mei 2004)
- Sumardi, I. dan E. Rasyid. 2002. Physical and Mechanical Properties of Densified Oil Palm Wood. In: Dwianto W *et al.* Proceedings of 4<sup>th</sup> International Wood Science Symposium. September 2 - 5, 2002, Serpong. Indonesia
- Sulistiyono. 2001. Studi Rekayasa Teknis, Sifat Fisis, Mekanis dan Keandalan Konstruksi Kayu Agatis (*Agathis lorantifolia* Salisb) Terpadatkan. [Tesis] Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (Tidak diterbitkan)
- Tabarsa, T. 2002. Predicting Stress-strain Behaviour of White Spruce in Radial Compression at Different Temperatures. In: Majid AW MW, *et al.* Proceeding of 7<sup>th</sup> World Conference on Timber Engineering. August 12-15, 2002, Shah Alam, Malaysia. pp. 69-77.
- Takahashi, K.; T. Morooka; M. Norimoto. 1998. Thermal Softening of Wet Wood in the Temperature Range of 0 to 200°C. Bulletin of the Wood Research Inst. Kyoto. Univ. Japan. pp. 78 – 80
- Tsoumis, G. 1991. Science and Technology of Wood; Structure, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Diterima (*accepted*) tanggal 7 April 2006
- Isna Yuniar Wardhani :  
Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman  
(*Faculty of Forestry, Mulawarman University*)  
Jln. Ki Hadjar Dewantara, Kampus Gn. Kelua, Samarinda.  
E-mail: isnaywh@yahoo.com
- Surjono Surjokusumo, Yusuf Sudo Hadi, dan Naresworo Nugroho :  
Fakultas Kehutanan, Intitut Pertanian Bogor  
(*Faculty of Forestry, Bogor Agriculture University*)  
Kampus Darmaga, Bogor.