

**Sifat Fisis dan Mekanis *Oriented Strand Board* dari *Strand Kayu*  
Terasetilasi**  
***(Physical and Mechanical Properties of Oriented Strand Board Prepared  
from Acetylated Wood Strands)***

Apri H Iswanto<sup>1)</sup>, Widya Fatriasari<sup>2)</sup>, Andi D Yunianti<sup>3)</sup>, Ahmad Zailani<sup>4)</sup>, Fauzi Febrianto<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

<sup>2)</sup> UPT Biomaterial LIPI Cibinong, Bogor

<sup>3)</sup> Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin Makasar

<sup>4)</sup> Kementerian Kehutanan Republik Indonesia

<sup>5)</sup> Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Dramaga Bogor 16680

*Corresponding author:* apriheri@yahoo.com (Apri H Iswanto)

**Abstract**

The objectives of this research were to evaluate of the physical and mechanical properties of oriented strand board (OSB) prepared from acetylated wood strands. Strands derived from *Acacia mangium* wood were immersed in *acetic anhydride* for 24 h. After that, strands were dried at 60 °C to reach moisture content (MC) of 5%. The slenderness and aspect ratios of strands were  $100.72 \pm 39.42$  and  $3.05 \pm 0.44$ . Boards size and target density were set at  $(25 \times 25 \times 0.5) \text{ cm}^3$  and  $0.7 \text{ g cm}^{-3}$ . The strand compositions for face, core, and back layers were 25, 50, and 25%, respectively. Phenol formaldehyde (PF) resin with amount of 8% was used to bind the strands. The results showed that weight percent gain (WPG) of acetylated strands was 4%. Acetylated strands resulted in improvement of dimensional stabilization (water absorption (WA) and thickness swelling (TS) parameters) with anti-shrink efficiency (ASE) value of 19.65%. On the other hand, the modulus of elasticity (MOE), modulus of rupture (MOR) and internal bond (IB) were found to decrease with acetylation treatment. All the physical and mechanical properties of OSB evaluated except IB parameter fulfilled the requirements of JIS A 5908-2003 standard.

**Key words:** acetylated, anti-shrink efficiency, dimensional stability, oriented strand board

**Pendahuluan**

*Oriented strand board* (OSB) merupakan panel yang dipakai sebagai komponen konstruksi. Lembaran panel OSB terbuat dari *strand* kayu, direkat dengan perekat tipe eksterior dan dikempa panas (SBA 2005). OSB merupakan papan yang dibuat dengan arah orientasinya mirip dengan kayu lapis yaitu orientasi *strand* antar lapisan disusun saling bersilangan

tegak lurus. Hal ini bertujuan untuk memperoleh kekuatan dan kekakuan panel struktural yang dihasilkan (APA 2000).

Kayu sebagai bahan berlignoselulosa merupakan material higroskopis yang memiliki sifat dapat mengembang karena adanya penyerapan air dan uap air serta dapat menyusut karena kehilangan air dan uap air yang terjadi pada kondisi dibawah titik jenuh serat. Bahan

lignoselulosa secara potensial sangat reaktif karena adanya gugus hidroksil pada unit polimernya. Kehadiran dan ketersediaan gugus hidroksil ini memberikan kekuatan dan berbagai sifat pada material lignoselulosa, namun keberadaan gugus hidroksil ini juga dapat menyebabkan permasalahan pada material lignoselulosa. Gugus hidroksil ini dapat membentuk ikatan hidrogen didalamnya serta ikatan dengan jenis polimer lain yang berasal dari luar material lignoselulosa (Papadopoulos & Traboulay 2002).

Ketika air masuk ke dalam struktur dan berinteraksi dengan polimer maka akan terjadi ikatan hidrogen sehingga akan menyebabkan perubahan sifat dari material lignoselulosa. Perubahan ini akan menimbulkan permasalahan seperti stabilitas dimensi dan kerusakan oleh perusak mikrobiologi. Sifat reaktivitas lignoselulosa dapat dimanfaatkan dalam rangka meningkatkan sifat-sifatnya untuk menghasilkan material yang lebih superior dalam hal sifat-sifatnya. Salah satu cara modifikasi kimia material berlignoselulosa adalah reaksi gugus hidroksil dengan asetat anhidrida yang dikenal sebagai asetilasi (Rowell 1975).

Pada prinsipnya, asetilasi merupakan reaksi pembentukan ester dari pereaksi asetat anhidrida dengan gugus fungsi hidroksil pada kayu. Asetilasi menghasilkan produk sampingan berupa asam asetat dimana keberadaannya dapat mendegradasi selulosa. Perlakuan

pendahuluan termasuk perendaman *strands* dalam larutan asetat anhidrida pada konsentrasi tertentu telah menunjukkan peningkatan stabilitas dimensi dan ketahanan OSB bambu dari serangan rayap (Febrianto *et al.* 2012). Penelitian ini bertujuan melihat pengaruh perlakuan asetilasi pada *strand* terhadap sifat fisis dan mekanis OSB dari kayu mangium (*Acacia mangium* Willd).

## Bahan dan Metode

### Bahan

*Strand* dari kayu *A. mangium* dengan target ukuran 7 cm (panjang), 2,5cm (lebar), dan 0,08 cm (tebal) dibuat dengan menggunakan *disk flaker*. Selanjutnya *strand* dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu  $103 \pm 2$  °C hingga mencapai KA sekitar 5%. *Slenderness ratio* dan *aspect ratio strands* yang didapat dari pengukuran dari 100 *strand* yang diambil secara acak disajikan pada Tabel 1. Perekat yang dipergunakan adalah fenol formaldehida (PF) tipe PA-302 dengan nilai *solid content* (SC) 44%, pH 10, viskositasnya 1,5 *poise* dengan kadar perekat 8%.

### Asetilasi *strand*

*Strand* kering (KA 5%) selanjutnya direndam dalam larutan asetat anhidrida selama 24 jam. Kemudian *strand* ditiriskan dan dikeringkan pada suhu 60 °C hingga beratnya konstan. Nilai *weight percent gain* (WPG) asetilasi *strand* dihasilkan sebesar 4%.

Tabel 1 Dimensi, *slenderness ratio* dan *aspect ratio strand*<sup>\*)</sup>

Parameter	Rataan	Minimum	Maksimum
Panjang (cm)	6,96 ± 0,28	5,85	7,50
Lebar (cm)	2,32 ± 0,25	1,35	2,75
Tebal (cm)	0,08 ± 0,03	0,03	0,17
<i>Slenderness ratio</i>	100,72 ± 39,42	40,00	244,67
<i>Aspect ratio</i>	3,05 ± 0,44	2,49	5,39

\*) Hasil perhitungan dari 100 sampel *strand* secara acak

## Metode

Pembuatan OSB mengacu kepada Hidayat *et al.* (2013). *Strand* dengan dan tanpa perlakuan asetilasi dicampur dengan perekat dengan menggunakan *rotary drum blender*. *Strand* disusun dengan arah bersilangan tegak lurus antar lapisan pada alat pencetak lapik berukuran (25x25x0,5) cm<sup>3</sup> dengan target kerapatan papan 0,7 g cm<sup>-3</sup>. Komposisi *strand* di dalam lapisan dibagi menjadi 3 bagian yaitu *face layer*, *core layer*, dan *back layer* dengan komposisi perbandingan 1:2:1. Lapik diletakkan di antara dua plat kempa dan dilakukan pengempaan panas pada suhu 160 °C selama 12 menit dengan tekanan kempa sebesar 25 kg cm<sup>-2</sup>. Pengondisian dilakukan dengan cara ditumpuk rapat selama kurang lebih 14 hari agar KA OSB berada pada kondisi kesetimbangan.

Pengujian sifat fisis dan mekanis papan partikel mengacu pada standar JIS A 5908-2003 (JSA 2003). Parameter pengujian papan yang dievaluasi meliputi KA, daya serap air (DSA), pengembangan tebal (PT), *modulus of rupture* (MOR), *modulus of elasticity* (MOE), dan *internal bond* (IB). Dimensi contoh uji untuk pengujian kerapatan dan KA (100x100) mm<sup>2</sup>, DSA, PT, dan IB (50x50) mm<sup>2</sup>, MOE dan MOR (50x200) mm<sup>2</sup>. Nilai *Anti shrink efficiency* (ASE) (Cetin 2001) didapat dengan menggunakan rumus berikut:

$$ASE(\%) = \left( \frac{S_c - S_m}{S_c} \right) \times 100$$

ASE = *Anti shrink efficiency* hasil dari perlakuan

S<sub>c</sub> = Koefisien pengembangan volume kontrol

S<sub>m</sub> = Koefisien pengembangan volume dengan perlakuan

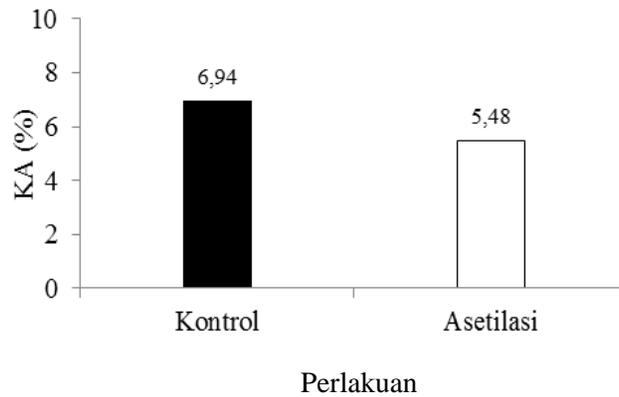
## Analisis data

Analisis data menggunakan rancangan acak lengkap faktor tunggal yaitu faktor perlakuan asetilasi dan kontrol) dengan ulangan sebanyak 3 kali. Semua nilai dari parameter sifat fisis dan mekanis yang diukur dibandingkan dengan standar JIS A 5908-2003 (JSA 2003).

## Hasil dan Pembahasan

### Sifat fisis OSB

Sifat fisis yang dianalisis meliputi KA, DSA, PT dan ASE. Hasil pengujian KA OSB dengan dan tanpa perlakuan asetilasi ditampilkan pada Gambar 1. Nilai KA produk OSB dengan perlakuan asetilasi lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Penggantian beberapa gugus hidroksil dari polimer dinding sel dengan ikatan gugus asetil mengurangi sifat higroskopis dari kayu. Air diserap dalam bentuk air primer atau air sekunder. Air primer merupakan serapan air pada rantai primer dengan energi ikat yang tinggi seperti gugus hidroksil. Air sekunder merupakan penyerapan air dengan energi ikat yang rendah seperti molekul air yang diserap pada bagian atas lapisan primer. Beberapa gugus hidroksil teresterifikasi dengan gugus asetil. Hal ini menyebabkan berkurangnya gugus hidroksil primer yang menyerap air, sehingga serat lebih bersifat hidrofobik. Kemungkinan ini juga terjadi pada gugus hidroksil sekunder (Rowell 2007). Lebih lanjut Rowell (2007) mengatakan terdapat sekitar 20-25% gugus hidroksil dari holoselulosa dan sebagian darinya tersubstitusi oleh gugus asetil dari asetat anhidrida. Berdasarkan standar JIS A 5908-2003 yang mensyaratkan bahwa nilai KA papan 5-13%, maka nilai KA papan hasil penelitian ini telah memenuhi standar.

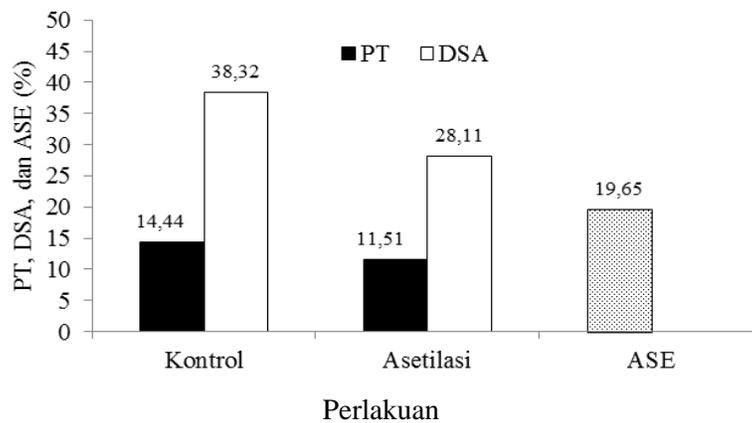


Gambar 1 KA OSB dengan dan tanpa asetilasi.

Gambar 2 menampilkan nilai PT dan DSA setelah direndam dalam air selama 24 jam, serta nilai ASE OSB dengan dan tanpa perlakuan asetilasi. Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa nilai PT dan DSA produk OSB dengan perlakuan asetilasi lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Pemberian perlakuan asetilasi dapat memperbaiki stabilisasi dimensi OSB (PT dan DSA). Perbedaan nilai kontrol dengan perlakuan asetilasi tidak terlalu besar terutama untuk PT papan. Hal ini dikarenakan rendahnya nilai WPG yang diperoleh dari proses asetilasi. Nilai WPG pada penelitian ini

hanya 4%. Proses asetilasi yang dilakukan dengan menggunakan teknik perendaman *strand* selama 24 jam menyebabkan nilai WPG yang didapat rendah.

Menurut Rowell (2007), stabilitas dimensi karena asetilasi disebabkan oleh adanya *bulky* dari ikatan gugus asetil dengan polimer gugus hidroksil dalam dinding sel. Karena volume dinding sel telah dipenuhi hingga mendekati volume basahnya maka hanya terjadi sedikit pengembangan ketika air masuk dalam kayu.



Gambar 2 PT, DSA dan ASE OSB dengan dan tanpa asetilasi.

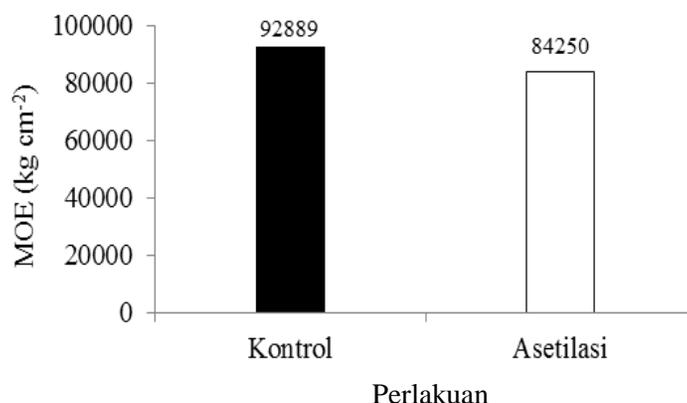
Kayu terasetilasi masih dapat menyerap air melalui aksi kapiler dalam dinding sel. Hal ini terjadi karena molekul air lebih kecil dari gugus asetil, beberapa pengembangan terjadi pada kayu terasetilasi namun pengembangan tersebut tidak melebihi batas elastik dinding sel. Nilai ASE hasil penelitian ini sekitar relatif rendah 19,6% karena berhubungan dengan rendahnya nilai WPG yang diperoleh pada penelitian ini. Perlakuan perendaman *strand* selama 24 jam tidak maksimal untuk menggantikan gugus OH polimer dinding sel kayu sehingga hanya sedikit gugus OH yang tersubstitusi oleh gugus asetil. Berdasarkan standar JIS A 5908-2003 yang mensyaratkan bahwa PT papan maksimum 12%, maka nilai PT papan dengan perlakuan asetilasi telah memenuhi standar.

### Sifat mekanis OSB

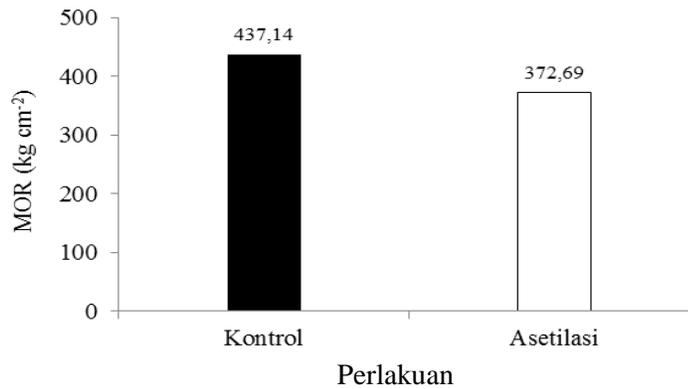
Sifat mekanis OSB yang dianalisis yaitu MOE, MOR dan IB. Hasil pengujian parameter MOE dan MOR OSB dengan dan tanpa perlakuan asetilasi disajikan pada Gambar 3 dan 4. Nilai MOE dan MOR produk OSB dengan perlakuan asetilasi lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan perendaman *strand* dengan asetat anhidrida

menyebabkan penurunan nilai MOE dan MOR masing-masing sebesar 9,3% dan 14,7% dibandingkan kontrol.

Menurut Rowell (2007), sedikit penurunan pada beberapa sifat kekuatan terjadi sebagai akibat perlakuan asetilasi. Hal ini dimungkinkan karena adanya perubahan sifat kayu menjadi hidrofobik dimana kandungan air yang terdapat pada perekat fenol sulit untuk berpenetrasi ke dalam *strand*. Sifat kekuatan sangat tergantung pada KA dinding sel. Sifat mekanis tegangan serat pada batas proporsi dipengaruhi oleh perubahan KA sekitar 1% dibawah titik jenuh serat. Faktanya bahwa KA kesetimbangan dan titik jenuh serat dari serat terasetilasi sedikit lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak terasetilasi. Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perlakuan asetilasi dapat menurunkan nilai MOE dan MOR (Larsson & Simonson 1994, Militz 1991, Bongers & Beckers 2003, Jorissen *et al.* 2005). Berdasarkan standar JIS A 5908-2003 yang mensyaratkan bahwa MOE papan minimal 40800 kg cm<sup>-2</sup> dan MOR papan minimal 244,8 kg cm<sup>-2</sup> maka nilai MOE dan MOR papan hasil penelitian ini telah memenuhi standar tersebut.



Gambar 3 MOE OSB dengan dan tanpa asetilasi.

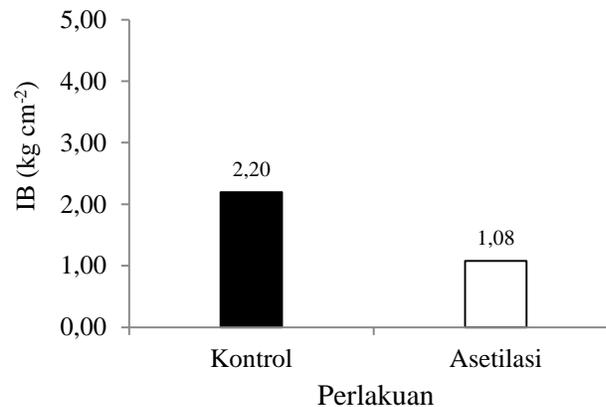


Gambar 4 MOR OSB dengan dan tanpa asetilasi.

Hasil pengujian IB OSB dengan perlakuan asetilasi dan tanpa perlakuan disajikan pada Gambar 5. Nilai IB produk OSB dengan perlakuan asetilasi lebih rendah dibandingkan dengan kontrol.

Menurut Houts *et al.* (2003) panel dengan furnis terasetilasi untuk bagian *core*-nya memiliki IB 50% lebih rendah dibandingkan dengan panel lain yang tidak terasetilasi. Penurunan IB dari kayu terasetilasi disebabkan oleh penurunan keterbasahannya dimana hal tersebut menghambat penetrasi dari perekat PF sehingga terjadi penurunan nilai IB (Chowdhury & Humphrey 1999, Rowell *et al.* 1987). Rendahnya nilai IB dengan perlakuan asetilasi juga diduga

karena perlakuan perendaman *strand* dalam asetat anhidrida akan menurunkan pH dari *strand* sehingga keasaman *strand* akan semakin meningkat. Sementara perekat PF yang dipakai merupakan perekat yang kompatibel dengan kayu yang memiliki pH lebih tinggi (*base curing resin*) dan sensitif terhadap kayu yang memiliki keasaman sangat rendah. Hal tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Van dan Pizzi (1994) yang melaporkan bahwa keasaman yang kuat pada *Eucalyptus grandhis* menjadikan penghambat kematangan perekat PF dan tannin selama pengempaan panas dalam pembuatan papan partikel untuk keperluan eksterior.



Gambar 5 IB OSB dengan dan tanpa asetilasi.

Suatu kajian menarik yang dilakukan oleh Papadopoulos (2006) dalam Papadopoulos (2010) bahwa sifat ikatan (keteguhan rekat internal) partikel kayu termodifikasi kimia dengan perekat berbasis formaldehida dan isosianat, hasilnya menunjukkan bahwa modifikasi *strand* secara signifikan tidak berpengaruh pada efisiensi ikatan dengan perekat isosianat. Namun hal ini sangat berpengaruh pada efisiensi ikatan dengan PF. Temuan terpenting dalam rangka mengatasi penurunan IB akibat proses asetilasi *strand* yaitu bahwa *strand* terasetilasi ditempatkan sebagai lapisan permukaan dalam pembuatan panel (Houts *et al.* 2003). Berdasarkan standar JIS A 5908-2003 yang mensyaratkan bahwa IB papan minimal 3,06 kg cm<sup>-2</sup> maka nilai IB papan hasil penelitian ini tidak memenuhi standar tersebut.

### Kesimpulan

Perlakuan perendaman *strand* dalam larutan asetat anhidrida menyebabkan penurunan nilai KA, PT dan DSA dari OSB yang dihasilkan. Terjadi perbaikan stabilitas dimensi papan yang dihasilkan dengan perlakuan asetilasi. Nilai ASE dari hasil pengujian masih rendah dikarenakan optimalisasi perlakuan belum tercapai yang dibuktikan dengan rendahnya nilai WPG yang didapat. Perlakuan asetilasi menurunkan sifat mekanis papan (MOE, MOR dan IB). Nilai MOE dan MOR papan telah memenuhi standar JIS A 5908-2003 sedangkan nilai IB masih tidak memenuhi standar.

### Daftar Pustaka

[APA]. American Plywood Association. 2000. *Oriented Strand Board*. USA: The Engineer Wood Association.

Bongers HPM, Beckers EPJ. 2003. Mechanical properties of acetylated

solid wood treated on pilot plant scale. In: Van Acker J, Hill CAS editors. *Proceeding of the First European Conference on Wood Modification*, Ghent University Belgium, 3-4 April 2003. Bangor: UK. Pp. 341-350.

Cetin NS, Ozmen N. 2001. Dimensional changes in corsican and scot pine sapwood due to reaction with crotonic anhydride. *J Wood Sci. Tech.*35: 257-267.

Febrianto F, Sahroni, Hidayat W, Bakar ES, Kwon GJ, Kwon JH, Kim NH. 2012. Properties of oriented strand board made from betung bamboo (*Dendrocalamus asper* (Schultes.f) Backer ex Heyne). *Wood Sci. Technol.* 46:53-62.

Hidayat W, Carolina A, Febrianto F. 2013. Physical, mechanical and durability properties of OSB prepared from CCB treated fast growing tree species strand. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 11(1):55-61.

Houts JHV, Winistorfer PM, Wang S. 2003. Improving dimensional stability by acetylation of discrete layers within flakeboard. *For. Prod. J* 53(1):82-88.

[JSA] Japanese Standard Association. 2003. *Japanese Industrial Standard Particle Board JIS A 5908*. Tokyo: Japanese Standard Association.

Jorissen A, Bongers F, Kattenbroe KB, Homan W. 2005. The influence of acetylation of radiata pine in structural sizes on its strength properties. *Wood Modification: Processes, Properties and Commercialisation*. In: Militz H, Hill C, editors. *Proceedings of the Second European Conference on Wood Modification*, Göttingen,

- Germany, 6-7 October 2005. Bangor: UK. pp. 108-115.
- Larsson P, Simonson R. 1994. A study of the strength, hardness and deformation of acetylated Scandinavian softwoods. *Holz Roh Werkstoff* 52(2):83-86.
- Militz H. 1991. The improvement of dimensional stability and durability of wood through treatment with non-catalysed acetic acid anhydride. *Holz Roh Werkstoff* 49(4):147-152.
- Papadopoulos AN. 2010. Modified Wood Composites. *BioRes.* 5(1):1-8.
- Papadopoulos AN, Traboulay E. 2002. Dimensional stability of OSB made from acetylated fir strands. *Holz Roh Werkstoff* 60(2):84-87.
- [SBA] Structural Board Association. 2005. *OSB in Wood Frame Construction*. Canada: SBA.
- Rowell RM. 2007. *Chemical Modification of Wood. Handbook of Engineering Biopolymers Homopolymers, Blends and Composites*. Munich: Carl Hanser Verlag.
- Rowell RM. 1975. Chemical modification of wood: advantages and disadvantages. California, 28-30 April 1975. *Proc Am Wood Preservers' Assoc* 71:41-51.
- Van NJ, Pizzi A. 1994. Characteristic industrial technology for exterior Eucalyptus particleboard. *Holz Roh Werkst.* 52:109–112.
- Riwayat naskah (*article history*)  
 Naskah masuk (*received*): 3 April 2013  
 Diterima (*accepted*): 5 Juni 2013