

Sifat-sifat *Oriented Strand Board* dari *Strands* Bambu dengan Perlakuan *Steam* pada Berbagai Kombinasi Perekat (*Properties of Oriented Strand Board Prepared from Steam Treated Bamboo Strands under Various Adhesive Combinations*)

Adrin¹⁾, Fauzi Febrianto²⁾, Sucahyo Sadiyo²⁾

¹⁾ Politeknik Pertanian Negeri Kupang, Jl. Adisucipto Penfui Kupang 85011

²⁾ Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor Dramaga
Bogor 16680

Corresponding author: febrianto76@yahoo.com (Fauzi Febrianto)

Abstract

The objectives of this research were to analyze the physical and mechanical properties of *Oriented Strand Board* (OSB) prepared from steam treated betung bamboo (*Dendrocalamus asper*) strands under various adhesive combinations. The strands were steamed at 126 °C for 1 h with the pressure of 1.4 kg cm⁻² prior to be blended with adhesive. Three-layered OSBs with the core layer orientation perpendicular to the face layers were prepared by bonding using 5% methylene diphenyl diisocyanate (ISO), 7% phenol formaldehyde (PF), combination of ISO:PF:ISO and PF:ISO:PF adhesives. Paraffin in amount of 1% was added as an additive. The strand ratio for face, core, and back layers was 1:1:1, respectively. The results indicated that the physical properties i.e., water absorption and thickness swelling, and mechanical properties i.e., modulus of rupture and modulus of elasticity both parallel and perpendicular to the grain direction and internal bond of OSB bonded ISO and combination of ISO:PF:ISO adhesives were much better than that of bonded with combination PF:ISO:PF and PF adhesives. Almost all parameters of OSB tested in this experiment were higher than the minimum criteria requirement of CSA 0437.0 (Grade 0-2) standard, except the value of MOE perpendicular to the grain direction of OSB bonded with PF adhesive.

Key words: betung bamboo, isocyanate, oriented strand board, phenol formaldehyde, steam

Pendahuluan

Oriented Strand Board (OSB) merupakan panel yang terbuat dari *strand* kayu yang direkat dengan perekat tipe eksterior dan dikempa panas (SBA 2005). Semua bahan berlignoselulosa dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan OSB. Kayu adalah bahan baku yang paling cocok untuk pembuatan OSB dan disarankan kayu dengan berat jenis rendah sampai sedang, yaitu berkisar antara 0,35-0,65 (Hidayat *et al.* 2011, 2013).

Bambu merupakan bahan berlignoselulosa yang sangat melimpah di Indonesia dan berpotensi besar untuk dijadikan sebagai bahan substitusi kayu karena pertumbuhannya jauh lebih cepat dari kayu dengan masa panen 3-6 tahun. Keanekaragaman bambu sangat tinggi. Dilaporkan bahwa terdapat sekitar 1000 jenis bambu yang tergolong ke dalam 80 marga di Indonesia (Dransfield & Widjaja 1995). Beberapa kajian terdahulu menunjukkan bahwa bambu sangat baik sebagai bahan baku OSB

(Febrianto *et al.* 2012, Sumardi *et al.* 2008, Lee *et al.* 1996).

Perlakuan *steam* diaplikasikan pada bambu agar bambu mudah untuk dibentuk sesuai dengan keinginan. Perlakuan *steam* juga terbukti dapat meningkatkan ketahanan bambu terhadap serangan faktor perusak serangga (Liese 1987). Dalam proses *steam*, gula-gula bebas pada bahan berkayu dapat dikonversi menjadi *furans intermediates* dan selanjutnya diubah menjadi resin furan. Perlakuan *steam* baik pada serat kayu maupun *strand* bambu dilaporkan meningkatkan stabilitas dimensi dan kekuatan papan yang dihasilkan (Haryadi 2011, Iswanto *et al.* 2010, Rowell *et al.* 2002).

Perekat merupakan hal penting dalam pembuatan OSB karena perekat berperan sebagai pengikat elemen-elemen kayu pembentuknya. Perekat isosianat adalah perekat yang mampu merekatkan berbagai jenis sirekat (*adherends*). Keunggulan perekat isosianat adalah kebutuhan lebih sedikit, suhu kempa lebih rendah, siklus pengempaan lebih singkat, lebih toleran pada partikel berkadar air tinggi, stabilitas dimensi lebih tinggi dan tidak mengandung formaldehida (Marra 1992).

Hasil penelitian Nuryawan (2007) yang menggunakan perekat *phenol formaldehyde* (PF) bentuk bubuk, PF cair, *methylene diphenyl diisocyanate* (ISO), PF cair atau PF bubuk dengan ISO menunjukkan bahwa tiga besar OSB dari *strand* kayu dengan kualitas sifat fisis dan mekanis terbaik adalah OSB yang direkat dengan menggunakan perekat ISO. Hal ini menunjukkan bahwa perekat ISO adalah perekat terbaik dibandingkan dengan perekat yang lain. Perekat ISO mempunyai reaktivitas tinggi, kekuatan ikatan dan

daya tahan tinggi. Oleh karena itu dapat menghasilkan produk dengan sifat fisis dan mekanis yang sangat baik. Adanya perlakuan *steam* pada *strand* diharapkan berkontribusi positif terhadap sifat-sifat OSB yang direkat dengan kombinasi perekat di atas.

Dari uraian diatas maka dilakukan penelitian pembuatan OSB dari *strand* bambu betung yang diberi perlakuan *steam* dengan kombinasi susunan perekat pada bagian muka, inti dan belakang dari OSB.

Bahan dan Metode

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu betung (*Dendrocalamus asper*) umur 3-4 tahun yang berasal dari Sukabumi. Perekat yang digunakan adalah perekat ISO dengan kadar 5%, perekat PF dengan kadar 7%, parafin 1%, dan *aluminium foil*. *Strand* diproduksi secara manual dengan menggunakan pisau tajam. Ukuran *strand* yang digunakan adalah panjang 70 mm, lebar 20 mm dan tebal 0,05–0,20 mm.

Metode

OSB yang dibuat berukuran (30x30x0,9) cm³ dengan kerapatan target 0,7 kg cm⁻³. Pembuatan OSB diawali dengan pembuatan *strand* berukuran panjang 70 mm, lebar 20 mm dan tebal *strand* 0,05–0,20 mm. *Strand* kemudian diberikan perlakuan pendahuluan berupa *steam*. Perlakuan pendahuluan *steam* dilakukan dengan cara *strand* dimasukkan ke dalam *autoclave* pada suhu 126 °C, tekanan 1,4 kg cm⁻² selama 1 jam (Iswanto 2010). Selanjutnya *strand* dikeringkan dalam oven hingga mencapai kadar air kurang dari 5%.

Strand dicampur dengan parafin dan perekat dengan cara menyemprotkan perekat dengan *sprayer* ke dalam *rotary blender* yang telah berisi *strand*. *Strand*, perekat dan parafin yang telah tercampur rata kemudian dibuat lapik yang terdiri atas tiga lapisan (lapik) yaitu *face*, *core* dan *back* dengan ketebalan yang sama untuk setiap lapik (nisbah lapisan *face:core:back* = 1:1:1). Arah *strand* lapisan *face* dan *back* dibuat sejajar, dan arah *strand* pada *core* tegak lurus arah lapisan *face* dan lapisan *back*. Lapik yang telah disiapkan tersebut kemudian dikempa panas pada suhu 160 °C dengan tekanan 25 kg cm⁻² selama 7 menit.

Pengkondisian dilakukan dengan cara ditumpuk rapat pada suhu kamar selama kurang lebih 14 hari agar kadar air OSB berada pada kondisi kesetimbangan sebelum dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanisnya. Pengujian sifat fisis meliputi kerapatan, kadar air (KA), daya serap air (DSA) dan pengembangan tebal (PT). Pengujian sifat mekanis meliputi *internal bond* (IB), *modulus of elasticity* (MOE) sejajar dan tegak lurus serat, *modulus of rupture* (MOR) sejajar dan tegak lurus serat (Hidayat *et al.* 2011, 2013).

Analisis data

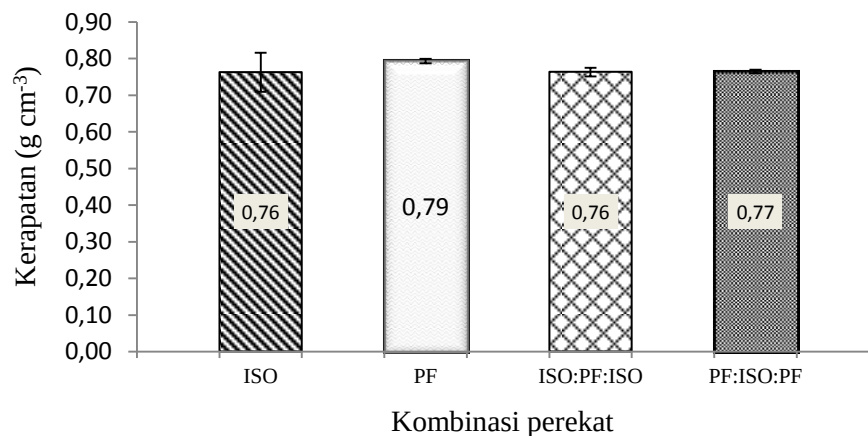
Analisis data menggunakan rancangan acak lengkap faktor tunggal, yaitu faktor variasi susunan perekat yang terdiri atas 4 taraf (ISO, PF, ISO:PF:ISO dan PF:ISO:PF) dan setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Semua nilai dari parameter sifat fisis dan mekanis yang diukur dibandingkan dengan standar komersial OSB CSA 0437.0 (Grade 0-2).

Hasil dan Pembahasan

Kerapatan

Nilai rata-rata kerapatan OSB yang diperoleh berkisar 0,76–0,79 g cm⁻³. Nilai kerapatan OSB tersebut memenuhi nilai kerapatan target sebesar 0,70 g cm⁻³ (Gambar 1).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor kombinasi susunan perekat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kerapatan. Ketidakseragaman nilai kerapatan OSB yang dihasilkan disebabkan pada saat pengkondisian, OSB yang telah dikempa cenderung untuk kembali pada keadaan awal OSB (*spring back*) sebelum dikempa karena sifat higroskopis dari bahan baku bambu sehingga OSB akan menyesuaikan diri dengan KA sekitarnya (Maloney 1993).



Gambar 1 Nilai kerapatan OSB pada berbagai kombinasi perekat.

Kadar air (KA)

Kadar air adalah sifat fisis papan yang menunjukkan kandungan air papan. Bambu sbagai bahan baku OSB adalah bahan berlignoselulosa yang bersifat higroskopis maka KA OSB sangat tergantung pada kondisi lingkungan sekitarnya. Nilai KA yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian berkisar 7,19–9,53% (Gambar 2).

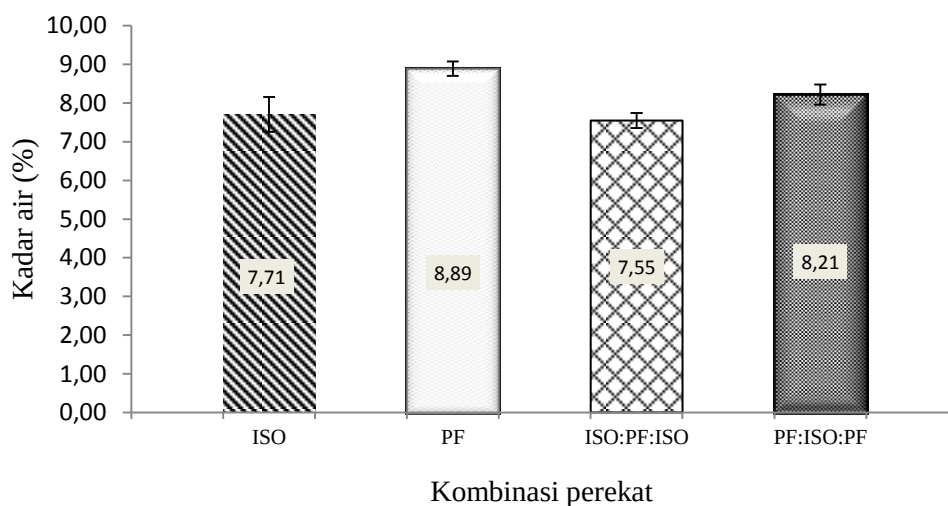
Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor kombinasi perekat berpengaruh nyata terhadap KA OSB. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa rata-rata KA OSB dengan kombinasi perekat ISO:PF:ISO dan perekat ISO lebih rendah dan berbeda nyata dengan KA OSB yang direkat dengan kombinasi perekat PF:ISO:PF dan perekat PF. OSB yang menggunakan perekat ISO KA-nya lebih rendah dibandingkan dengan OSB yang menggunakan perekat PF, karena sifat dasar perekat yang berbeda dimana perekat ISO bersifat hidrofobik sedangkan PF bersifat hidrofilik. Selain berikatan secara mekanis dengan kayu, perekat ISO juga akan berikatan secara

kimiawi dengan gugus -OH yang ada pada kayu (Maloney 1993).

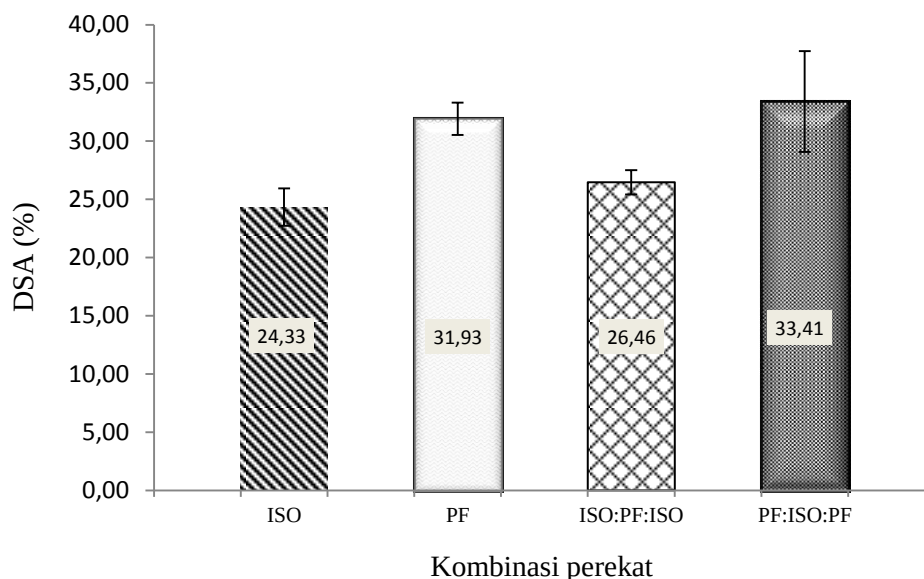
Daya serap air (DSA)

Daya serap air merupakan kemampuan papan dalam menyerap air yang diuji dengan cara perendaman dalam air selama 24 jam. Daya serap air OSB masih merupakan masalah pada OSB, penyerapan air dapat terjadi karena gaya adsorpsi yang merupakan gaya tarik molekul air pada tempat ikatan hidrogen yang terdapat dalam selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Bowyer *et al.* 2003). Nilai DSA OSB setelah direndam selama 24 jam berkisar 24,33–33,40% (Gambar 3).

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor kombinasi perekat memberikan pengaruh nyata terhadap DSA OSB. Dari hasil uji jarak Duncan menunjukkan nilai DSA OSB yang menggunakan susunan perekat ISO, dan kombinasi perekat ISO:PF:ISO lebih rendah dari perekat PF dan kombinasi perekat PF:ISO:PF. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak proporsi perekat ISO dalam OSB maka semakin rendah nilai DSA OSB.



Gambar 2 Nilai KA OSB pada berbagai kombinasi perekat.



Gambar 3 Nilai DSA OSB pada berbagai kombinasi perekat.

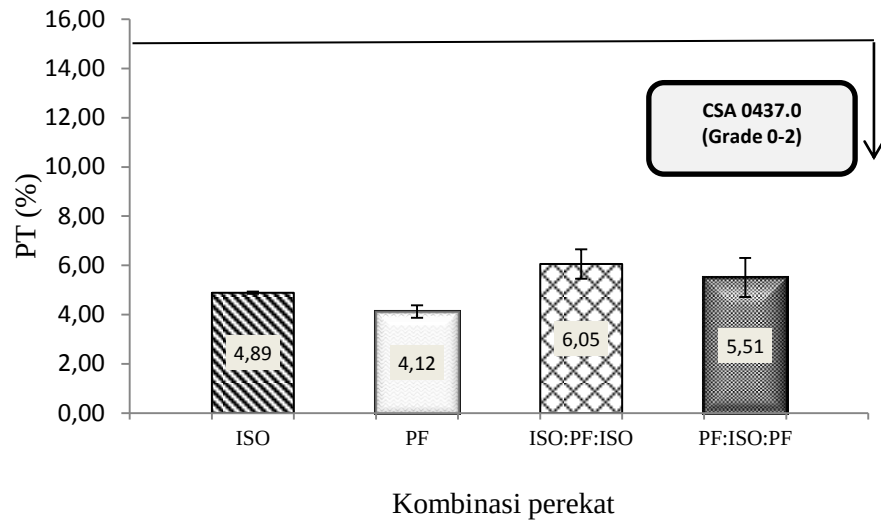
Sifat hidrofobik dari perekat ISO menyebabkan daya serap air lebih sedikit dan kualitas perekatan antar *strands* lebih kuat walaupun diberikan perlakuan perendaman dalam air. Penyerapan air akan terus terjadi walaupun tidak dilakukan perlakuan perendaman karena *strand* bambu bersifat higroskopis.

Pengembangan tebal (PT)

Pengembangan tebal merupakan penambahan dimensi tebal OSB yang dinyatakan dalam persen. Semakin kecil nilai PT maka semakin tinggi stabilitas dimensi dari OSB tersebut, demikian pula sebaliknya. Nilai PT OSB yang direndam selama 24 jam berkisar 4,12–6,05% (Gambar 4). Tingginya nilai PT pada OSB selain karena pengaruh penyerapan air, juga dipengaruhi oleh kerapatan OSB dan kerapatan kayu asalnya. Kerapatan OSB yang rendah akan memudahkan air masuk ke dalam celah-celah antar *strand*. Setelah melalui pengempaan, jika OSB direndam dalam air akan menyebabkan PT yang tinggi

akibat *internal stress* yang ditimbulkannya (Nuryawan 2007).

Hasil analisis sidik ragam terhadap parameter PT menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi perekat memberikan pengaruh nyata terhadap parameter PT. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan nilai PT OSB yang menggunakan kombinasi perekat PF dan perekat ISO lebih rendah dan berbeda nyata dengan nilai PT OSB yang menggunakan kombinasi perekat PF:ISO:PF dan ISO:PF:ISO. Menurut Tsoumis (1991), beberapa faktor yang berpengaruh terhadap pengembangan dan penyusutan kayu diantaranya adalah KA, kerapatan, struktur anatomi, ekstraktif dan komposisi kimia. Semakin kecil daya serap papan maka stabilitas dimensi papan dalam hal ini PT-nya juga semakin baik demikian pula sebaliknya. Nilai PT yang dihasilkan pada semua perlakuan memenuhi standar yang ditetapkan dalam standar CSA 0437.0 (Grade 0-2) yang mensyaratkan pengembangan tebal maksimal papan adalah sebesar 15%.



Gambar 4 Nilai PT OSB pada berbagai kombinasi perekat.

Internal bond (IB)

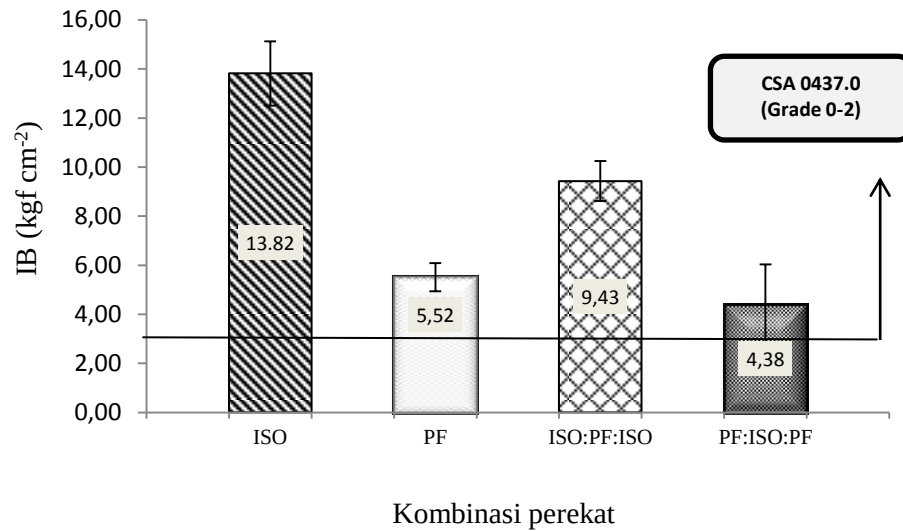
Internal bond merupakan salah satu sifat kekuatan penting dari papan partikel. IB merupakan kekuatan tarik tegak lurus bidang OSB, dan merupakan ukuran tunggal terbaik tentang kualitas pembuatan OSB karena menunjukkan kekuatan ikatan antara *strands*. Ikatan internal adalah suatu uji pengendalian kualitas yang penting karena menunjukkan kebaikan pencampurannya, pembentukannya dan proses pengepresannya (Bowyer *et al.* 2003). Nilai IB yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan berkisar antara 4,38–13,82 kgf cm⁻² (Gambar 5).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata antara kombinasi perekat terhadap parameter IB. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai IB OSB yang menggunakan perekat ISO lebih tinggi dan berbeda nyata dengan IB OSB yang menggunakan kombinasi perekat ISO:PF:ISO, perekat PF dan kombinasi perekat PF:ISO:PF. Perekat ISO mempunyai reaktivitas tinggi, kekuatan ikatan, dan daya tahan tinggi. Oleh karena itu dapat menghasilkan

produk dengan sifat fisis dan mekanis yang sangat baik. Perekat ISO memberikan daya rekat yang lebih baik dimana terjadi ikatan kimia dan mekanis. Secara kimia gugus reaktif ($-N=C=O$) yang terdapat dalam perekat akan bereaksi dengan gugus hidroksil yang terdapat dalam *strand* sehingga kekuatan ikatan perekat relatif kuat. Secara mekanis terjadi reaksi antara perekat dan air yang terdapat dalam *strand* membentuk poliurea dimana terjadi peningkatan distribusi berat molekul perekat dan sifat penutupan lebih baik (Pizzi 1983). Nilai kekuatan rekat internal semua OSB memenuhi standar yang ditetapkan dalam standar CSA 0437.0 (Grade 0-2) yang menetapkan nilai minimal kekuatan rekat internal OSB sebesar 3,52 kgf cm⁻².

Modulus of rupture (MOR)

MOR merupakan ukuran beban maksimum yang dapat diterima oleh kayu (Bowyer *et al.* 2003). Nilai MOR sejajar serat papan OSB yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian berkisar 444–925 kgf cm⁻² (Gambar 6).

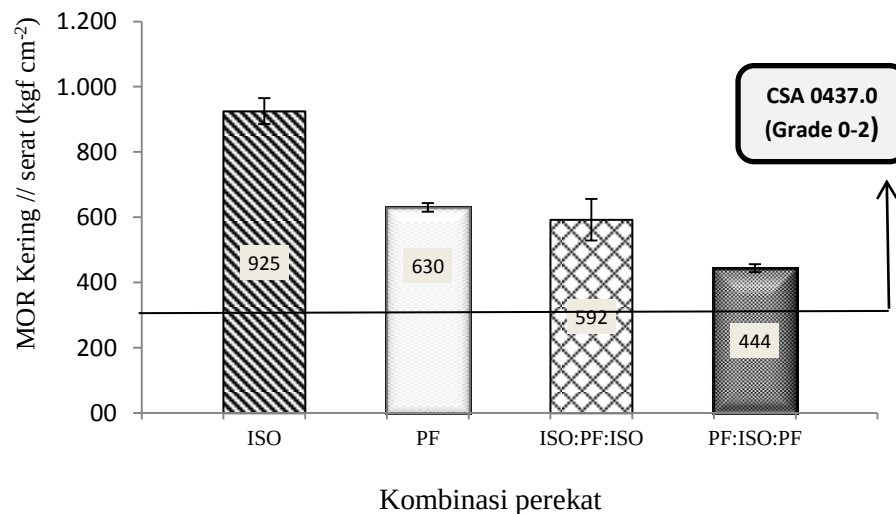


Gambar 5 Nilai IB OSB pada berbagai kombinasi perekat.

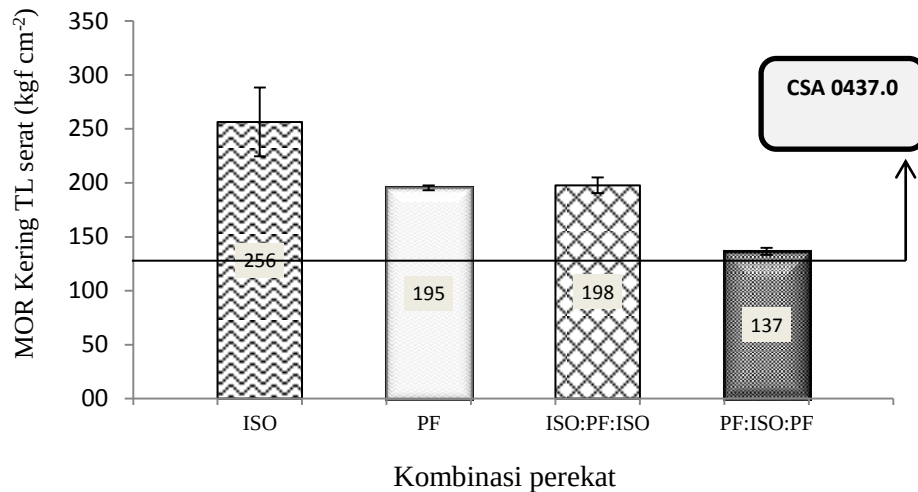
Hasil analisis sidik ragam terhadap parameter MOR sejajar serat menunjukkan bahwa faktor susunan perekat mempengaruhi nilai MOR sejajar serat OSB. Dari hasil uji lanjut Duncan terlihat bahwa OSB yang direkat dengan perekat ISO menghasilkan nilai MOR sejajar serat yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan OSB yang direkat dengan perekat PF, kombinasi perekat ISO:PF:ISO dan kombinasi PF:ISO:PF.

Nilai MOR kering sejajar serat yang diperoleh semuanya melebihi kriteria yang ditetapkan dalam standar CSA 0437.0 (Grade 0-2) yang menetapkan nilai minimal MOR sejajar serat sebesar 295 kgf cm⁻².

Nilai MOR tegak lurus serat yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian berkisar antara 137–256 kgf cm⁻² (Gambar 7).



Gambar 6 Nilai MOR sejajar serat OSB pada berbagai kombinasi perekat.



Gambar 7 Nilai MOR tegak lurus serat OSB pada berbagai kombinasi perekat.

Hasil analisis sidik ragam terhadap MOR tegak lurus serat menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi perekat memberikan pengaruh nyata terhadap nilai MOR OSB. Hasil analisis uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai MOR tegak lurus OSB yang direkat dengan perekat ISO memiliki nilai MOR lebih besar dan berbeda nyata dengan nilai MOR OSB yang direkat dengan kombinasi perekat ISO:PF:ISO, perekat ISO dan kombinasi perekat PF:ISO:PF. Penelitian sebelumnya yang menyangkut *strand* kayu menunjukkan bahwa perekat ISO merupakan perekat terbaik bila diaplikasikan pada papan komposit (Nuryawan 2007).

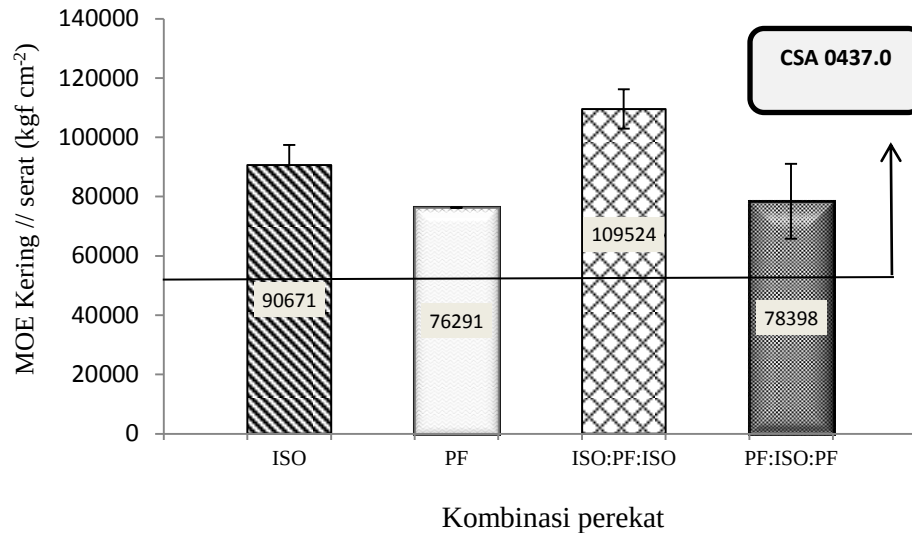
Jumlah perekat isosianat yang digunakan pada perlakuan penggunaan perekat ISO dan kombinasi perekat ISO:PF:ISO lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan kombinasi perekat PF:ISO:PF. Hal tersebut menyebabkan nilai MOR tegak lurus serat papan OSB yang dihasilkan lebih baik. Nilai MOR tegak lurus serat yang diperoleh semua memenuhi standar yang ditetapkan dalam standar CSA 0437.0 (Grade 0-2) yang mensyaratkan bahwa standar MOR

kering tegak lurus serat papan OSB adalah minimal 126 kgf cm⁻².

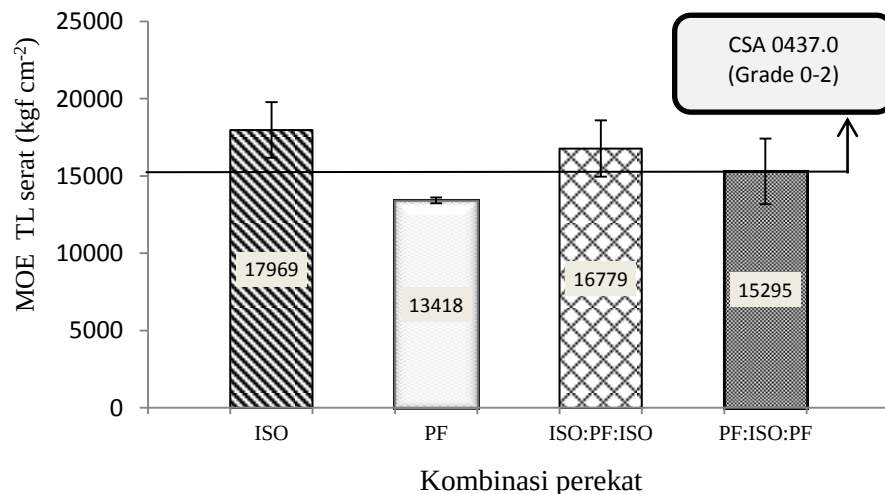
Modulus of elasticity (MOE)

MOE berhubungan dengan kekakuan OSB, semakin tinggi nilai MOE maka semakin tinggi kemampuan OSB terhadap perubahan bentuk. MOE statis merupakan ukuran kemampuan papan mempertahankan bentuk akibat beban yang diberikan sampai pada batas proporsi (Maloney 1993).

Nilai MOE sejajar serat hasil pengujian berkisar 76291-109524 kgf cm⁻² (Gambar 8). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi perekat secara signifikan berpengaruh terhadap nilai MOE sejajar serat. Hasil uji lanjut Duncan memperlihatkan bahwa MOE OSB yang direkat dengan perekat PF dan kombinasi perekat PF:ISO:PF lebih rendah dari MOE OSB yang direkat dengan perekat ISO dan kombinasi perekat ISO:PF:ISO. Nilai MOE sejajar serat semuanya memenuhi standar CSA 0437.0 (Grade 0-2) yang mensyaratkan bahwa nilai minimal MOE kering sejajar serat sebesar $5,6084 \times 10^4$ kgf cm⁻².



Gambar 8 Nilai MOE sejajar serat model OSB pada berbagai kombinasi perekat.



Gambar 9 Nilai MOE tegak lurus serat OSB pada berbagai kombinasi perekat.

Nilai MOE tegak lurus serat yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian berkisar 13418-17969 kg cm⁻² (Gambar 9). Hasil analisis sidik ragam memperlihatkan perlakuan kombinasi perekat memberikan pengaruh nyata terhadap nilai MOE tegak lurus serat OSB. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai MOE tegak lurus serat OSB yang direkat dengan perekat ISO dan kombinasi perekat

ISO:PF:ISO lebih tinggi dan berbeda nyata dengan nilai MOE tegak lurus serat OSB yang direkat dengan kombinasi perekat PF:ISO:PF dan perekat PF. Hal ini disebabkan karena pada perlakuan penggunaan perekat ISO dan kombinasi perekat ISO:PF:ISO proporsi perekat ISO yang digunakan lebih banyak dibandingkan pada perlakuan kombinasi perekat PF:ISO:PF akibatnya nilai MOE tegak lurus seratnya lebih tinggi. Nilai

MOE tegak lurus serat OSB yang direkat dengan perekat ISO, kombinasi perekat ISO:PF:ISO dan PF:ISO:PF memenuhi standar yang ditetapkan dalam standar CSA 0437.0 (Grade 0-2) yang menetapkan nilai minimal MOE kering tegak lurus serat sebesar $1,5295 \times 10^4 \text{ kgf cm}^{-2}$.

Kesimpulan

Sifat fisis (DSA dan PT) dan sifat mekanis (MOR dan MOE) baik sejajar maupun tegak lurus serat serta IB OSB yang dibuat dari *strand* bambu betung yang diberi perlakuan *steam* sangat dipengaruhi oleh perekat yang digunakan. OSB yang direkat dengan perekat ISO dan kombinasi ISO:PF:ISO menghasilkan OSB dengan nilai DSA, PT MOR dan MOE baik sejajar maupun tegak lurus serat serta IB lebih baik dibandingkan dengan OSB yang direkat dengan kombinasi perekat PF:ISO:PF dan perekat PF. Hampir semua parameter OSB yang diuji memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam standar CSA 0437.0 (Grade 0-2), kecuali nilai MOE tegak lurus serat OSB yang direkat dengan perekat PF.

Daftar Pustaka

- Bowyer JL, Haygreen JG. 2003. *Forest Product and Wood Science*. Iowa: The Iowa State University Press.
- Dransfield S, Widjaja EA. 1995. *Plant Resources of South-East Asia No.7: Bamboos*. Bogor: Yayasan PROSEA.
- Febrianto F, Sahroni, Hidayat W, Bakar ES, Kwon GJ, Kwon JH, Hong SI, Kim NH. 2012. Properties of oriented strand board made from Betung bamboo (*Dendrocalamus asper* (Schultes.f) Backer ex Heyne). *Int. J Wood Sci. Tech.* 46:53-62.
- Haryadi J. 2011. Pengaruh perlakuan pendahuluan terhadap sifat fisis mekanis *Oriented Strand Board* kayu Gmelina (*Gmelina arborea roxb*) pada berbagai jenis dan kadar perekat [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Hidayat W, Carolina A, Febrianto F. 2013. Physical, mechanical and durability of OSB prepared from CCB treated fast growing tree species strands. *J Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 11(1):55-61.
- Hidayat W, Sya'bani MI, Purwawangsa H, Iswanto AH, Febrianto F. 2011. Effect of wood species and layer structure on physical and mechanical properties of strand board. *J Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 9(2):134-141.
- Iswanto AH, Febrianto F, Wahyudi I, Hwang WJ, Lee SH, Kwon JH, Kwon SM, Kim NH, Kondo T. 2010. Effect of pre-treatment technique on physical, mechanical and durability properties of oriented strand board made from Sentang wood (*Melia excelsa* Jack). *J Fac. Agr.* 55(2):371-377.
- Lee AN, Bai X, Peralta PN. 1996. Physical and mechanical properties of strand board made from moso bamboo. *For. Prod. J* 46 (11):84-88.
- Liese W. 1987. Anatomy and Properties of Bamboo. In: Rao AN, Dhanarajan G, Sary CB, editors. *Proceeding of International Bamboo Workshop, Hangzhou, People's Republic of China; Hangzhou: 4-14 October 1985. Hangzhou: Academy of Forestry, People's Republic of China & International Development Research Center*. Pp. 196-208.
- Maloney TM. 1993. *Modern Particleboard & Dry-Process*

- Fiberboard Manufacturing.* San Fransisco: Miller Freeman Inc.
- Marra AA. 1992. *Technology of Wood Bonding: Principles in Practise.* New York:Van Nostrand Reinhold.
- Mattjik AA, Sumertajaya I.M. 2006. *Perancangan Percobaan.* Bogor: IPB Press.
- Nuryawan A. 2007. Sifat fisik dan mekanis oriented strand board dari kayu akasia, eukaliptus dan gmelina berdiameter [Tesis]. Bogor:Institut Pertanian Bogor.
- Pizzi A. 1983. *Wood Adhesive, Chemistry and Technology.* Pretoria South: National Timber Research Institute Council for Science and Industrial Research.
- Rowell RS, McSweeny LJ, Davis M. 2002. Modification of wood fiber using steam. *Proceeding of 6th Rim Bio-Based Composites Symposium.* Oregon, USA.
- Sumardi I, Kojima Y, Suzuki S. 2008. Effects of strand length and layer structure on some properties of strandboard made from bamboo. *J. Wood Sci.* 54(2):128-133.
- Tsoumist G. 1991. *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization.* New York: Van Nostrand Reinhold.
- Riwayat naskah (*article history*)
- Naskah masuk (*received*): 28 Januari 2013
Diterima (*accepted*): 30 Maret 2013