

**Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Bambu Betung dengan
Perlakuan Perendaman Asam Asetat
(Physical and Mechanical Properties of Particle Board of Betung
Bamboo with Acetic Acid Soaking Treatment)**

Fauzi Febrianto*, Dwi R Endriadilla, Deded S Nawawi

Departemen Hasil Hutan, Institut Pertanian Bogor, IPB Bogor, 16680

*Penulis korespondensi: febrianto76@yahoo.com

Abstract

Bamboo can be used as an alternative raw material for many wooden products. Particleboard is a promising products that can be developed from bamboo. However, previous experiment showed that certain physical and mechanical properties of particle board from bamboo were lower than those required by some standards. In order to improve the quality of bamboo particleboard, this research aimed to study the effect of acetic acid soaking pretreatment on physical and mechanical properties of Betung bamboo particleboard. Bamboo particle was soaked in various concentration of acetic acid solution (1, 2, and 3%). The particle boards with target density of 0.70 g cm^{-3} were bonded with 10% urea formaldehyde (UF) adhesive. The presence or absence of hardener in UF adhesive was used as controls for the pretreatments. Physical and mechanical properties of particleboard were tested in accordance with JIS A 5908:2003 standard. The result showed that acetic acid soaking pretreatment increases the physical properties of particleboard. Nevertheless, it did not meet the requirement of JIS A 5908:2003 standard. The mechanical properties of particleboard fulfilled the JIS A 5908:2003 standard requirement for modulus of rupture (MOR), internal bond (IB) and Screw Holding Power. Increasing acetic acid concentration decreased the board strength, indicating the occurrence of chemical component degradation by acid treatments.

Keywords: acetic acid, betung bamboo, particleboard, urea formaldehyde

Abstrak

Bambu dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif substitusi bahan baku kayu. Salah satu produk yang dapat dikembangkan dari pemanfaatan bambu adalah papan partikel bambu. Upaya peningkatan mutu produk dan efisiensi proses dilakukan dengan perlakuan terhadap bahan baku. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh perendaman partikel bambu dalam asam asetat terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel dari bambu betung. Perendaman asam asetat dilakukan dengan tiga variasi konsentrasi yaitu 1, 2 dan 3%. Perekat yang digunakan adalah perekat urea formaldehida (UF) dengan kadar 10%. Target kerapatan ditetapkan $0,70 \text{ g cm}^{-3}$. Pengujian sifat fisis dan mekanis papan partikel mengacu pada standar JIS A 5908:2003. Perlakuan perendaman asam asetat meningkatkan sifat fisis papan partikel, walaupun masih belum memenuhi standar JIS A 5908:2003. Sifat mekanis papan partikel yang dihasilkan memenuhi standar JIS A 5908:2003 untuk *modulus of rupture* (MOR), *internal bond* (IB) dan kuat pegang sekrup. Peningkatan konsentrasi asam asetat menyebabkan penurunan sifat mekanis papan.

Kata kunci: asam asetat, bambu betung, papan partikel, urea formaldehid

Pendahuluan

Kayu sebagai bahan baku utama industri perkayuan cenderung mengalami penurunan produksi, sedangkan permintaan kayu untuk bahan baku bangunan atau perabot rumah tangga semakin meningkat. Seiring dengan meningkatnya permintaan masyarakat, maka pemanfaatan bahan-bahan bukan kayu dan berlignoselulosa mulai dikembangkan. Salah satu alternatif substitusi bahan baku kayu yang bisa digunakan yaitu bambu.

Indonesia memiliki 160 jenis bambu, 38 jenis diantaranya merupakan jenis introduksi dan 122 jenis merupakan tanaman asli Indonesia. Luas tanaman bambu pada tahun 2000 diperkirakan sebesar 2 104 000 ha terdiri atas 690.000 ha luas di dalam kawasan hutan dan 1 414 000 ha luas di luar kawasan hutan (Sulastiningsih 2014). Bambu merupakan bahan berlignoselulosa yang telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat terutama di daerah tropis sebagai bahan untuk konstruksi, kerajinan, dan furnitur. Bambu juga memiliki beberapa kelebihan yaitu pertumbuhannya yang cepat, mudah dibentuk, harganya murah dan memiliki sifat mekanis yang baik (Maya *et al.* 2013). Batang bambu umumnya berbuku dan silinder berongga. Bentuk seperti ini kadang menimbulkan keterbatasan dalam pengerjaan bambu sebagai bahan baku furnitur lainnya. Salah satu teknologi yang banyak dikembangkan untuk memanfaatkan dan meningkatkan kualitas dari bambu yaitu dengan pembuatan papan partikel.

Pembuatan papan partikel biasanya menggunakan bahan perekat yang tidak mengurangi kualitas papan partikel. Menurut Blomquist *et al.* (1983), berdasarkan unsur kimia utama (*major*

chemical component), perekat dibagi menjadi dua kategori yaitu *Adhesive of Natural Origin* dan *Adhesive of Synthetic Origin*. Pizzi (1983) membedakan perekat menjadi perekat *thermosetting* (fenol formaldehida, urea formaldehida, melamin formaldehida dan isosianat) dan perekat *thermoplastic* (*polyvinyl-acetate, cellulose adhesives, acrylic resin adhesives*).

Penelitian sebelumnya menunjukkan papan partikel bambu betung masih memiliki beberapa kelemahan pada sifat fisis dan mekanis. Selain itu pH bambu yang basa juga sangat berpengaruh dalam pembuatan papan partikel dengan menggunakan perekat urea formaldehida (UF). Peningkatan pH kayu akan menyebabkan terjadinya perlemahan ikatan pada resin perekat UF, menurunkan polimerisasi dan ikatan kayu dengan perekat (Pizzi 1983). Untuk itu perlu dilakukan modifikasi terhadap partikel bambu agar sesuai dengan perekat yang digunakan. Perendaman asam asetat diharapkan dapat menurunkan pH dan meningkatkan keasaman dari bambu betung, sehingga pematangan perekat UF menjadi lebih baik, karena perekat UF akan cepat mengeras dengan turunnya pH (Ruhendi *et al.* 2007).

Penelitian sebelumnya oleh Iswanto *et al.* (2012) menunjukkan bahwa perendaman partikel dalam larutan asam asetat 1% selama 24 jam telah berhasil memperbaiki beberapa sifat fisis dan mekanis papan partikel dari kulit buah jarak. Pada penelitian ini, modifikasi bahan baku yang sama akan dicoba pada bambu sebelum dibuat papan partikel.

Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan yang terdiri atas bambu betung

(*Dendrocalamus asper* (Schult.F) Backer ex Heyne) berumur ± 3 tahun, diperoleh dari Desa Cibeureum, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Perakat yang digunakan yaitu urea formaldehida (UF). Bahan pencampur perakat yaitu *hardener* (NH_4Cl) dan parafin. Asam asetat dengan konsentrasi 1, 2, dan 3% untuk perendaman awal.

Peralatan yang digunakan terdiri atas *chipper*, golok, bak plastik, oven, desikator, timbangan digital, pH meter, *rotary blender*, *spray gun*, cetakan berukuran $(30 \times 30) \text{ cm}^2$, kaliper, alat uji sifat mekanis (*Universal Testing Machine*) merk Instron.

Perlakuan pendahuluan terhadap partikel

Partikel bambu dibuat dari bagian batang bambu tanpa kulit. Perlakuan pendahuluan terhadap partikel dilakukan dengan larutan asam asetat konsentrasi 1, 2, dan 3%. Partikel direndam pada masing-masing konsentrasi asam asetat selama 24 jam. Setelah perendaman, nilai pH dan kapasitas penyangga partikel bambu masing-masing diukur menggunakan pH meter dan dengan metode titrasi. Partikel bambu dikeringkan pada suhu $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Pencampuran partikel dan perakat

Perakat yang dipakai adalah perakat urea formaldehida (UF) dengan kadar 10% dari berat kering oven partikel. Papan partikel dibuat dengan tiga kondisi perlakuan berbeda yaitu papan dengan perakat UF dari partikel setelah perendaman asam asetat, papan kontrol dengan perakat UF dan *hardener*, dan papan kontrol dengan perakat UF tanpa *hardener*. *Hardener* (NH_4Cl) ditambahkan pada perakat UF sebanyak 0,2%. Pencampuran perakat dengan

partikel dilakukan di *rotary blender* dan perakat disemprotkan dengan menggunakan *spray gun*. Parafin 1% ditambahkan kedalam campuran partikel dan perakat dengan menggunakan *spray gun*.

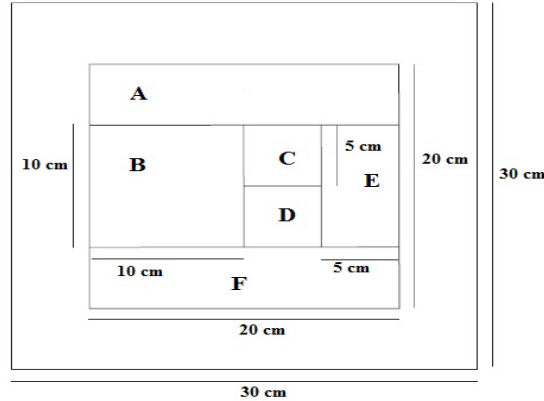
Pembuatan papan partikel

Pembuatan papan menggunakan pencetak papan berukuran $(30 \times 30 \times 1) \text{ cm}^3$. Campuran bahan dimasukan kedalam alat cetak dan campuran partikel diusahakan terdistribusi merata. Bagian bawah dan atas lembaran dilapisi dengan aluminium foil dan plat aluminium, sedangkan pada bagian tepi dibatasi dengan menggunakan kawat besi dengan ketebalan 1 cm. Tipe papan partikel yang dibuat adalah papan partikel dengan target kerapatan $0,7 \text{ g cm}^{-3}$.

Pengempaan dilakukan dalam 2 tahap yaitu pengempaan dingin dan pengempaan panas. Pengempaan awal selama 1 menit yang bertujuan untuk memadatkan campuran bahan. Pengempaan panas menggunakan kempa panas dengan tekanan sebesar 25 kgf cm^{-2} , suhu $120 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan waktu kempa 10 menit. Pengkondisian dilakukan selama ± 14 hari. Papan ditata membentuk tumpukan dengan menyelipkan *sticker* diantara papan. Pengkondisian ini bertujuan untuk melepaskan sisa tegangan yang ada pada papan setelah dikempa panas dan untuk meratakan kadar air dalam papan.

Peguajian papan partikel

Papan partikel dipotong sesuai ukuran yang diperlukan untuk pengujian sifat fisis-mekanis. Pemotongan contoh uji mengacu pada *Japanese Industrial Standard JIS A 5908 2003 (JSA 2003)*.



Gambar 1 Pola pemotongan contoh uji untuk pengujian papan partikel yang mengacu pada JIS A 5908 2003 (JSA 2003).

Keterangan:

A = Contoh uji untuk pengujian MOR dan MOE

B = Contoh uji untuk kadar air dan kerapatan

C = Contoh uji untuk daya serap air dan pengembangan tebal

D = Contoh uji untuk IB

E = Contoh uji untuk kuat pegang sekrup

F = Cadangan untuk contoh uji MOR dan MOE

Pengujian sifat fisis

Kerapatan (ρ)

Pengujian kerapatan dilakukan pada kondisi kering udara JIS A 5908 2003 (JSA 2003). Contoh uji berukuran $(10 \times 10 \times 1)$ cm³ ditimbang beratnya (gram), dan diukur panjang, lebar dan tebalnya untuk menentukan volume contoh uji (cm³). Nilai kerapatan dihitung dengan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan: ρ = Kerapatan (g cm⁻³), m = Berat (g), V = Volume (cm³)

Kadar air (KA)

Contoh uji berukuran $(10 \times 10 \times 1)$ cm³ ditimbang untuk mengetahui berat awal

(m_1). Sampel dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 103 ± 2 °C. Contoh uji kering ditimbang kembali (m_2). Nilai KA dihitung dengan persamaan:

$$KA (\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100\%$$

Keterangan: KA = Kadar air (%), m_1 = Berat Awal (g), m_2 = Berat kering tanur (g)

Daya serap air (DSA)

Contoh uji berukuran $(5 \times 5 \times 1)$ cm³ ditimbang berat awalnya (m_1). Sampel kemudian direndam dalam air dingin selama 24 jam, dan setelah itu ditimbang beratnya (m_2). Nilai DSA dihitung dengan persamaan:

$$DSA = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \times 100\%$$

Keterangan: DSA = Daya serap air (%),
 m_1 = Berat awal (g), m_2 = Berat setelah perendaman 24 jam (g)

Pengembangan tebal (PT)

Contoh uji pengembangan tebal berukuran sama dengan contoh uji daya serap air. Pengembangan tebal didasarkan pada tebal sebelum direndam (t_1) yang diukur pada keempat sisi dan dirata-ratakan dalam kondisi kering udara dan tebal setelah perendaman (t_2) dalam air dingin selama 24 jam. Nilai PT dihitung dengan persamaan :

$$PT = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100\%$$

Keterangan:

PT: Pengembangan tebal (%)

t_1 : Dimensi awal (cm)

t_2 : Dimensi setelah perendaman (cm)

Pengujian sifat mekanis

Modulus of elasticity (MOE)

Pengujian MOE menggunakan metode pengujian destruktif dengan alat *Universal Testing Machine* merk Instron. Pengujian menggunakan lebar bentang (jarak penyangga) 15 kali tebal nominal, tetapi tidak kurang dari 15 cm. Contoh uji berukuran $(20 \times 5 \times 1)$ cm³ (Gambar 1). Nilai MOE dihitung dengan persamaan:

$$MOE (kgf\ cm^{-2}) = \frac{\Delta PL^3}{4\Delta Ybh^3}$$

Keterangan:

MOE : *Modulus of elasticity* (kgf cm⁻²)

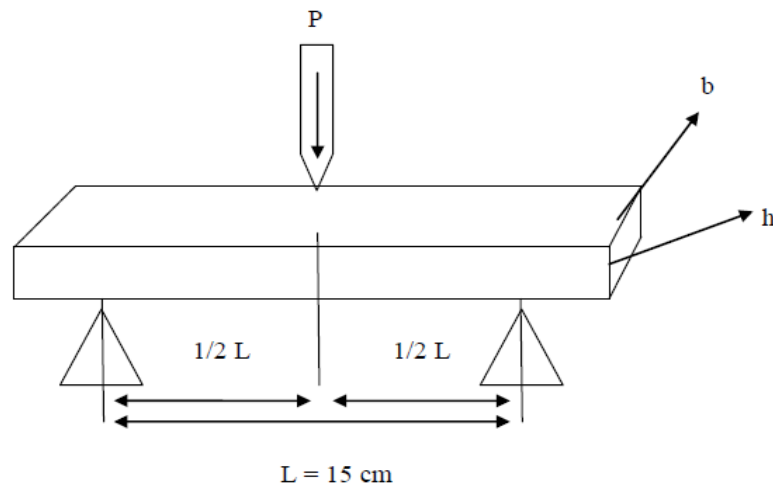
ΔP : beban di bawah batas proporsi (kgf)

L : jarak sangga (cm)

ΔY : defleksi pada beban P (cm)

b : lebar contoh uji (cm)

h : tebal contoh uji (cm)



Gambar 1 Skema pengujian MOE dan MOR.

Modulus of rupture (MOR)

Pengujian MOR dilakukan bersama-sama dengan pengujian MOE dengan memakai contoh uji yang sama. Pada pengujian ini, pembebanan pada pengujian MOE dilanjutkan sampai contoh uji mengalami kerusakan (patah). Nilai MOR dihitung dengan persamaan:

$$MOE = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Keterangan :

MOR : *modulus of rupture* (kgf cm⁻²)

P : beban maksimum (kgf)

L : jarak sangga (cm)

b : lebar contoh uji (cm)

h : tebal contoh uji (cm)

Internal bond (IB)

Contoh uji berukuran (5x5x1) cm³ direkatkan pada dua buah blok aluminium dengan perekat dan dibiarkan mengering selama 24 jam. Nilai IB dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$IB = \frac{P}{bL}$$

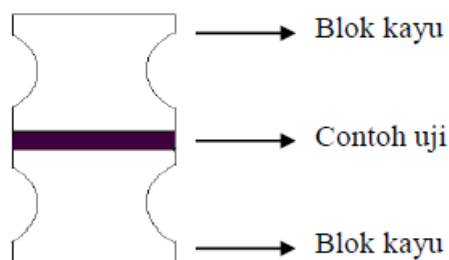
Keterangan :

IB : *internal bond* (kgf cm⁻²)

P : beban maksimum (kgf)

b : lebar contoh uji (cm)

L : panjang contoh uji (cm)



Gambar 1 Pengujian *internal bond*.

Kuat pegang sekrup (screw holding power)

Contoh uji berukuran (10×5×1) cm³. Sekrup yang digunakan berdiameter 2,7 mm, panjang 16 mm lalu dimasukkan hingga mencapai kedalaman 8 mm. Nilai kuat pegang sekrup dinyatakan oleh besarnya beban maksimum yang dicapai dalam kilogram (JIS 5908 2003) (JSA 2003).

Analisis data

Analisis data menggunakan percobaan rancangan acak lengkap dengan tiga kali ulangan. Banyaknya perlakuan adalah 5 perlakuan berdasarkan perlakuan awal dengan perendaman asam asetat (0%, 0% + *hardener*, 1%, 2%, 3%). Pengolahan data penelitian ini menggunakan *Microsoft Excel 2007* dan *software SAS* versi 9.13. Model umum dari rancangan tersebut adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Hasil pengamatan pengaruh perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = Nilai rata-rata umum.

α_i = Pengaruh perlakuan ke-i

ε_{ij} = Pengaruh galat percobaan akibat perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

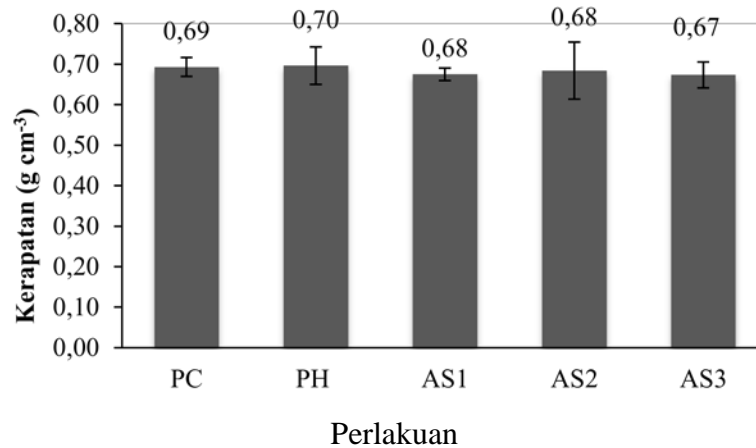
i = Perlakuan (1,2,3,4,5)

j = Ulangan (1,2,3)

Hasil dan Pembahasan

Kerapatan

Kerapatan papan partikel bambu betung yang dihasilkan berkisar 0,64-0,72 gcm⁻³. Nilai ini memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia SNI 03-2105-2006 (BSN 2006) dan Standar Industri Jepang JIS A 5908 2003 (JSA 2003) yang mensyaratkan nilai kerapatan papan partikel antara 0,40-0,90 g cm⁻³.



Gambar 4 Nilai rata-rata kerapatan papan partikel

Keterangan:

PC = Papan kontrol

PH = Papan dengan *hardener*

AS1= Papan perendaman asam 1%

AS2 = Papan perendaman asam 2%

AS3 = Papan perendaman asam 3%

Gambar 4 menunjukkan papan partikel yang dihasilkan memiliki kerapatan sedikit beragam dengan nilai kerapatan tertinggi terdapat pada papan partikel dengan penambahan *hardener* (PH) yaitu 0,70 g cm⁻³ dan kerapatan terendah sebesar 0,67 g cm⁻³ dihasilkan oleh papan partikel dengan perlakuan perendaman asam asetat 3% (AS3). Secara umum kondisi proses pembuatan papan partikel sudah baik yang ditunjukkan oleh keragaman kerapatannya yang kecil. Berdasarkan analisis keragaman menunjukkan perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kerapatan papan. Kerapatan papan yang dihasilkan pada penelitian ini termasuk kedalam kategori papan partikel berkerapatan sedang. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kerapatan papan diantaranya jenis bahan, tekanan kempa, jumlah partikel, jumlah perekat dan aditif (Kelly 1977).

Kadar air

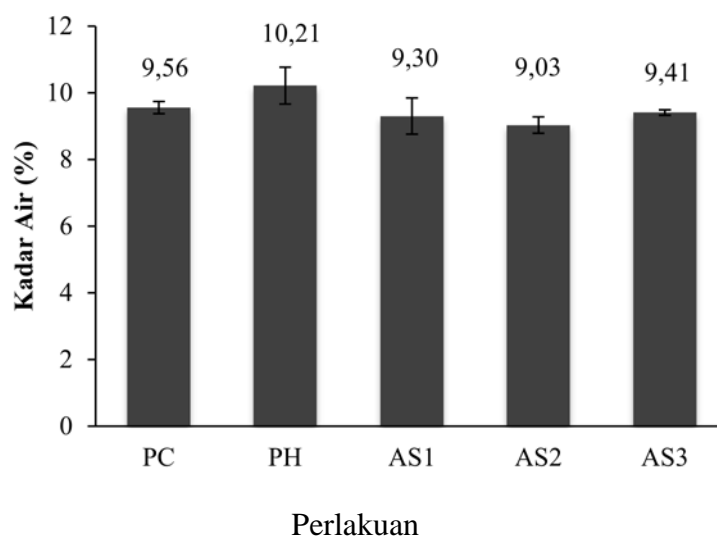
Kadar air didefinisikan sebagai kandungan air produk kayu dalam keadaan kesetimbangan dengan lingkungan sekitarnya (Bowyer *et al.* 2003). Nilai kadar air papan partikel berkisar 8,75-10,78% (Gambar 5).

Perlakuan perendamaan partikel bambu dengan perlakuan asam asetat menghasilkan papan berkadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan papan tanpa perlakuan perendaman. Perendaman partikel dalam asam asetat menyebabkan sebagian zat ekstraktif terlarut serta mendegradasi polisakarida amorf (hemiselulosa) dan pati. Hal ini menyebabkan sifat higroskopis bambu menurun karena hemiselulosa dan pati merupakan polihidroksi. Penurunan sifat higroskopis menyebabkan kapasitas pengikatan air rendah sehingga kadar air menurun. Harmsen *et al.* (2010) menemukan bahwa perlakuan modifikasi kimia dengan menggunakan asam lemah

akan menyebabkan terjadinya hidrolisis hemiselulosa.

Nilai pH bambu betung awal 7,75 dan setelah perendaman dalam larutan asam asetat 1, 2, dan 3% masing-masing menjadi 3,75; 3,45; dan 3,46. Perendaman asam asetat meningkatkan keasaman partikel sehingga penetrasi perekat UF akan lebih baik. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman asam tidak hanya menurunkan pH tapi juga mempercepat pengerasan perekat UF

Ruhendi dan Hadi (2007) menyatakan sifat dari resin urea formaldehida akan cepat mengeras dengan meningkatnya keasaman. Kadar air yang diperoleh memenuhi syarat SNI 03-2105-2006 (BSN 2006) dan JIS A 5908 2003 (JSA 2003) yaitu maksimum 14%. Berdasarkan hasil analisis ragam perlakuan perendaman dengan asam tidak memberikan pengaruh nyata terhadap KA papan partikel yang dihasilkan.



Gambar 5 Nilai rata-rata kadar air papan partikel

Keterangan:

PC = Papan kontrol

PH = Papan dengan *hardener*

AS1= Papan perendaman asam 1%

AS2 = Papan perendaman asam 2%

AS3 = Papan perendaman asam 3%

Daya serap air

Daya serap air (DSA) yang diperoleh dari pengujian papan partikel berkisar 64,53-123,67%. Nilai rata-rata daya serap air tertinggi dihasilkan oleh papan kontrol yaitu sebesar 110,82% dan nilai rata-rata terendah pada papan dengan perendaman asam asetat 3% (AS3) yaitu sebesar 72,84% (Gambar 6).

Nilai rata-rata DSA dengan perendaman asam menghasilkan nilai lebih rendah dibandingkan dengan papan kontrol. Semakin tinggi konsentrasi asam yang diberikan, DSA papan partikel semakin menurun. Beberapa faktor penyebab lebih rendahnya daya serap air papan partikel setelah perlakuan asam adalah terlarutnya sebagian zat ekstraktif, degradasi hemiselulosa, dan proses perekatan yang lebih baik.

Fengel & Wegener (1984) menyatakan bahwa perlakuan asam dapat mendegradasi polisakarida kayu terutama hemiselulosa penyusun dinding sel dan pati dalam zat ekstraktif. Menurut Sjostrom (1991), hemiselulosa adalah fraksi polisakarida amorf yang mudah terdegradasi dan bersifat polihidroksi. Oleh sebab itu, terdegradasi dan terlarutnya sebagian hemiselulosa beserta pati akan mengurangi kelimpahan gugus hidroksil dalam papan yang memiliki kemampuan mengikat air.

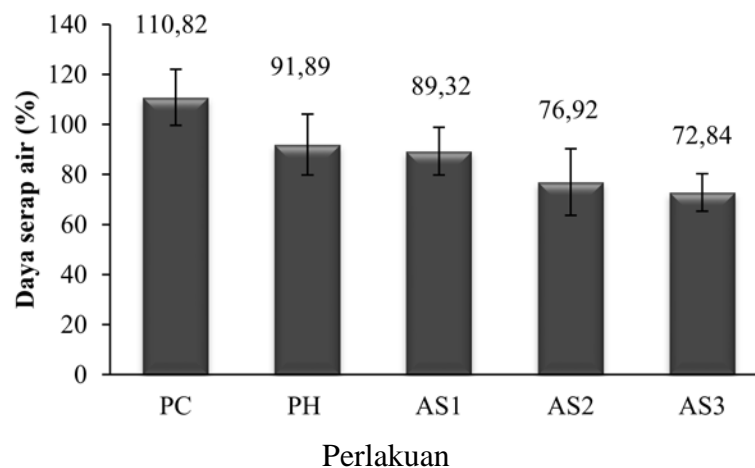
Selain itu, perendaman asam asetat dapat melarutkan sebagian zat ekstraktif dari dalam bambu. Hal ini memfasilitasi penetrasi perekat lebih baik kedalam bahan baku bambu. Iswanto (2014) melaporkan bahwa penetrasi perekat yang baik akan menyebabkan aksesibilitas pergerakan air dan uap air terbatas, akibatnya nilai kadar air dan daya serap air dari papan yang dihasilkan menjadi rendah. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman dengan asam asetat

memperbaiki sifat fisis papan partikel karena dapat menurunkan nilai DSA.

Daya serap air papan partikel tidak disyaratkan didalam SNI 03-2105-2006 maupun JIS A 5908:2003, namun perlu diketahui karena mempengaruhi kualitas papan partikel yang dihasilkan. Berdasarkan analisis keragaman, penambahan *hardener* tidak memberikan pengaruh nilai DSA terhadap papan kontrol. Perendaman asam asetat memiliki pengaruh nyata untuk nilai DSA papan partikel terhadap papan kontrol, sedangkan variasi konsentrasi asam asetat tidak berpengaruh nyata terhadap nilai DSA papan partikel.

Pengembangan tebal

Hasil pengujian pengembangan tebal (PT) papan partikel berkisar 14,14-33,57%. Berdasarkan JIS A 5908:2003 nilai pengembangan tebal yang disyaratkan yaitu 12%, sehingga papan partikel dari bambu betung belum memenuhi standar JIS A 5908:2003 (Gambar 7).



Gambar 6 Nilai rata-rata daya serap air papan partikel

Keterangan:

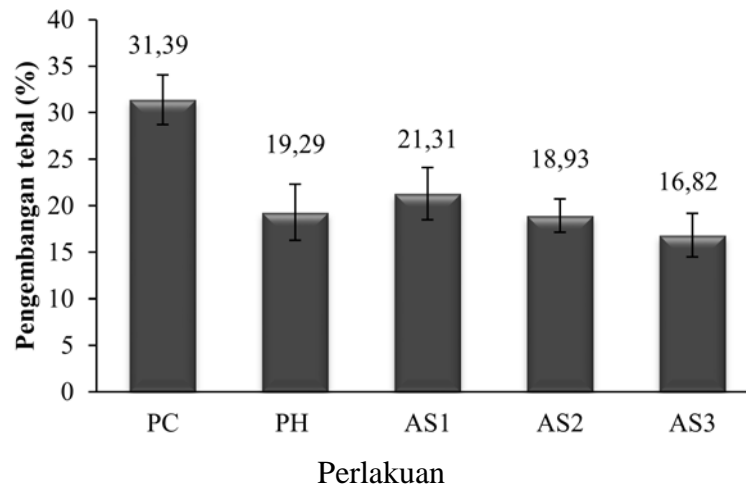
PC = Papan kontrol

PH = Papan dengan *hardener*

AS1= Papan perendaman asam 1%

AS2 = Papan perendaman asam 2%

AS3 = Papan perendaman asam 3%



Gambar 7 Nilai rata-rata pengembangan tebal papan partikel

Keterangan:

PC = Papan kontrol

PH = Papan dengan *hardener*

AS1= Papan perendaman asam 1%

AS2 = Papan perendaman asam 2%

AS3 = Papan perendaman asam 3%

Perlakuan perendaman asam asetat berpengaruh nyata terhadap PT papan sedangkan variasi konsentrasi asam asetat tidak berpengaruh nyata terhadap nilai PT papan partikel. Nilai rata-rata PT terbesar dihasilkan papan kontrol (31,39%) dan terkecil pada papan dengan perlakuan perendaman asam asetat 3% (16,82%). Semakin tinggi konsentrasi larutan asam untuk perendaman partikel, PT papan partikel semakin menurun. Hal ini sejalan dengan nilai DSA papan.

Daya serap air yang rendah menyebabkan lebih sedikitnya pengembangan tebal papan partikel. Riyadi (2004) mengemukakan bahwa pengembangan tebal ada hubungannya dengan absorpsi air, karena semakin banyak air yang diserap dan memasuki struktur serat maka semakin besar perubahan dimensi yang dihasilkan.

Sjöstrom (1991) menyatakan bahwa kondisi asam dapat mendegradasi komponen kimia kayu. Oleh karena bambu merupakan bahan berlignoselulosa yang disusun oleh komponen kimia yang hampir sama dengan kayu, maka proses yang sama diduga terjadi juga pada saat perlakuan asam dari partikel bambu. Selain terlarutnya sebagian zat ekstraktif, hemiselulosa adalah komponen dinding sel yang rentan terhadap degradasi oleh asam. Fengel & Wegener (1984) menyatakan bahwa hemiselulosa bersifat non kristalin dan tidak bersifat serat, mudah mengembang, lebih mudah larut dalam alkali dan mudah terhidrolisis dengan asam. Terdegradasinya hemiselulosa dan pati menyebabkan berkurangnya gugus OH dalam polimernya, karena hemiselulosa dan pati adalah senyawa polihidroksi. Hal ini menyebabkan sifat higroskopis bambu menurun sehingga kapasitas pengikatan

air berkurang dan pengembangan tebalnya menurun.

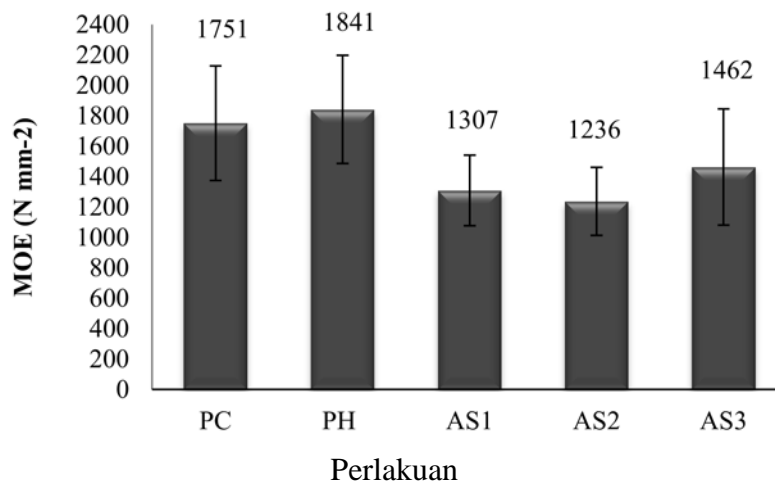
Perlakuan perendaman asam asetat meningkatkan sifat fisis papan partikel, walaupun nilai pengembangan tebal masih belum memenuhi standar JIS A 5908 2003 (JAS 2003) yang mensyaratkan nilai PT papan maksimum 12%. Tingginya nilai PT diduga karena perekat UF yang digunakan tidak tahan terhadap air. Maloney (1993) menyatakan bahwa terdapat kelemahan utama perekat urea formaldehida yaitu terjadinya kerusakan pada ikatannya yang disebabkan oleh air dan kelembapan.

Modulus of elasticity

Nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) papan partikel berkisar 1075-2138 N mm⁻²

dengan nilai rata-rata tertinggi pada papan *hardener* sebesar 1841 N mm⁻² dan terendah pada papan dengan perendaman asam 2% yaitu 1236 N mm⁻². Nilai MOE yang diuji belum memenuhi standar JIS A 5908 2003 (JAS 2003) yang mensyaratkan nilai MOE papan partikel 2000 N mm⁻².

Hasil analisis keragaman, perendaman asam tidak berpengaruh nyata terhadap nilai MOE papan. Nilai rata-rata MOE papan partikel dengan perendaman asam asetat yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan papan kontrol. Hal ini diduga perendaman asam asetat menyebabkan ikut terdegradasinya selulosa sehingga kekuatan rekat jadi lebih rendah.



Gambar 8 Nilai rata-rata MOE papan partikel

Keterangan:

PC = Papan kontrol

PH = Papan dengan *hardener*

AS1= Papan perendaman asam 1%

AS2 = Papan perendaman asam 2%

AS3 = Papan perendaman asam 3%

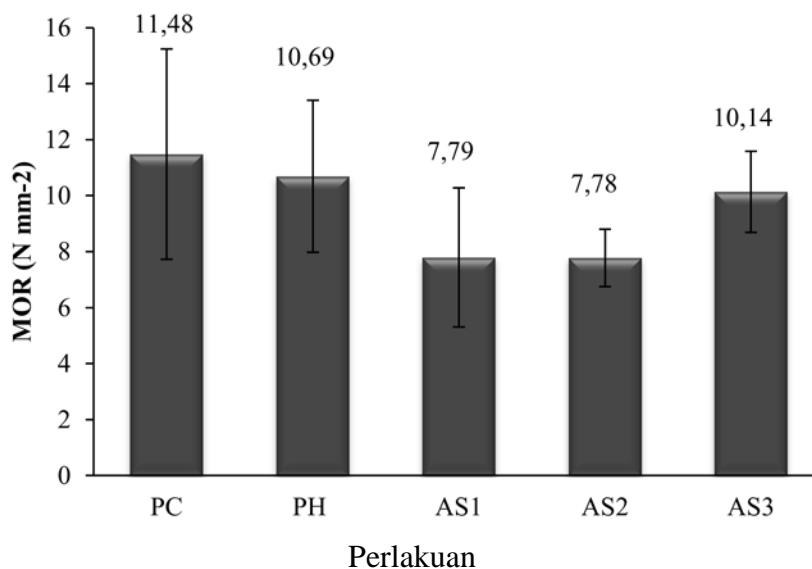
Fengel & Wegener (1984) menyatakan bahwa suasana asam akan menghidrolisis polisakarida kayu termasuk didalamnya selulosa dan hemiselulosa. Tingginya keasaman juga dapat menyerang komponen kayu tersebut, sehingga berkurangnya daya tahan kayu, kekuatan kayu, dan bertambahnya kerusakan kayu. Pengempaan pada kondisi partikel yang asam dan tidak diiringi dengan penurunan suhu kempa menyebabkan penurunan kekuatan ikatan pada garis rekat.

Faktor lain yang mempengaruhi rendahnya MOE papan yaitu kurang seragamnya ukuran partikel bambu sehingga perekat yang digunakan tidak terdistribusi secara merata. Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan bahwa selain kerapatan, kadar perekat, geometri

partikel merupakan ciri utama yang menentukan sifat MOE yang dihasilkan. Pizzi (1983) berpendapat bahwa papan partikel yang menggunakan perekat urea formaldehida mempunyai kekuatan yang relatif rendah dibandingkan dengan perekat yang lain.

Modulus of rupture

Modulus of rupture (MOR) atau modulus patah merupakan kemampuan papan untuk menahan beban hingga batas maksimum. MOR atau keteguhan patah ditentukan dari beban maksimum yang mampu ditahan bahan per satuan luas sampai bahan tersebut patah (Bowyer *et al.* 2003). Nilai rata-rata MOR papan partikel berkisar 5,98-15,28 N mm⁻² (Gambar 9)



Gambar 9 Nilai rata-rata MOR papan partikel

Keterangan:

PC = Papan kontrol
 PH = Papan dengan *hardener*
 AS1= Papan perendaman asam 1%

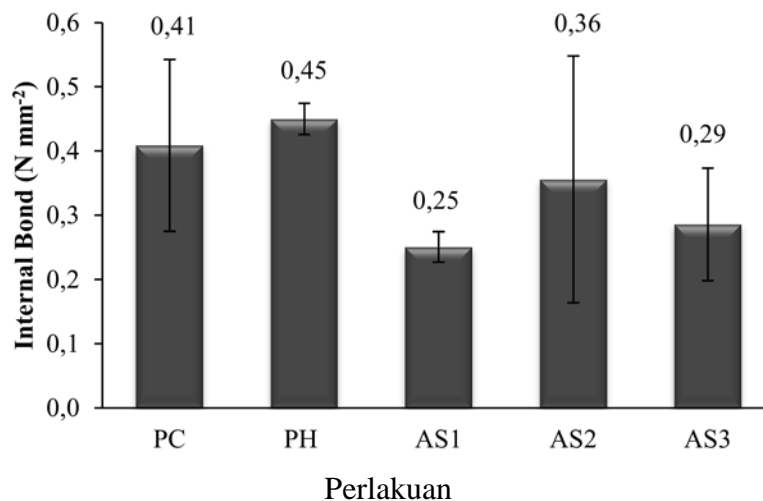
AS2 = Papan perendaman asam 2%
 AS3 = Papan perendaman asam 3%

Hasil analisis keragaman, perendaman asam asetat tidak berpengaruh nyata terhadap MOR papan partikel. Hasil pengujian menunjukkan nilai MOR papan kontrol, papan *hardener*, dan papan AS3 memenuhi standar JIS A 5908:2003 yaitu lebih dari 8 N mm^{-2} , sedangkan nilai MOR papan AS1 dan AS2 masih dibawah standar. Pola penurunan nilai MOR cenderung sama dengan penurunan nilai MOE dan papan AS1 dan AS2 belum memenuhi standar. Sama seperti MOE, rendahnya nilai MOR papan perlakuan perendaman asam diduga karena sebagian komponen kimia bambu terdegradasi seperti selulosa yang menyebabkan penurunan kekuatan bambu. Sjostrom (1991) menyatakan bahwa asam dapat mendegradasi lignin dan menghidrolisis selulosa dan hemiselulosa. Hal tersebut dapat menyebabkan penurunan kekuatan papan partikel.

Internal bond

Internal Bond (IB) adalah kekuatan tarik tegak lurus serat permukaan panel yang menunjukkan kekuatan ikatan antar partikel, kebaikan pencampuran, pembentukan lembaran, dan proses pengempaannya (Bowyer *et al.* 2003). Nilai rata-rata IB papan partikel $0,25-0,45 \text{ N mm}^{-2}$.

Nilai rata-rata IB tertinggi sebesar 0.41 N/mm^2 dihasilkan oleh papan kontrol, sedangkan nilai rata-rata IB terendah dihasilkan oleh papan dengan perendaman asam asetat 1%. Nilai IB yang diperoleh dari pengujian beragam, namun semua papan telah memenuhi standar JIS A 5908 2003 (JSA 2003) yang mensyaratkan nilai IB papan partikel lebih dari $0,15 \text{ N mm}^{-2}$.



Gambar 10 Nilai rata-rata *internal bond* papan partikel.

Keterangan:

PC = Papan control

PH = Papan dengan *hardener*

AS1= Papan perendaman asam 1%

AS2 = Papan perendaman asam 2%

AS3 = Papan perendaman asam 3%

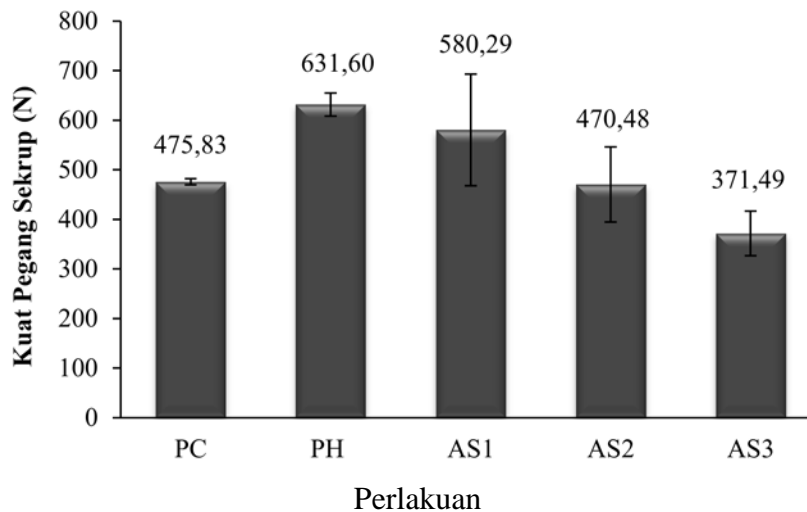
Hampir sejalan dengan sifat mekanis, papan partikel dengan perlakuan asam memiliki nilai IB yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan asam menghasilkan keteguhan rekat yang lebih rendah dibandingkan papan kontrol. Hal ini diduga perlakuan perendaman partikel tidak hanya mengurangi zat ekstraktif tapi juga mendegradasi selulosa. Terdegradasinya selulosa menyebabkan komponen dalam dinding sel menjadi rusak sehingga mengurangi reaksi perekat dengan partikel bambu. Oleh karena itu, daya rekat yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan tanpa perlakuan asam.

Hasil analisis keragaman, perendaman asam asetat tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai IB papan partikel.

Keragaman nilai IB selain disebabkan pengaruh perlakuan dapat juga disebabkan oleh faktor-faktor dari bambu antara lain anatomi struktur kayu, berat jenis, kadar air, kadar ekstraktif, kadar air serta keadaan permukaan (Rusman 2003).

Kekuatan pegang sekrup

Kuat pegang sekrup (KPS) menunjukkan kemampuan papan partikel untuk menahan sekrup yang ditanamkan pada papan partikel. Hasil pengujian kuat pegang sekrup berkisar 34,18-658,60 N. Nilai rata-rata KPS tertinggi dihasilkan oleh papan *hardener* sebesar 631,60 N, sedangkan terendah 371,49 N yang dihasilkan oleh papan partikel dengan perendaman asam asetat 3%.



Gambar 11 Nilai rata-rata kuat pegang sekrup papan partikel.

Keterangan:

PC = Papan kontrol

PH = Papan dengan *hardener*

AS1 = Papan perendaman asam 1%

AS2 = Papan perendaman asam 2%

AS3 = Papan perendaman asam 3%

Perendaman asam berpengaruh nyata terhadap nilai KPS papan partikel. Nilai KPS menurun seiring meningkatnya

konsentrasi perendaman asam. Terjadinya hidrolisis selulosa akibat perendaman asam asetat menyebabkan

penurunan terhadap nilai kekuatan papan. Kekuatan yang menurun menyebabkan tidak terlalu efektifnya papan partikel dalam memegang sekrup. Perendaman asam cenderung menurunkan nilai KPS, namun nilai KPS yang diperoleh masih diatas standar yang ditetapkan JIS A 5908 2003 (JAS 2003) yaitu minimal 300 N. Nilai KPS dapat dipengaruhi oleh jenis bahan baku, kerapatan, ukuran dan keragaman partikel (Setyawati 2008).

Kesimpulan

Perendaman partikel dengan larutan asam asetat mampu meningkatkan sifat fisis papan yaitu daya serap air dan pengembangan tebal, walaupun belum memenuhi standar JIS A 5908 2003. Perlakuan dengan penambahan *hardener* menghasilkan papan partikel dengan sifat mekanis lebih baik dibandingkan dengan perlakuan perendaman asam asetat. Nilai MOR, IB dan KPS papan yang dihasilkan telah memenuhi standar JIS A 5908 2003, sedangkan nilai MOE papan partikel yang dihasilkan belum memenuhi standar.

Daftar Pustaka

- Blomquist RF, Christiansen AW, Gillespie RH, Myers GE. 1983. *Fundamentals of Adhesion: Adhesive Bonding of Wood and Other Structural Materials*. Wisconsin: Forest Product Technology USDA Forest Service and The University of. Chap.1
- Bowyer JL, Shmulsky R, Haygreen JG. 2003. *Forest Products and Wood Science - An Introduction, Fourth edition*. Iowa: State University Press.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 03-2105-2006. *Papan Partikel*. Jakarta: Indonesia.
- Fengel D, Wegener G. 1995. *Kimia Kayu dan Reaksi-Reaksi Ultrasruktur (terjemahan)*. Hardjono Sastrohamidjojo, penerjemah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *Wood Chemistry, Ultrastructure Reaction*.
- Harmsen PFH, Huijgen WJJ, Lopez LMB, Bakker RRC. 2010. *Literature Review of Physical and Chemical Pretreatment Processes for Lignocellulosic Biomass*. Germany: Project Report. Wageningen.
- Haygreen JG, Bowyer JL. 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Terjemahan. Soetjipto AH, penerjemah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: *Forest Products and Wood Science*.
- Iswanto AH, Febrianto F, Hadi YS, Ruhendi S, Hermawan D. 2012. Sifat fisis dan mekanis papan partikel dari kulit buah jarak (*Jatropha curcas L*) diperkuat partikel kayu. *JITHH* 10(2).
- Iswanto AH. 2014. Karakterisasi kulit buah jarak (*Jatropha curcas L*) dan pemanfaatannya sebagai bahan baku papan partikel berkualitas [disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [JSA] Japanese Standard Association. 2003. *JIS A 5908 2003. Particleboards*. Jepang: Japanese Standard Association.
- Kelly MW. 1977. *Critical Literature Review of Relationship Between Processing Parameter and Physical Properties of particleboard. General Technical Report FPL-10*. Wisconsin: Department of Agriculture Forest Service and Forest Products Laboratory University of Wisconsin
- Maloney TM. 1993. *Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard*

- Manufacturing*. San Fransisco: Miller Freeman Inc.
- Maya C, Narasimhamurthy, Pandey CN. 2013. A Study on anatomical and physical properties of cultivated bamboo (*Oxytenanthera monostigama*). *International Journal CURR SCI* 5:62-66.
- Nuryawan A. 2007. Sifat fisis dan mekanis OSB dari kayu akasia, ekaliptus, dan gmelina berdiameter kecil [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pizzi A. 1983. *Wood Adhesive, Chemical and Technology*. New York: Mareel Bekker, Inc.
- Riyadi C. 2004. Sifat fisis dan mekanis papan serat dari limbah batang pisang (*Musa* sp) pada berbagai perlakuan pendahuluan dan kadar parafin [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ruhendi S, Koroh DN, Syamani FA, Yanti H, Nurhaida, Saad S, Sucipto T. 2007. *Analisis Perekatan Kayu*. Bogor: Fakultas Kehutanan-IPB.
- Rusman D. 2003. Sifat keasaman beberapa jenis kayu dan pengaruhnya terhadap keteguhan rekat perekat urea formaldehida [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Setyawati D. 2008. Karakteristik papan komposit dari sabut kelapa dan plastik polipropilena daur ulang berlapis anyaman bambu. *JPUT X* (2)
- Sjöstrom E. 1991. *Kimia Kayu, Dasar-dasar dan Penggunaan*. Hardjono Sastrohamidjojo, penerjemah. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. Terjemahan dari : *Wood Chemistry : Fundamentals and Applications*.
- Sulistiningsih I. 2014. Pengembangan papan bambu komposit dari bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinaceae*) sebagai bahan mebel [disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Riwayat naskah:

Naskah masuk (*received*): 20 Agustus 2015
 Naskah diterima (*accepted*): 6 Oktober 2015