

KARAKTERISTIK FINISHING DAN SIFAT DASAR LANTAI BAMBU SEBAGAI PENGGANTI KAYU SOLID

(*Finishing Characteristics and Basic Properties of Bamboo Flooring as a Solid Wood Substitute*)

Khairun Hidayat, Naresworo Nugroho, & Dede Hermawan

Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University
Jl. Ulin, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680, Telp/Fax: (0251) 8621285

Email: nares@apps.ipb.ac.id

Diterima 02 September 2022, direvisi 20 September 2022, disetujui 25 November 2022

ABSTRACT

Bamboo as a substitute for flooring raw materials is very potential to be developed because generally flooring is made of solid wood or other types of hardwood which have high quality but limited availability. Bamboo is chosen in the flooring industry, because of its distinctive and shiny pattern, and has a fairly high density. In this study, the flooring were made with various strips arrangement of horizontal (H), vertical (V), and combination (K) using Indonesian bamboo and coated with various number of water-based finishing layers (0, 3, 5). The bamboo flooring were tested referring to the ISO 21629-1 bamboo flooring for indoor use standard to evaluate the influence of the treatments on test results, and is expected to be able to provide recommendations for the preparation of SNI for bamboo flooring. The tests include the Modulus of Elasticity (MOE), Modulus of Rupture (MOR), stain resist, adhesion test, abrasion test, and hardness by pencil test. The result showed that the vertical arrangement formulation with three layers of coating exhibite the best average score in this study with an MOE value of 162,603 kg/cm², MOR 1,259.331 kg/cm², adhesion test 2–4B, abrasion test 0.1149 g, and hardness by pencil test 2-4H compared to other formulations and teak flooring as a control. This bamboo product innovation is expected to be produced commercially and with good characteristics and can be used as a reference standard in making Indonesian standart of bamboo flooring.

Keywords: Bamboo, coating, flooring, laminate, mechanical properties

ABSTRAK

Bambu sebagai substansi bahan baku lantai sangat potensial untuk dikembangkan karena umumnya lantai terbuat dari kayu *solid* atau jenis kayu keras, yang memiliki kualitas tinggi tetapi ketersedianya terbatas. Bambu dipilih dalam industri lantai dikarenakan corak yang khas dan mengkilap, serta memiliki kekuatan yang cukup tinggi. Dalam studi ini dibuat lantai menggunakan bambu Indonesia dengan susunan bilah bambu horizontal (H), vertikal (V), dan kombinasi (K) serta variasi jumlah lapisan *finishing water-based* (0, 3, 5). Produk diuji mengacu pada standar ISO 21629-1 *bamboo flooring for indoor use* untuk mengevaluasi pengaruh perlakuan tersebut terhadap hasil pengujian, dan diharapkan mampu memberi rekomendasi penyusunan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk lantai bambu. Pengujian meliputi *Modulus of Elasticity (MOE)*, *Modulus of Rupture (MOR)*, *stain resist*, *adhesion test*, *abrasion test*, dan *hardness by pencil test*. Formulasi susunan vertikal dengan tiga lapis *coating* secara keseluruhan mendapat nilai rata-rata paling baik dalam penelitian ini dengan nilai MOE 162.603 kg/cm², MOR 1.259,331 kg/cm², *adhesion test* 2–4B, *abrasion test* 0,1149 g, *hardness by pencil test* 2-4H, dibandingkan dengan formulasi lain dan lantai jati sebagai nilai kontrol. Inovasi produk bambu ini diharapkan dapat diproduksi secara komersial dengan sifat yang baik dan dapat dijadikan sebagai standar acuan dalam pembuatan SNI lantai bambu.

Kata kunci: Bambu, lantai, laminasi, pelapis, sifat mekanis

I. PENDAHULUAN

Pasokan kayu sebesar 96,04% berasal dari hutan tanaman Indonesia (KLHK, 2017). Data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (2016), pada tahun 2015 ke 2016 produksi kayu olahan meningkat dari 15,91 juta m³ menjadi 66,25 juta m³. Namun, produksi kayu bulat Indonesia menurun dari 43,87 juta m³ turun menjadi 42,25 juta m³. Oleh karena itu, perlu adanya bahan pengganti untuk mencukupi

kebutuhan produksi lantai dimasa yang akan datang. *Flooring* biasa terbuat dari kayu jati, kayu merbau, kayu bengkirai, kayu sonokeling, kayu kruing dan jenis kayu keras lainnya yang memiliki kualitas tinggi. Namun seiring perkembangan waktu, ketersediaan kayu untuk pembuatan lantai dari hutan alam berkurang sehingga saat ini dialihkan ke hutan tanaman Indonesia.

Ketersediaan bahan baku untuk lantai dengan pasokan kayu bulat yang tersedia memerlukan bahan substitusi yang lain. Kondisi ini membutuhkan alternatif lain sebagai bahan utama industri lantai, salah satunya adalah bambu. Bambu memiliki peran penting sebagai bahan pengganti dalam mengurangi pemakaian kayu bulat. Bambu dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan pengganti kayu karena memiliki beberapa ciri khas sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai produk lanjutan seperti, kerajinan, *furniture*, dan bahan konstruksi ringan bangunan (Hendrawan, 2005).

Bambu sangat potensial sebagai bahan substitusi kayu karena bambu dapat terus berproduksi selama pemanenanannya terkendali dan terencana (Arsad, 2013). Sulastiningsih et al. (2005), mengemukakan bahwa bambu merupakan tanaman cepat tumbuh dan mempunyai daur relatif pendek dimana 3-4 tahun sudah dapat dipanen dan tumbuh hampir di seluruh wilayah Indonesia (Nandika et al., 1994). Bambu merupakan salah satu bahan baku yang mudah dibelah, dibentuk, dan mudah dalam penggerjaannya, disamping itu harganya relatif lebih murah.

Sebagai substitusi dalam pembuatan lantai, bambu diwajibkan memiliki dimensi tebal, panjang dan lebar seperti papan lantai pada umumnya. Teknik perekatan/laminasi yang semakin maju diharapkan mampu mengatasi keterbatasan bentuk dan dimensi bambu sebagai bahan papan lantai. Bambu laminasi merupakan produk yang terbuat dari bilah bambu yang direkatkan. Hasil perekatan tersebut dapat menjadi sebuah produk papan atau balok tergantung dari bentuk, ukuran, dan pemanfaatan bambu laminasi.

Proses penggerjaan akhir (*finishing*) pada kayu adalah proses pemberian lapisan pada permukaan kayu/produk kayu (Balfas, 2017). Proses ini memiliki beberapa fungsi, diantaranya untuk menambah kesan dekoratif, proteksi terhadap air dan mikroorganisme perusak lain (Balfas, 2012), disamping itu juga turut memberi kekuatan permukaan lantai terhadap gesekan dan beban statis yang diterima oleh berbagai kegiatan yang dilakukan. Proses pemberian lapisan dapat menggunakan alat kuas maupun dengan *spray gun*.

Penggunaan jenis pelapis didominasi oleh penggunaan resin sintetis dalam beberapa dekade terakhir (Li & Guo, 2002). Disebutkan bahwa kelompok resin memberikan hasil *finishing* yang baik, namun penggunaannya dapat merugikan kesehatan

manusia dan lingkungan. Oleh karena hal tersebut, dalam perkembangannya banyak peneliti di berbagai negara mencari bahan *finishing* alternatif dari sumber nabati dan material organik. Pemilihan pelapis berjenis *waterbased* dalam penelitian ini memiliki sifat yang relatif aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan, karena proses pelarut hanya menggunakan air (Pandit, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakteristik susunan dan *finishing* lantai dari bambu laminasi Indonesia sesuai standar ISO 21629-1 *flooring* bambu dan standar yang berlaku (ISO, BS, EN, ASTM). Luaran dari penelitian ini yaitu lantai bambu dapat dijadikan alternatif pengganti produk lantai komersil dengan biaya yang relatif lebih rendah. Penelitian diharapkan dapat memberikan informasi produk lantai bambu Indonesia serta mampu memberi saran untuk pengembangan pembuatan SNI untuk kepentingan pendidikan dan industri di Indonesia.

II. BAHAN DAN METODE

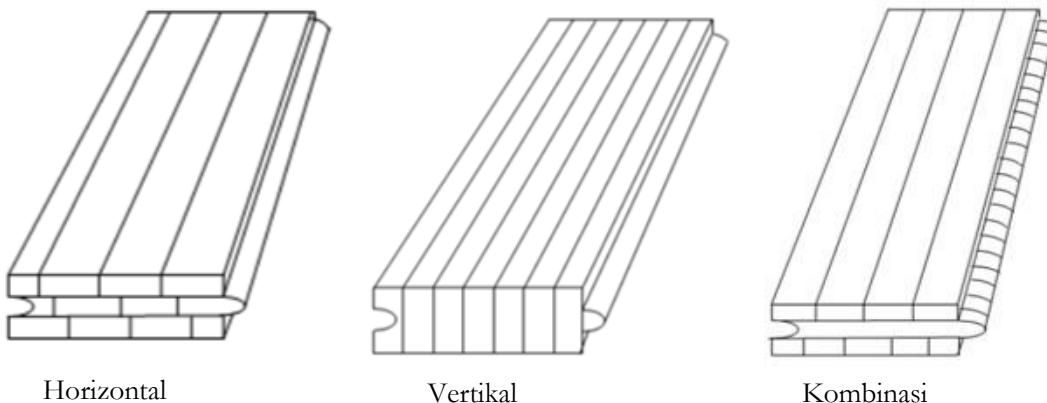
A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lantai bambu Andong (*Gigantochloa Pseudoarundinaceae*) dengan jenis susunan horizontal (H), vertikal (V), dan *multilayer/kombinasi* (K) sesuai Gambar 1, yang didapatkan dari industri bambu di daerah Banjar, Jawa Barat, serta bahan *finishing* berjenis *water based* dengan merk dagang *Aqua Parquet Lack APL=850*. Sebagai perbandingan hasil pengujian, digunakan produk lantai kayu *solid jati* sebagai acuan dalam penelitian ini.

B. Persiapan Contoh Uji

1. Proses pembuatan lantai

Lantai bambu diproduksi dengan merakit beberapa lapis bilah bambu menjadi papan lantai 3 lapis atau sesuai dengan kebutuhan dan bentuk pada desain dengan dimensi tebal 1,5 cm, lebar 12 cm, dan panjang 35 cm, dimana pada susunan horizontal membutuhkan 12 bilah bambu menjadi 3 lapis, vertikal 20 bilah bambu 1 lapis dan kombinasi menggunakan gabungan kedua papan tersebut yang disesuaikan ukuran dan bentuk sesuai desain. Proses perakitan menggunakan perekat PVAc yang sudah diencerkan menggunakan air. Papan lalu ditekan menggunakan metode *cold-press* dengan penjeptit kayu selama ±12 jam. Papan lantai yang dihasilkan dikondisikan selama dua minggu sebelum pelapisan *coating* dan proses pengujian.



Gambar 1. Jenis lantai menurut penyusunan
Figure 2. Types of flooring by arrangement

2. Proses Finishing

Proses *finishing* atau pelapisan dilakukan dengan melaburkan bahan *coating* berjenis *water based* dengan merk *Aqua Parquet Lack APL=850* yang merupakan produk dari PT. Propan Raya dengan ketebalan tiga dan lima lapisan pada permukaan tiap sampel uji. Pengaplikasian bahan *coating* ini menggunakan teknik kuas. Langkah awal dengan melakukan pengamplasan pada permukaan lantai dengan tujuan meratakan permukaan lantai sekaligus memperhalus permukaan. Kemudian dilanjutkan dengan pelaburan bahan *coating* yang sebelumnya telah diencerkan dengan air sesuai kebutuhan dan menurunkan ketajaman warna yang diinginkan. Pelaburan pada permukaan (*face*) lantai dilakukan sebanyak lapisan yang diinginkan (tiga dan lima kali pelapisan).

C. Pengujian

1. Pengujian mekanis

Pengujian MOE dan MOR dilakukan mengacu pada standar *BS EN 310-1993* menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) merk Chun-yen. Contoh uji dalam kondisi kering udara dengan dimensi 35 cm x 5 cm x 1,5 cm (p x l x t) dibentangkan dengan jarak sangga 30 cm. Pembebanan sebesar 10 mm/menit dilakukan di tengah jarak sangga.

2. Pengujian abrasi

Pengujian abrasi permukaan digunakan untuk mengetahui ketahanan permukaan lantai selama penggunaan dari gesekan baik itu dari benda seperti meja, kayu, lemari atau gesekan karena aktifitas manusia. Pengujian dilakukan berdasarkan ASTM D 4060-14 *Test Method for Abrasion Resistance of Coatings*. Permukaan lantai dihadapkan dengan roda abrasif dan diberi beban 500 g. Ketahanan lantai diketahui

dengan menghitung bobot yang hilang pada 2000 siklus abrasi.

3. Uji ketahanan terhadap noda

Pengujian resistensi noda memiliki tujuan untuk melihat kemampuan *coating* *Aqua Parquet Lack APL=850* dalam memberi perlindungan terhadap permukaan lantai contoh uji. Menggunakan standar EN 12720 "*Assesment of Surface Resistence to Cold Liquid*", pengujian dilakukan dalam dua rentang waktu yaitu 1 jam dan 24 jam. Pengujian ini menggunakan berbagai jenis cairan diantaranya: air, teh, kopi, kecap, saus, minyak, dan cairan pembersih lantai dengan merk dagang SOS. Setelah pengujian, contoh uji dibersihkan lalu ditempatkan pada *lightning both* untuk diamati secara visual perubahan warna yang terjadi dengan bantuan lampu berjenis D64, TL 84 dan pijar.

4. Pengujian adhesi permukaan film

Pengujian adhesi permukaan dilakukan menggunakan metode *cross-cut tape* mengacu pada ISO 2409. Sebuah pisau digunakan untuk membuat pola kisi (*lattice*) dimana jumlah potongan dalam setiap kisi sebanyak 6 buah dengan jarak setiap potongan sebesar 2 mm, kemudian ditempelkan selotip dengan waktu 5 menit, setelah itu dilepaskan dan dilihat persentase luas area yang terkelupas.

5. Pengujian kekerasan lantai

Pengujian kekerasan lantai dilakukan mengacu pada standar ASTM D3363 *Standart test method for film hardness by Pencil Test* menggunakan ujung pensil mulai dari 6H (sangat keras) hingga 6B (lunak) sebagai berikut: 6B – 5B – 4B – 3B – 2B – B – HB – F – H – 2H – 3H – 4H – 5H – 6H. Penahan manual digunakan untuk menjaga sudut pensil sehingga mengurangi *error*.

D. Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor berupa jenis lantai vertikal (V), horizontal (H), kombinasi (K) dan jumlah pelapisan tiga (3), lima lapis (5) dan sebagai kontrol tanpa pelapisan (0). Lantai kayu *solid* jati digunakan sebagai acuan. Analisis sidik ragam pada selang kepercayaan 95% dilakukan untuk melihat pengaruh jenis lantai terhadap setiap parameter pengukuran, serta dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan untuk melihat perbedaan nilai pengamatan diantara ketiga taraf dan pelapisan *coating* pada setiap parameter. Analisis data secara statistik dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel 2010 dan SPSS 22.0.

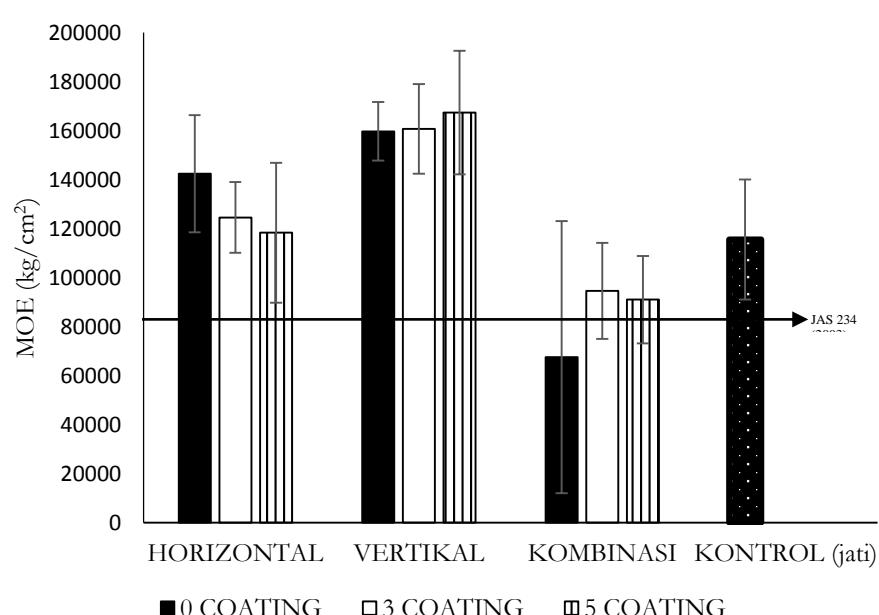
III. HASIL DAN PEMBAHSAN

1. Modulus of Elasticity

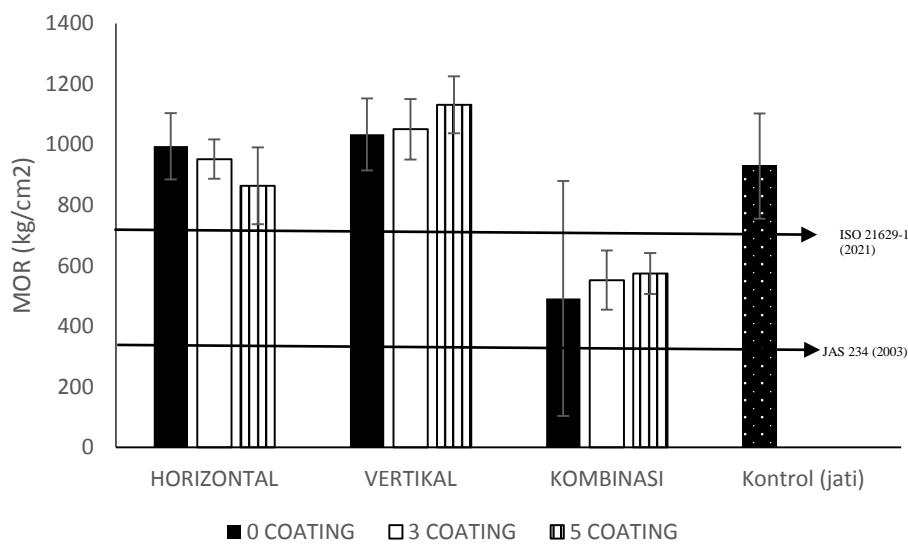
Modulus of elasticity (MOE) merupakan sifat mekanis kayu yang menjadi dasar penting untuk menentukan kekuatan kayu. Pengujian MOE dilakukan untuk melihat kemampuan lantai bambu laminasi dalam mempertahankan bentuk akibat beban yang mengenainya (Bowyer et al., 2003). Pengujian MOE bertujuan untuk mencari nilai keteguhan lentur lantai laminasi bambu (Wulandari et al., 2014). Nilai MOE lantai laminasi bambu andong disajikan pada Gambar 2. Nilai MOE lantai laminasi bambu andong tertinggi diperoleh dari susunan vertikal dengan nilai rata-rata 162.603 kg/cm². Sedangkan susunan lantai lamina dengan nilai rata-rata terkecil yaitu kombinasi

dengan nilai 84.374 kg/cm². Lantai bambu ini memiliki nilai MOE yang lebih tinggi dibandingkan dengan MOE lantai kayu jati (115.539 kg/cm²), kecuali pada lantai bambu kombinasi. Analisis sidik ragam dengan taraf nyata 5% menyatakan bahwa perlakuan *coating* tidak memberi pengaruh terhadap nilai MOE. Sementara itu, perlakuan penyusunan (horizontal, vertikal, kombinasi) papan laminasi memberi pengaruh yang nyata terhadap nilai MOE papan bambu laminasi yang diteliti.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan nilai MOE lantai laminasi bilah bambu andong sebesar 133.615 kg/cm² (Sulastiningsih et al., 2005). Sementara itu, penelitian lainnya menyebutkan bahwa nilai MOE buluh bambu andong berkisar antara 47.418-83.327 kg/cm² (Dirga, 2012). Nilai MOE lantai lamina dengan tiga tipe penyusunan yaitu horizontal, vertikal dan kombinasi telah memenuhi syarat JAS 234 2003 yaitu 80.000 kg/cm². Nilai MOE yang diperoleh dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sifat bambu, perekatan bilah bambu, dan keberadaan buku pada bilah bambu laminasi itu sendiri (Aini et al., 2009). Sementara itu, Santoso et al. (2016) menyatakan bahwa penyusunan *homogen* akan menghasilkan kerapatan yang lebih tinggi sehingga menghasilkan lantai laminasi yang cenderung lebih kuat. Penyusunan yang *heterogen* akan menyebabkan penyebaran perekat yang cenderung tidak merata sehingga akan mengurangi nilai MOE lantai laminasi bambu (Huda, 2015).



Gambar 2. Histogram nilai MOE lantai bambu laminasi
Figure 2. Histogram of MOE values of laminated bamboo flooring



Gambar 3 Histogram nilai MOR lantai bambu laminasi
Figure 3 Histogram of MOR values of laminated bamboo flooring

2. Modulus of Rupture

Modulus of Rupture (MOR) atau modulus patah merupakan kekuatan lentur statis suatu bahan uji papan yang menunjukkan nilai kemampuan bahan menahan beban lentur (Widiyanto, 2002) hingga menyebabkan perubahan bentuk (Abdurachman et al., 2015). Nilai MOR lantai laminasi telah memenuhi standar JAS 234-2003 yaitu 300 kg/cm^2 . Nilai MOR dalam penelitian disajikan pada Gambar 3. Nilai MOR lantai laminasi pada penelitian ini berkisar antara $87,313 \text{ kg/cm}^2$ — $1.259,331 \text{ kg/cm}^2$. Lantai laminasi dengan penyusunan vertikal memiliki nilai rata-rata MOR yang tertinggi di banding penyusunan lainnya yaitu sebesar $1.259,331 \text{ kg/cm}^2$. Sementara itu, penyusunan kombinasi menghasilkan nilai MOR rata-rata yang lebih kecil yaitu sebesar $539,792 \text{ kg/cm}^2$. Sampel penyusunan kombinasi dalam penelitian ini tidak memenuhi syarat yang ditetapkan ISO 21629-1-2021 *bamboo flooring* (minimal sebesar 700 kg/cm^2). Berdasarkan analisis sidik ragam taraf nyata 5% menunjukkan bahwa perbedaan jenis penyusunan memberikan pengaruh yang nyata terhadap pengujian MOR papan lantai, sedangkan untuk perlakuan *coating* tidak berpengaruh nyata terhadap hasil kekuatan papan lantai karena sifat *finishing* hanya melapisi permukaan papan lantai dan menutup pori-pori sehingga membantu dalam hal stabilitas dimensi. Hal ini sejalan dengan penelitian Balfas (1994) yang menyatakan efektifitas bahan *finishing* dapat membantu dalam nilai stabilitas kayu. Nilai rata-rata MOR keseluruhan sampel sebesar $849,66 \text{ kg/cm}^2$. Nilai tersebut termasuk dalam kategori kelas kuat II (PKKI, 1961). Menurut

Hindrawan (2005), nilai MOR yang semakin tinggi maka bahan tersebut dapat menahan beban yang lebih berat atau beban maksimum.

Bahtiar et al. (2014) menyatakan bahwa penyusunan lapisan pada sebuah papan laminasi dapat mempengaruhi sifat mekanisnya. Tsoumis (1991) menyebutkan sifat mekanis kayu dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti kadar air, kerapatan, cacat, dan lama pembebanan. Penelitian sebelumnya oleh Hardiyanto (2018) menyebutkan bahwa nilai bambu lapis dari bambu andong rata-rata memiliki nilai rata-rata MOR sebesar $50,122 \text{ kg/cm}^2$. Perbedaan nilai MOR yang didapatkan berhubungan dengan karakteristik bahan penyusunnya. Semakin tinggi kerapatan bahan, maka nilai kekuatan yang didapatkan semakin tinggi pula. Sementara itu, penggunaan kayu atau bahan lainnya pada lapisan tengah (*core*) bambu lamina dapat menurunkan nilai MOR papan tersebut (Sulastiningsih et al. 2005).

3. Pengujian Ketahanan terhadap Noda

Hasil pengujian *stain resist* pada Tabel 1 menunjukkan bahwa lantai H3, V5 dan K3 setelah pengujian selama 1 jam memiliki nilai yang baik. Pemberian lapisan *coating* pada permukaan lantai dapat memberikan perlindungan terhadap noda jika dibandingkan dengan sampel yang tidak menggunakan *coating* permukaan. Bekas noda yang tertinggal dan kerusakan pada permukaan lantai dari berbagai zat cair terbukti dapat dihindari, kecuali pada perlakuan dengan zat pembersih lantai (SOS) yang mengandung bahan aktif alkohol dan *Benzalkonium chloride*.

Tabel 1. Hasil pengujian ketahanan terhadap noda**Table 1. Result of stain resistance test**

		Stain Resist											
Sampel (Sample)	Air (Water)	Teh (Tea)		Kopi (Coffee)		Kecap (Soy sauce)		Saos (Ketchup)		Minyak (Oil)		SOS (Floor cleaner)	
DP (Jam) DO (Hours)	1	24	1	24	1	24	1	24	1	24	1	24	1
H0	4	4	3	3	3	2	3	2	3	3	3	4	3
H3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	2	5	4	4
H5	4	3	5	4	4	4	4	4	4	2	4	4	3
V0	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
V3	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	3
V5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	5	3	1
K0	4	4	4	3	4	2	3	2	4	3	3	3	4
K3	4	5	5	5	4	4	5	5	5	3	3	5	4
K5	4	5	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	1
Kontrol (Control)	5	3	5	5	3	3	5	5	5	5	5	3	1

Keterangan (Remarks): DP= Durasi Pengamatan, DO= *Duration of Observation*, [5] tidak ada perubahan (*No change*), [4] perubahan kecil (*Small change*), [3] kerusakan terlihat ketika sumber cahaya dipantulkan (*Visible damage when light reflected*), [2] terlihat perubahan (*Slight mark*), [1] mengalami kerusakan (*Strong mark*). H0 = Horizontal tanpa pelapisan (*Horizontal with no coating*); K0 = Kombinasi tanpa pelapisan (*Combination with no coating*); H3; = Horizontal 3 lapis (*Horizontal of 3 coating*); K3 = Kombinasi 3 lapis (*Combination of 3 coating*); H5 = Horizontal 5 lapis (*Horizontal of 5 coating*); K5 = Kombinasi 5 lapis (*Combination of 5 coating*); V0 = Vertikal tanpa pelapisan (*Vertical with no coating*); V3 = Vertikal 3 lapis (*Vertical of 3 coating*); V5 = Vertikal 5 lapis (*Vertical of 5 coating*)

Hasil pengujian *stain resist* dengan nilai 4 dan 5 telah memenuhi standar ISO 21629-1-2021 *bamboo flooring* yang mensyaratkan sampel uji tidak meninggalkan bekas noda setelah pengujian, sedangkan nilai 3-1 belum memenuhi standar tersebut.

4. Pengujian adhesi permukaan film

Pengujian *adhesi* mengacu pada ISO 2409 dengan melakukan pemeriksaan dan penilaian sesuai dengan kode evaluasi numerik, pada setiap lantai yang diberi perlakuan. Hasil pengujian adhesi ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil *adhesion test* membuktikan bahwa

pelapisan permukaan lantai menggunakan *coating* mampu menahan permukaan lantai dari kerusakan dan dampak yang ditimbulkan selama pengujian dibandingkan lantai tanpa *coating* yang sepenuhnya gagal dalam pengujian kali ini. Pemberian *coating* pada permukaan lantai mampu menghasilkan nilai yang sesuai dengan standar ISO yang mensyaratkan nilai >3 sebagai syarat minimal *adhesion test*. Hal ini membuktikan bahwa permukaan bambu mampu menerima dan mengikat lapisan *coating* sehingga memberi proteksi lebih terhadap goresan yang terjadi di permukaan lantai.

Tabel 2. Hasil uji adhesi permukaan film**Table 2. Result of adhesion of surface film test**

Adhesion Test										
Sampel (Samples)	H0	H3	H5	V0	V3	V5	K0	K3	K5	Kontrol (Control)
Hasil (Results)	2B fail	3B fail	5B fail	2B fail	4B fail	4B fail	2B fail	4B fail	2B fail	3B

Keterangan (Remarks): [5B] tanpa ada kerusakan (*No damage*), [4B] kerusakan di bawah 5% (*Less than 5% damage*), [3B] kerusakan 5–10% (*5-10% damage*), [2B] kerusakan 15–35% (*15-35% damage*), [1B] kerusakan 35–65% (*36-65% damage*).

Tabel 3. Hasil uji abrasi
Table 3. Result of abrasion test

Abrasion Test (2000 cycles)										
Sampel (samples)	H0	H3	H5	V0	V3	V5	K0	K3	K5	Kontrol (control)
Hasil (g) (result in gram)	0.432	0.205	0.200	0.2 05	0.151	0.115	0.303	0.297	0.145	0.212

Keterangan (Remarks): H0 = Horizontal tanpa pelapisan (*Horizontal with no coating*); K0 = Kombinasi tanpa pelapisan (*Combination with no coating*); H3 = Horizontal 3 lapis (*Horizontal of 3 coating*); K3 = Kombinasi 3 lapis (*Combination of 3 coating*); H5 = Horizontal 5 lapis (*Horizontal of 5 coating*); K5 = Kombinasi 5 lapis (*Combination of 5 coating*); V0 = Vertikal tanpa pelapisan (*Vertical with no coating*); V3 = Vertikal 3 lapis (*Vertical of 3 coating*); V5 = Vertikal 5 lapis (*Vertical of 5 coating*)

5. Pengujian abrasi

Hasil pengujian abrasi pada lantai laminasi bambu andong membuktikan bahwa perlakuan pelapisan *coating* mampu memberi proteksi terhadap permukaan lantai contoh uji. Hal ini dibuktikan dengan hasil pada Tabel 3 dimana bambu laminasi tanpa perlakuan pelapisan *coating* mengalami pengikisan permukaan tertinggi berturut-turut dari nilai terendah yaitu 0,205 g (V0), 0,303 g (K0) dan 0,432 g (H0), sedangkan sampel yang mengalami pengikisan terendah berturut-turut yaitu 0,115 (V5), 0,145 (K5) dan 0,200 (H5). Pelapisan *coating* pada permukaan lantai bambu andong memberikan hasil yang signifikan terhadap pengikisan permukaan.

Keausan atau abrasif kayu berhubungan erat dengan kekerasan permukaan, dan secara umum kehilangan abrasi lebih kecil ketika nilai kekerasan lebih tinggi, yang pada akhirnya berkaitan dengan kepadatan kayu (Friedrich et al., 2017). Beberapa penelitian lain tentang pengujian abrasif untuk kayu berfokus pada peningkatan ketahanan aus bahan interior dan lantai (Ohtani, 2008). Hasil pengujian abrasif pada studi ini menunjukkan bahwa lantai yang diteliti sudah memenuhi standar ISO 21629-1 (2021) yang mensyaratkan kehilangan berat pada pengujian abrasif dengan nilai $\pm 0,12$ g/100 siklus pengujian. Dengan demikian, produk lantai dalam penelitian ini

sudah layak untuk digunakan dalam kebutuhan yang disarankan.

6. Pengujian pelapis permukaan

Pengujian pelapis permukaan mengacu pada seberapa kuat ketahanan pelapis ketika diberi perlakuan di atasnya. Pengujian ini menggunakan pensil dengan tingkat kekerasan 6B-6H untuk melihat ketahanan permukaan lantai dan didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Hasil pengujian *hardness by pencil* pada Tabel 4 didapatkan nilai paling tinggi pada susunan vertikal tanpa *coating*, senilai 4H. Sementara itu, susunan horizontal tiga lapis *coating* kombinasi lima lapis *coating* dan lantai kontrol kayu jati mendapat nilai yang paling rendah dalam pengujian kali ini yaitu H. Nilai tinggi yang didapatkan pada beberapa susunan lantai tanpa *coating* membuktikan kekuatan lantai laminasi memiliki kekuatan yang tinggi. Menurut Hendrawan (2005), proses laminasi pada bambu dapat meningkatkan kekuatan bahan baku secara signifikan. Pemberian *coating*, terbukti mampu untuk memberikan perlindungan pada lantai laminasi dari tekanan, goresan, dan segala bentuk pengujian lainnya yang berpotensi untuk merusak permukaan lantai laminasi secara langsung.

Tabel 4 Hasil uji kekerasan pencil
Table 4 Result of pencil hardness test

Pencil Hardness Test										Kontrol (Control)
Sampel (Samples)	H0	H3	H5	V0	V3	V5	K0	K3	K5	Kontrol (Control)
Hasil (Results)	3H	H	3H	4H	2H	3H	3H	3H	H	H

Keterangan (Remarks): H0 = Horizontal tanpa pelapisan (*Horizontal with no coating*); K0 = Kombinasi tanpa pelapisan (*Combination with no coating*); H3 = Horizontal 3 lapis (*Horizontal of 3 coating*); K3 = Kombinasi 3 lapis (*Combination of 3 coating*); H5 = Horizontal 5 lapis (*Horizontal of 5 coating*); K5 = Kombinasi 5 lapis (*Combination of 5 coating*); V0 = Vertikal tanpa pelapisan (*Vertical with no coating*); V3 = Vertikal 3 lapis (*Vertical of 3 coating*); V5 = Vertikal 5 lapis (*Vertical of 5 coating*)

Hasil pengujian kekerasan menggunakan pensil pada contoh uji lantai bambu sudah memenuhi kriteria yang ditentukan pada standar ISO 21629-1 (2021) yang mensyaratkan kekuatan minimal senilai H, dengan demikian produk lantai dalam penelitian ini sudah layak untuk digunakan dalam kebutuhan yang disarankan. Formulasi susunan vertikal dengan 3 lapis *coating* secara keseluruhan mendapat nilai paling baik dalam penelitian ini dibandingkan dengan formulasi lain dan lantai jati sebagai nilai kontrol. Pemberian *coating* memiliki peran penting dalam melindungi permukaan lantai bambu dari segala bentuk pengujian yang dilakukan. Selain itu, kandungan bahan *coating* pada produk ini pun ramah lingkungan karena berbahan dasar air (*water based*) yang aman digunakan untuk penggunaan *indoor* serta lingkungan.

IV. KESIMPULAN

Sifat mekanis lantai bambu dipengaruhi oleh susunan papan lantai, sedangkan pada perlakuan *coating* tidak mempengaruhi sifat mekanis dari papan lantai. Susunan vertikal dengan 3 lapis finishing merupakan formulasi yang memiliki nilai paling optimal dibandingkan dengan formulasi kombinasi susunan papan lantai dan lantai kayu jati. Perlakuan pelapisan (*finishing*) menggunakan *coating* Aqua Parquet Lack APL= 850 cocok diaplikasikan untuk melindungi permukaan lantai dalam ruangan. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa lantai bambu Indonesia dapat memenuhi standar sesuai ISO 21629-1 *flooring bamboo for indoor use*, sehingga mampu menjadi alternatif pengganti lantai kayu di pasaran. Selanjutnya, penyusunan Standar Nasional Indonesia mengenai lantai bambu dapat dilakukan untuk kepentingan pendidikan dan industri di Indonesia

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang berperan dan membantu dalam menyelesaikan penelitian ini, khususnya Divisi *Research and Development* (R&D) PT Propan Raya yang memberikan izin penelitian di laboratorium beserta bahan pelapis yang digunakan. Kami tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada Bapak Imam Hambali selaku pemilik industri pembuatan bambu laminasi yang berlokasi di Banjar, Jawa Barat, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dan dituangkan dalam bentuk karya ilmiah yang dapat membantu memberikan informasi terkait kekuatan lantai bambu.

KONTRIBUSI PENULIS

Semua penulis terlibat sebagai kontributor. Metodologi, pengumpulan data, analisis data,

penulisan draf dilakukan oleh KH; konseptualisasi, supervisi dilakukan oleh NN dan DH, perbaikan dan validasi dilakukan oleh KH.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, Hadjib, N., Jasni, & Balfas, J. (2015). Sifat balok komposit kombinasi bambu dan kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(2), 115-124.
- Aini, N., Morisco, & Aniota. (2009). Pengaruh pengawetan terhadap kekuatan dan keawetan produk laminasi bambu. *Forum Teknik Sipil*, 19(1), 983-984.
- ASTM (American Society for Testing and Material). Standard Test Method for Abrasion Resistance of Organic Coatings by the Taber Abraser (ASTM D 4060-14). Pennsylvania.
- ASTM (American Society for Testing and Material). Standard Test Method for Film Hardness by Pencil Test (ASTM D3363-20). Pennsylvania.
- Arsad, E. (2013). Peningkatan nilai tambah bambu non komersial sebagai bahan baku pembuatan *pellet* bambu. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, (7), 45-52.
- BPS (Badan Pusat Statistik). (2016). Forestry Production Statistics 2015 and 2016. Jakarta: Statistik.
- Bahtiar, E.T., Nugroho, N., Karlinasari, L., Surjokusumo, S., & Darwis, A. (2014). Rasio ikatan pembuluh sebagai substitusi rasio modulus elastisitas pada analisa layer system pada bilah bambu dan bambu laminasi. *Jurnal Teknik Sipil*, 21(2), 147-162.
- Balfas, J. (2017). Quality organic putty from teak wood powder and sirlak. *Journal of Forest Products Research*, 155–170.
- Balfas, J. (1994). Pengaruh pengerajan akhir terhadap stabilitas dimensi kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 12(02) 70-75.
- Bowyer, J.L., Shumlsky, R., & Haygreen, JG. (2003). Forest Product and Wood Science: An Introduction. Ed ke-4 Ames. Iowa: Iowa State University Press.
- Dirga, S.P. (2012). Karakteristik bilah dan buluh bambu gombong dan mayan. (Skripsi). Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- European Committee for Standardization (EN). (2014). EN 12720:2009 A1:2014 Furniture—Assessment of Surface Resistance to Cold Liquids; European Committee for Standardization, Brussels.
- European Committee for Standardization. (EN). 2014. 310.- (1993). Wood Based Panels

- Determination of Modulus of Elasticity in Bending and of Bending Strength. European Committee for Standardization, Brussels.
- Fadli, T.M. (2006). Sifat fisis dan mekanis bambu lapis dari bambu andong (*Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro). (Skripsi). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Friedrich, K., Akpan, E. I., & Wetzel, B. (2017). Structure and mechanical/abrasive wear behavior of a purely natural composite: black-fiber palm wood. *Journal of Materials Science*, 52(17), 10217-10229. doi: 10.1007/s10853-017-1184-5.
- Hardiyanto, R. (2018). Karakteristik bambu lapis dari bambu andong dengan core yang berbeda. (Skripsi). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hendrawan, P. (2005). Pengujian sifat mekanis panel struktural dari kombinasi bambu tali (*Gigantochloa apus* Bl. ex. (Schult. F) Kurz) dan kayu lapis. (Skripsi). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hernowo, P., Santoso, H., Fajri, Arvadika, S. & Pramono, T. (2017). Pengaruh kehalusan pigment water menggunakan glassbit terhadap warna cat water base. *Jurnal Teknologi ISTA* 6(2), 2088-3315.
- Huda, M.M. (2015). Karakteristik fisik, mekanik dan termal papan partikel sabut kelapa (*Cocos nucifera* L.) berlapis bambu betung (*Dendrocalamus asper* sp.) sebagai material bangunan. (Skripsi). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- ISO (International Organization for Standardization). (2013). Paints and varnishes-Cross-cut test ISO 2409-2013. International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO (International Organization for Standardization). (2021). Bamboo Flooring-Part 1 Indoor Use ISO 21629-1-2021. International Organization for Standardization, Geneva.
- Japan Agricultural Standard (JAS). (2003). Glued Laminated Timber. JIS 234. Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries, Tokyo.
- Li, J., & Guo, M.R. (2002). Develop an environmentally safe wood finish product using whey protein as a co-binding material. *Journal of Dairy Science*, 85:380.
- Liese, W. (1992). Adhesives Technology Handbook. New Jersey: Noyes Publications.
- Nandika, D., Matangaran, J.R., & Darma, IGKT. (1994). Keawetan dan Pengawetan Bambu. Dalam : Widjaja AE., MA. Rifa'i, dan D. Nandika (penyunting). Strategi Penelitian Bambu di Indonesia. Makalah Sarasehan Bambu Indonesia di Pusat Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Serpong tanggal 21-22 Juni 1994. Yayasan Bambu Lingkungan Lestari. Bogor.
- Ohtani, T. (2008). The effects of mechanical parameters of the stress-strain diagram on wood abrasion. *Wear*, 265(11-12), 1557-1564. doi: 10.1016/j.wear.2008.02.007.
- Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI), NI-5.
- PKKI (1961). Departemen Pekerjaan Umum.
- Santoso, A., Sulastiningsih, I.M., Pari, G., & Jasni. (2016.) Pemanfaatan ekstrak kayu merbau untuk perekat produk laminasi bambu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(2), 89-199.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). (1999). *Polivinil asetat emulsi untuk perekat pengeraan kayu* (SNI 06-6049-1999). Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Sulastiningsih, I.M., Nurwati, & Santoso, A. (2005). Pengaruh lapisan kayu terhadap sifat bambu lamina. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23(1), 15-22.
- Tsoumis, G. (1991). Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization. Thessaloniki: University of Aristotelion.
- Widiyanto, A. (2002). Kualitas papan partikel kayu karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg) dan bambu tali (*Gigantochloa apus* Kurz) dengan perekat cair kayu. (Tesis). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wulandari, P.R, Hakim, L., & Sucipto, T. (2014). Kualitas betung bambu laminasi (*Dendrocalamus asper*) dalam berbagai perlakuan sortimen ukuran dan buku bambu. (Skripsi) Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.