

# STUDI KUALITAS DAN BIAYA PRODUKSI BAMBU LAMINA SKALA PABRIK

(*Study on the Properties and Production Cost of Factory Scale Laminated Bamboo*)

Deazy Rachmi Trisatya, Achmad Supriadi, & Ignasia Maria Sulastiningsih

Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, Badan Riset dan Inovasi Nasional

Jl. Raya Jakarta-Bogor KM 46 Cibinong 16911, Telp.: (021) 87914511

Email: achmad.supriadi@brin.go.id

Diterima 02 Maret 2022, direvisi 07 Juni 2022, disetujui 16 November 2022

## ABSTRACT

Bamboo can be harvested faster than wood. Bamboo processing industry has been able to process bamboo into laminated bamboo products by utilizing lamination technology. Laminated bamboo products derived from the bamboo processing industry must be of high quality in order to suit their intended use. The purpose of this paper was to provide information on the physical and mechanical properties, as well as the production costs, of laminated bamboo from one of Bali's laminated bamboo factories. The mechanical and physical properties of laminated bamboo flooring samples were tested in this study. The factory's production costs component data were calculated to obtain the estimate of production costs, product cost, and gross profit for laminated bamboo flooring. The results of the tests showed that the laminated bamboo's moisture content and bonding quality meet the requirements of the Indonesian Standard for Laminated Bamboo for General Use and the International Standard for Bamboo Flooring for Indoor Use. The flexural strength of laminated bamboo met the requirements of both the Japanese Glued Laminated Timber Standard and the International Standard for Bamboo Flooring for Indoor Use. This factory's laminated bamboo is equivalent to strength class III to strength class II of wood. The annual production of laminated bamboo for flooring is 9,600 m<sup>2</sup>, with a laminated bamboo production cost of Rp 262,905.21 per m<sup>2</sup>. With a typical selling price of Rp. 400,000.00 per m<sup>2</sup>, for a total gross income of Rp. 137,094.79 per m<sup>2</sup>, the gross profit to cost of production ratio is 0.52 and the gross profit to selling price ratio is 0.34.

Keywords: Bamboo, laminated bamboo, physical and mechanical properties, production cost

## ABSTRAK

Bambu memiliki masa panen yang lebih cepat dibanding kayu. Melalui penerapan teknologi laminasi pada industri pengolahan bambu telah mampu mengolah bambu menjadi produk bambu lamina. Produk bambu lamina yang berasal dari industri pengolahan bambu perlu diketahui kualitasnya agar sesuai dengan tujuan penggunaannya. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi sifat fisis dan mekanis serta biaya produksi bambu lamina dari salah satu pabrik pengolahan bambu lamina di Bali. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengujian sifat fisis mekanis terhadap sampel bambu lamina untuk lantai. Data komponen biaya produksi dari pabrik dihitung untuk memperoleh perkiraan biaya produksi, harga pokok produk dan laba kotor bambu lamina untuk lantai. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air dan kualitas perekatan bambu lamina tersebut memenuhi persyaratan standar Indonesia untuk bambu lamina penggunaan umum dan standar internasional untuk lantai bambu penggunaan di dalam ruangan. Keteguhan lentur bambu lamina memenuhi syarat standar Jepang untuk kayu lamina dan standar internasional untuk lantai bambu. Bambu lamina dari pabrik ini setara dengan kayu kelas kuat III hingga kelas kuat II. Produksi bambu lamina untuk lantai sebesar 9.600 m<sup>2</sup> per tahun dengan biaya produksi senilai Rp 262.905,21 per m<sup>2</sup>. Harga jual rata-rata Rp 400.000,00 per m<sup>2</sup>, sehingga diperoleh pendapatan kotor sebesar Rp 137.094,79 per m<sup>2</sup>. Ratio laba kotor dengan harga pokok produksi sebesar 0,52 dan ratio laba kotor dengan harga jual sebesar 0,34.

Kata kunci: Bambu, bambu lamina, biaya produksi, laba kotor, sifat fisis-mekanis

## I. PENDAHULUAN

Luas hutan produksi di Indonesia 68,8 juta hektar di mana 34,18 juta hektar dialokasikan untuk beberapa jenis perizinan berusaha pemanfaatan hutan (KLHK, 2022). Produksi kayu bulat yang

berasal dari Perizinan Berusaha Pemanfaatan Hutan dari Hutan Alam (PBPH-HA) dan dari Hutan Tanaman (PBPH-HTI) pada tahun 2018 sekitar 7 juta m<sup>3</sup> dan 40,9 juta m<sup>3</sup> (KLHK, 2019). Pada tahun 2019, terjadi penurunan produksi kayu bulat dari

PBPH-HA dan PBPH-HTI menjadi 6,3 juta m<sup>3</sup> dan 39,4 juta m<sup>3</sup> (KLHK, 2020).

Kondisi kekurangan bahan baku kayu tersebut mendorong penggunaan bahan berlignoselulosa lain sebagai alternatif pengganti kayu. Bambu yang termasuk tanaman cepat tumbuh dan memiliki daur yang relatif pendek merupakan salah satu sumberdaya alam yang cukup menjanjikan sebagai bahan pengganti kayu untuk mebel dan bangunan atau sebagai kayu pertukangan. Bambu tersebar di seluruh benua, kecuali Eropa dan Antartika dan dapat dijumpai pada daerah dengan ketinggian 0 m dpl sampai dengan 4.300 m dpl. Bambu dapat tumbuh di daerah beriklim basah, sedang, dan tropis (Clark & London, 2015). Sementara itu, menurut Widjaja (2012) bambu di Indonesia terdiri atas 160 jenis; 38 jenis di antaranya merupakan jenis introduksi dan 122 jenis merupakan tanaman asli Indonesia.

Bambu yang berbentuk bulat dan berongga kurang fleksibel dalam penggunaannya sebagai substitusi kayu pertukangan, sehingga perlu dikonversi menjadi suatu produk laminasi yang memiliki dimensi seperti papan atau balok kayu yaitu berupa bambu lamina (Sulastiningsih & Santoso, 2012). Saat ini, di Indonesia terdapat beberapa pabrik bambu lamina yang memanfaatkan bambu betung (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer ex. Heyne) sebagai bahan baku. Kualitas bambu lamina yang dihasilkan industri pengolahan bambu dan biaya produksinya perlu diketahui agar bambu lamina yang diproduksi sesuai dengan tujuan penggunaannya dan diperoleh informasi tentang biaya produksi bambu lamina yang saat ini masih sangat terbatas. Penelitian yang terkait dengan bambu lamina pada umumnya hanya dilakukan dalam skala laboratorium dan terbatas pada sifat fisis dan mekanis (Alipon, Garcia, & Bondad, 2018; Correal & Ramirez, 2010; Ni et al., 2016; Sulastiningsih, Damayanti, Abdurachman, & Supriadi, 2018; Sulastiningsih, Trisatya, Indrawan, Malik, & Pari, 2021; Sulastiningsih & Nurwati, 2009; Sulastiningsih & Santoso, 2012), sedangkan yang mengkaji dari segi ekonomi masih sangat terbatas (Mahdavi, Clouston, & Arwade, 2011; Rittironk & Elnieiri, 2008). Tulisan ini menyajikan hasil penelitian sifat fisis dan mekanis bambu lamina yang berasal dari industri pengolahan bambu lamina dan perkiraan biaya produksinya.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah produk bambu lamina susun tegak untuk bahan

lantai, dibuat dari bilah bambu betung (*Dendrocalamus asper* (Schult.) Backer ex. Heyne) yang berasal dari pabrik pengolahan bambu lamina di Bali. Bambu lamina yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas empat ketebalan yaitu 1,5 cm, 1,8 cm, 2 cm, dan 2,5 cm, panjang 130 cm dan lebar 15 cm. Bambu lamina tersebut dibuat dengan menggunakan perekat isosianat (*water-based polymer-isocyanate*). Alat yang digunakan adalah gergaji potong, kaliper, timbangan, penangas, oven, dan mesin uji universal (UTM) merek LLOYD EZ 20.

### B. Metode

#### 1. Pengujian kualitas bambu lamina

Pengujian bambu lamina meliputi sifat fisis, sifat perekatan dan sifat mekanisnya. Pengujian sifat fisis meliputi kadar air, kerapatan, penyerapan air, pengembangan lebar, dan pengembangan tebal, dilakukan menurut ASTM D 1037-93 (ASTM, 1995a) dengan modifikasi, sedangkan pengujian keteguhan tekan dilakukan menurut ASTM D 3501-94 (ASTM, 1995b). Pengujian sifat perekatan dengan uji delaminasi dilakukan menurut Standar Nasional Indonesia untuk bambu lamina penggunaan umum (BSN, 2014), sedangkan pengujian keteguhan lentur (MOR dan MOE) dilakukan menurut Standar Jepang untuk kayu lamina (JAS-234-2003) (JPIC, 2003). Hasil pengujian sifat mekanis bambu lamina dibandingkan dengan klasifikasi kelas kuat kayu Indonesia (Oey, 1990), untuk mengetahui kelas kekuatan produk bambu lamina yang diuji. Standar Nasional Indonesia untuk bambu lamina penggunaan umum tidak mencantumkan persyaratan sifat mekanis. Masing-masing sifat yang diuji dilakukan dalam empat kali ulangan.

#### 2. Biaya produksi bambu lamina

Biaya produksi adalah semua biaya yang berhubungan dengan fungsi produksi atau kegiatan pengolahan mulai dari bahan baku sampai menghasilkan produk jadi. Biaya produksi dapat digolongkan ke dalam biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik (Supriyono, 2012). Biaya *overhead* pabrik adalah keseluruhan biaya di luar biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung. Komponen biaya produksi bambu lamina diperoleh dari hasil wawancara dengan pemilik sekaligus manajer perusahaan. Skala produksi pabrik bambu lamina untuk lantai per-tahun sebesar 12.000 m<sup>2</sup>.

#### 3. Analisis data

Seluruh data hasil pengujian sifat fisis dan mekanis bambu lamina dirata-ratakan, kemudian dianalisa secara statistik dengan menggunakan

rancangan percobaan acak lengkap (RAL). Perlakuan (faktor) dalam penelitian ini adalah ketebalan bambu lamina yang terdiri atas empat macam ketebalan. Apabila hasil sidik ragam menunjukkan faktor ketebalan berpengaruh nyata terhadap sifat yang diuji maka dilanjutkan dengan uji Tukey. Pengolahan data dilakukan menggunakan bantuan program Minitab. Data setiap komponen biaya produksi dihitung sampai dapat diketahui perkiraan biaya produksi bambu lamina, harga pokok produk, dan laba kotor. Perhitungan biaya penyusutan aktiva tetap menggunakan metode garis lurus (Riyanto, 2012).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kualitas Bambu Lamina

Kualitas bambu lamina diketahui dengan menguji sifat fisis dan mekanis bambu lamina meliputi kadar air, kerapatan, penyerapan air, pengembangan lebar, pengembangan tebal, delaminasi, keteguhan tekan, dan keteguhan lentur (MOR dan MOE) disajikan pada Tabel 1 dan 2.

##### 1. Sifat fisis bambu lamina

Hasil pengujian sifat fisis bambu lamina disajikan pada Tabel 1. Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang terdapat di dalam bambu lamina yang dinyatakan dalam persen (%) terhadap bobot bambu lamina dalam keadaan kering mutlak atau kering oven. Kadar air bambu lamina semuanya memenuhi persyaratan menurut SNI (2014) untuk bambu lamina penggunaan umum karena nilainya kurang dari 14% dan memenuhi

syarat standar Jepang (JAS 234-2003) untuk kayu lamina karena nilainya kurang dari 15%.

Kerapatan bambu lamina berkisar antara 0,613–0,625 g/cm<sup>3</sup>. Hasil analisis keragaman menunjukkan tebal bambu lamina susun tegak dari bilah bambu betung tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatannya (Tabel 1). Nilai kerapatan bambu lamina susun tegak dari bilah bambu betung hasil penelitian ini lebih rendah dibanding kerapatan bambu lamina susun tegak dari bambu betung (0,85 g/cm<sup>3</sup>) hasil penelitian Sulastiningsih, Trisatyta, Indrawan, Malik, dan Pari (2021) dan kerapatan bambu lamina (0,79 g/cm<sup>3</sup>) dari bilah bambu andong susun datar (Sulastiningsih, Ruhendi, Massijaya, Darmawan, & Santoso, 2014). Hal ini terjadi karena kerapatan bilah bambu betung yang digunakan sebagai bahan baku penyusun bambu lamina di pabrik pengolahan bambu lebih rendah dibanding kerapatan bambu betung dan bambu andong yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan oleh (Sulastiningsih et al., 2014, 2021). Seperti diketahui bahwa kerapatan produk komposit sangat ditentukan oleh kerapatan bahan penyusunnya. Kerapatan bambu lamina produksi pabrik dalam penelitian ini memenuhi syarat menurut Standar Internasional untuk lantai bambu penggunaan di dalam ruangan (ISO 21629-1:2021), karena nilainya tidak kurang dari 0,50 g/cm<sup>3</sup>. Persyaratan kerapatan tidak ditentukan dalam Standar Nasional Indonesia untuk bambu lamina penggunaan umum (SNI 7944:2014).

**Tabel 1. Sifat fisis, kualitas perekatan bambu lamina, dan hasil ANOVA**

**Table 1. Physical properties, bonding quality of laminated bamboo, and ANOVA results**

| Sifat (Properties)                         | Tebal (Thickness, cm)         |                               |                               |                               | F hitung<br>(F calculated) |
|--------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|                                            | 1,5                           | 1,8                           | 2                             | 2,5                           |                            |
| Kadar air (Moisture content, %)            | 12,30 <sup>a</sup><br>(0,19)  | 11,45 <sup>b</sup><br>(0,20)  | 11,63 <sup>b</sup><br>(0,26)  | 12,57 <sup>a</sup><br>(0,24)  | 22,31*                     |
| Kerapatan (Density, g/cm <sup>3</sup> )    | 0,613 <sup>a</sup><br>(0,019) | 0,625 <sup>a</sup><br>(0,008) | 0,614 <sup>a</sup><br>(0,018) | 0,621 <sup>a</sup><br>(0,017) | 0,51ns                     |
| Penyerapan air (Water absorption, %)       | 29,12 <sup>a</sup><br>(0,76)  | 24,75 <sup>b</sup><br>(1,44)  | 28,68 <sup>a</sup><br>(0,87)  | 25,32 <sup>b</sup><br>(1,58)  | 13,75*                     |
| Pengembangan lebar (Width expansion, %)    | 5,03 <sup>a</sup><br>(0,48)   | 3,91 <sup>bc</sup><br>(0,17)  | 4,10 <sup>b</sup><br>(0,28)   | 3,20 <sup>c</sup><br>(0,64)   | 12,32*                     |
| Pengembangan tebal (Thickness swelling, %) | 3,51 <sup>a</sup><br>(0,37)   | 3,25 <sup>ab</sup><br>(0,29)  | 3,07 <sup>ab</sup><br>(0,25)  | 2,75 <sup>b</sup><br>(0,05)   | 5,71*                      |
| Delaminasi (Delamination, %)               | 0                             | 0                             | 0                             | 0                             |                            |

Keterangan (Remarks): Angka di dalam kurung adalah standar deviasi (Numbers in parentheses represent one standard deviation).

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu baris tidak berbeda nyata (Values followed with the same letter within the same row are not significantly different). ns= tidak berpengaruh nyata pada taraf 95% (Not significant at 95%); \*= berpengaruh nyata pada taraf 95% (Significant at 95%).

Penyerapan air bambu lamina berkisar antara 24,75–29,12%, di mana terdapat kecenderungan semakin tebal bambu lamina maka semakin kecil penyerapan airnya. Nilai penyerapan air bambu lamina ini lebih besar dibanding bambu lamina susun tegak dari bilah bambu betung (15,3%) hasil penelitian sebelumnya (Sulastiningsih et al., 2021). Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa tebal bambu lamina berpengaruh nyata terhadap penyerapan airnya (Tabel 1). Penyerapan air bambu lamina susun tegak dari bambu betung lebih kecil dibanding penyerapan air produk bambu komposit lain seperti papan *sandwich* dengan inti papan partikel dan lapisan luar bilah bambu andong yaitu berkisar 39,15–62,87% (Sulastiningsih, et al., 2020).

Kestabilan dimensi produk bambu komposit seperti bambu lamina dapat dinilai dari sifat pengembangan lebar dan pengembangan tebalnya. Pengembangan lebar bambu lamina produksi pabrik berkisar antara 3,20–5,03% dengan rata-rata 4,06%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa tebal bambu lamina berpengaruh nyata terhadap pengembangan lebarnya (Tabel 1), ada kecenderungan semakin tebal bambu lamina, semakin kecil pengembangan lebarnya. Pengembangan lebar bambu lamina terjadi akibat adanya penetrasi air. Dengan lebar yang sama, penetrasi air pada bambu lamina yang lebih tebal memerlukan waktu yang lebih lama dibanding bambu lamina yang lebih tipis, sehingga dalam waktu yang sama banyaknya air yang diserap lebih sedikit. Dengan demikian makin tebal bambu lamina, makin kecil pengembangan lebarnya. Pengembangan lebar bambu lamina ini lebih besar dibandingkan bambu lamina susun tegak (2,4–4,0%) hasil penelitian Sulastiningsih et al. (2021) dan *bamboo parallel strip*

*lumber* dari *Dendrocalamus strictus* (0,81%) yang dibuat menggunakan perekat fenol formaldehida hasil penelitian Ahmad dan Kamke (2011).

Pengembangan tebal bambu lamina berkisar antara 2,75–3,51%, sebagaimana pada pengembangan lebar, hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa tebal bambu lamina berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebalnya (Tabel 1). Pengembangan tebal *Parallel Strand Lumber* (PSL) tujuh lapis yang dibuat dari bambu *Dendrocalamus strictus* dengan perekat fenol formaldehida adalah 2,85% (Ahmad & Kamke, 2011). Pengembangan tebal bambu lamina susun tegak dari empat jenis bambu berkisar 2,4–3,2% (Sulastiningsih et al., 2021).

Uji delaminasi pada contoh uji bambu lamina dilakukan untuk mengetahui kualitas perekatan bambu lamina. Perlakuan contoh uji yang diterapkan adalah perendaman dalam air panas yaitu contoh uji direndam dalam air panas pada suhu ( $70 \pm 3$ )°C selama 2 jam kemudian contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu ( $60 \pm 3$ ) °C selama 24 jam kemudian dievaluasi. Perlakuan contoh uji tersebut sesuai untuk kelas mutu perekatan 1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bambu lamina untuk lantai hasil produksi pabrik memiliki kualitas perekatan yang bagus. Hal ini ditunjukkan oleh tidak adanya delaminasi (garis rekat yang terbuka) pada semua contoh uji.

## 2. Sifat mekanis bambu lamina

Hasil pengujian sifat mekanis bambu lamina disajikan pada Tabel 2. Modulus patah (MOR) bambu lamina berkisar antara 694,4–916,6 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa tebal bambu lamina tidak berpengaruh nyata terhadap MOR bambu lamina (Tabel 2).

Tabel 2. Sifat mekanis bambu lamina dan hasil ANOVA

Table 2 Mechanical properties of laminated bamboo and ANOVA results

| Sifat (Properties)                                          | Tebal (Thickness, cm)            |                                  |                                  |                                  | F hitung<br>(F calculated) |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
|                                                             | 1,5                              | 1,8                              | 2                                | 2,5                              |                            |
| MOR, kg/cm <sup>2</sup>                                     | 694,4 <sup>b</sup><br>(53,6)     | 916,6 <sup>a</sup><br>(87,5)     | 888,4 <sup>a</sup><br>(107,8)    | 779,9 <sup>ab</sup><br>(77,7)    | 5,94*                      |
| MOE, kg/cm <sup>2</sup>                                     | 104.562 <sup>a</sup><br>(17.622) | 112.448 <sup>a</sup><br>(13.523) | 110.102 <sup>a</sup><br>(10.269) | 107.248 <sup>a</sup><br>(16.616) | 0,21 <sup>ns</sup>         |
| Keteguhan tekan (Compression strength, kg/cm <sup>2</sup> ) | 478,4 <sup>a</sup><br>(60,6)     | 487,7 <sup>a</sup><br>(23,2)     | 425 <sup>a</sup><br>(24,9)       | 437,3 <sup>a</sup><br>(27,8)     | 2,67 <sup>ns</sup>         |

Keterangan (Remarks): MOR= Modulus of rupture; MOE= Modulus of elasticity. Angka di dalam kurung adalah standar deviasi (Numbers in parentheses represent one standard deviation). Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam satu baris tidak berbeda nyata (Values followed with the same letter within the same row are not significantly different). ns= tidak berpengaruh nyata pada taraf 95% (Not significant at 95%); \* = berpengaruh nyata pada taraf 95% (Significant at 95%).

Jika dibandingkan dengan klasifikasi kelas kuat kayu Indonesia (Oey, 1990), berdasarkan nilai MOR, bambu lamina dari pabrik setara dengan kayu kelas kuat III ( $500\text{--}725 \text{ kg/cm}^2$ ) hingga kelas kuat II ( $725\text{--}1.100 \text{ kg/cm}^2$ ) dan memenuhi syarat standar Jepang untuk kayu lamina. Hasil penelitian Bansal dan Prasad (2004), menunjukkan bahwa bambu lamina susun tegak dari *Bambusa bambos* dan direkat dengan urea formaldehida memiliki MOR sebesar  $122,5 \text{ N/mm}^2$  atau  $1249 \text{ kg/cm}^2$ . Sementara itu, hasil penelitian Nordin, Wahab, Jamaludin, Bahari, dan Zakaria (2005) menunjukkan bahwa bambu lamina tiga lapis yang dibuat dari bilah bambu samantan (*Gigantochloa scorchedii*) menggunakan perekat PVAc dengan berat labur perekat  $250 \text{ g/m}^2$  memiliki nilai MOR sebesar  $78,56 \text{ MPa}$  atau  $800,9 \text{ kg/cm}^2$ , setara dengan kayu kelas kuat II.

Papan bambu lamina tiga lapis yang dibuat dari bilah bambu andong susun datar dan direkat dengan perekat tanin resorsinol formaldehida memiliki nilai MOR sebesar  $1.241 \text{ kg/cm}^2$  setara dengan kayu kelas kuat I (Sulastiningsih et al., 2005), sedangkan yang direkat dengan perekat urea formaldehida adalah  $1.236 \text{ kg/cm}^2$ , setara dengan kayu kelas kuat I (Sulastiningsih & Santoso, 2012b). Hasil penelitian Sulastiningsih et al. (2021) melaporkan bahwa bambu lamina susun tegak dari bambu betung memiliki MOR sebesar  $1.460 \text{ kg/cm}^2$  setara dengan kayu kelas kuat I.

Modulus elastisitas (MOE) bambu lamina susun tegak dari bilah bambu betung berkisar antara  $107.248\text{--}112.448 \text{ kg/cm}^2$  dengan rata-rata  $108.575 \text{ kg/cm}^2$ . Hasil analisis keragaman (Tabel 2) menunjukkan bahwa tebal bambu lamina tidak berpengaruh nyata terhadap MOE bambu lamina. Nilai MOE bambu lamina susun tegak dari bilah bambu betung produksi pabrik ini lebih rendah dibanding MOE bambu lamina susun tegak dari bilah bambu betung hasil penelitian (Sulastiningsih et al., 2021). Hal ini dikarenakan bilah bambu betung yang digunakan memiliki kerapatan yang berbeda. Seperti halnya pada kayu utuh dan kayu laminasi, kerapatan bambu lamina sangat berpengaruh terhadap kekuatannya. Semakin tinggi kerapatan bambu lamina maka semakin tinggi kekuatannya (Haygreen & Bowyer, 1993). Nilai MOE bambu komposit lima lapis dari bambu *Dendrocalamus strictus* berkisar antara  $13,28 \text{ GPa}$  ( $135.300 \text{ kg/cm}^2$ )- $13,46 \text{ GPa}$  ( $137.200 \text{ kg/cm}^2$ ) (Verma & Chariar, 2012).

Keteguhan tekan bambu lamina berkisar antara  $425,0\text{--}487,7 \text{ kg/cm}^2$  dengan rata-rata  $457,1 \text{ kg/cm}^2$  setara dengan kayu kelas kuat II. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa tebal bambu lamina tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan tekan

bambu lamina (Tabel 2). Rittironk dan Elnieiri (2008) mengemukakan bahwa papan bambu lamina (*Laminated bamboo lumber* atau LBL) susun tegak memiliki nilai keteguhan tekan sebesar  $84,17 \text{ MPa}$  atau  $863,5 \text{ kg/cm}^2$ , setara dengan kayu kelas kuat I (satu) karena nilainya lebih dari  $650 \text{ kg/cm}^2$ . Bambu lamina susun tegak dari bilah bambu betung hasil penelitian Sulastiningsih et al. (2021) memiliki keteguhan tekan sebesar  $720 \text{ kg/cm}^2$  dan setara dengan kayu kelas kuat I (satu).

## B. Biaya Produksi Bambu Lamina

Biaya produksi adalah semua biaya yang berhubungan dengan fungsi produksi atau kegiatan pengolahan mulai dari bahan baku sampai menjadi produk jadi. Biaya produksi dapat digolongkan ke dalam biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung, dan biaya *overhead* pabrik (Supriyono, 2012). Agar perusahaan dapat beroperasi, terlebih dahulu dibutuhkan investasi berupa tanah, gedung, dan mesin-mesin pengolahan.

### 1. Biaya investasi

Biaya investasi adalah biaya yang dikeluarkan dalam rangka memperoleh berbagai aktiva yang tertanam di perusahaan dalam jangka waktu lebih dari satu tahun. Untuk memperoleh aktiva tersebut pada umumnya memerlukan pengeluaran yang relatif besar dan jangka waktu pengembaliannya lebih dari satu tahun (Riyanto, 2012).

Besarnya investasi yang diperlukan untuk membangun satu unit pabrik bambu lamina adalah sebesar Rp  $1.581.600.000,00$  (Tabel 3). Investasi ini meliputi pengadaan tanah, bangunan pabrik bambu lamina, mesin dan peralatan, kendaraan, dan peralatan kantor.

Pada Tabel 3 tampak bahwa untuk pembangunan pabrik pengolahan bambu lamina untuk lantai dengan ketebalan  $2,0 \text{ cm}$  dan kapasitas  $12.000 \text{ m}^2$  per tahun, diperlukan investasi sebesar Rp  $1.581.600.000,00$ . Komponen biaya terbesar adalah untuk pengadaan mesin dan peralatan produksi yaitu Rp  $731.600.000,00$  kemudian berturut-turut diikuti oleh bangunan pabrik termasuk ruang *showroom* Rp  $600.000.000,00$ , tanah Rp  $250.000.000,00$ , peralatan kantor Rp  $13.600.000,00$  dan kendaraan Rp  $10.000.000,00$ .

### 2. Biaya produksi dan harga pokok

Biaya produksi bambu lamina adalah semua biaya yang dikeluarkan perusahaan dalam pengolahan bahan baku berupa bambu sampai menjadi produk jadi berupa bambu lamina. Besarnya biaya produksi dipengaruhi oleh tingkat produksi, efisiensi pemakaian bahan baku dan bahan pembantu,

**Tabel 3. Investasi pabrik pengolahan bambu lamina di Bali****Table 3. Investment of laminated bamboo factory in Bali**

| Komponen<br>(Component)                                          | Jumlah<br>(Quantity) | Harga satuan<br>(Price per unit,<br>x Rp 000,00) | Jumlah (Total,<br>x Rp 000,00) |
|------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------|
| Tanah ( <i>Land</i> , meter)                                     | 500                  | 500                                              | 250.000                        |
| Bangunan ( <i>Building</i> , meter)                              | 300                  | 2.000                                            | 600.000                        |
| Mesin dan peralatan<br>( <i>Machines and equipments</i> , unit)  | 16                   | Macam-macam                                      | 708.000                        |
| Kendaraan roda dua ( <i>Motorcycle</i> , unit)                   | 1                    | 10.000                                           | 10.000                         |
| Komputer ( <i>Personal computer</i> , unit)                      | 1                    | 5.000                                            | 5.000                          |
| Printer, unit                                                    | 1                    | 600                                              | 600                            |
| Meja dan kursi ( <i>Office workstation</i> , unit)               | 2                    | 2.000                                            | 4.000                          |
| Meja dan kursi tamu ( <i>Furniture set</i> , unit)               | 1                    | 4.000                                            | 4.000                          |
| Jumlah investasi ( <i>Total investment</i> )                     |                      |                                                  | 1.581.600                      |
| Penyusutan bangunan ( <i>Building depreciation</i> )             |                      |                                                  | 30.000                         |
| Penyusutan mesin ( <i>Machine depreciation</i> )                 |                      |                                                  | 73.160                         |
| Jumlah penyusutan aktiva ( <i>Depreciation of fixed assets</i> ) |                      |                                                  | 103.160                        |

produktivitas tenaga kerja, kelancaran dan kontinuitas produksi, serta manajemen yang diterapkan. Biaya produksi bambu lamina terdiri atas biaya produksi langsung dan tidak langsung. Biaya produksi langsung berupa biaya bahan baku, yaitu bambu, bahan pembantu, dan upah tenaga kerja langsung. Biaya produksi tidak langsung terdiri atas biaya tenaga kerja tidak langsung, biaya pemeliharaan bangunan, biaya pemeliharaan mesin, dan biaya penyusutan aktiva. Perhitungan biaya produksi sangat tergantung pada hasil penelitian aspek teknis, harga/biaya satuan yang berlaku, dan asumsi-asumsi yang digunakan, yaitu sebagai berikut:

- a. Harga bambu per truk (volume  $\pm$  3 m<sup>3</sup>) Rp 15.000.000,00
- b. Harga perekat isosianat dan pengawet boraks per kg masing-masing Rp 80.000,00 dan Rp 52.800,00
- c. Harga ampelas per rol Rp 220.000,00
- d. Pelumas per liter Rp 50.000,00
- e. Biaya penyusutan bangunan, mesin dan peralatan, kendaraan dan peralatan kantor per tahun Rp 103.160.000,00 selama 10 tahun. Penghitungan biaya penyusutan menggunakan metode garis lurus
- f. Produksi bambu lamina 800 m<sup>2</sup> per bulan atau 9.600 m<sup>2</sup> per tahun

Dengan mengacu kepada aspek teknis dan informasi biaya/harga, dihitung seluruh biaya yang terjadi. Untuk menghasilkan 9.600 m<sup>2</sup> bambu lamina, dibutuhkan biaya produksi sebesar

Rp 2.523.890.000,00 sehingga harga pokok bambu lamina menjadi sebesar Rp 262.905,21 per m<sup>2</sup>. Rincian biaya produksi dan harga pokok bambu lamina dapat dilihat pada Tabel 4.

Biaya pengeringan bilah bambu secara khusus tidak tercantum pada Tabel 4, karena sudah masuk ke dalam komponen biaya upah. Selain itu, sebagai sumber tenaga mesin pengering menggunakan bagian ujung bambu yang tidak dapat digunakan sebagai bahan bambu lamina dan limbah dari proses pengolahan bambu menjadi bambu lamina (limbah pembelahan bambu, dan pengampelasan bilah bambu).

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa untuk produksi bambu lamina sebanyak 9.600 m<sup>2</sup> setahun, komponen biaya tertinggi adalah biaya *overhead* pabrik sebesar Rp738.530.000,00 diikuti oleh biaya tenaga kerja sebesar Rp 702.000.000,00 dan biaya bahan baku bambu sebesar Rp583.200.000,00. Tingginya biaya *overhead* pabrik pada perusahaan terutama biaya listrik, terjadi karena pada produksi bambu lamina banyak menggunakan mesin-mesin yang sumber energinya berasal dari tenaga listrik.

### 3. Perkiraan pendapatan

Pendapatan perusahaan dapat dihitung setelah perusahaan menetapkan harga jual bambu lamina per m<sup>2</sup>. Penetapan harga jual didasarkan atas biaya produksi bambu lamina dan persentase keuntungan yang diharapkan oleh perusahaan. Pada Tabel 4 di atas tampak bahwa harga pokok produk bambu

**Tabel 4. Biaya produksi bambu lamina**  
**Table 4. Laminated bamboo production cost**

| Deskripsi ( <i>Description</i> )                                               | Biaya per tahun ( <i>Annual cost</i> ) (x Rp 000,00) |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Bahan baku bambu ( <i>Raw material</i> )                                       | 583.200                                              |
| <b><u>Bahan pembantu (<i>Indirect material</i>):</u></b>                       |                                                      |
| Perekat isosianat ( <i>Isocyanate</i> )                                        | 384.000                                              |
| Pengawet borak ( <i>Borax</i> )                                                | 63.360                                               |
| Ampelas ( <i>Sanding belt</i> )                                                | 52.800                                               |
| <b><u>Biaya tenaga kerja (<i>Labour cost</i>):</u></b>                         |                                                      |
| Gaji pimpinan ( <i>Managers payroll</i> )                                      | 72.000                                               |
| Gaji sekretaris ( <i>Administration staff payroll</i> )                        | 30.000                                               |
| Upah ( <i>Labour payroll</i> )                                                 | 600.000                                              |
| <b><u>Biaya overhead pabrik:</u></b>                                           |                                                      |
| Air ( <i>Water</i> )                                                           | 60.000                                               |
| Listrik ( <i>Electricity</i> )                                                 | 300.000                                              |
| Telepon ( <i>Telecommunication</i> )                                           | 12.000                                               |
| Bahan bakar (untuk transportasi) ( <i>Fuel</i> )                               | 13.770                                               |
| Pelumas ( <i>Lubricants</i> )                                                  | 120.000                                              |
| Suku cadang mesin ( <i>Sparepart</i> )                                         | 57.600                                               |
| Pemeliharaan bangunan ( <i>Building maintenance</i> )                          | 24.000                                               |
| Pemeliharaan alat/mesin ( <i>Machine maintenance</i> )                         | 36.000                                               |
| Pemeliharaan kendaraan ( <i>Vehicle maintenance</i> )                          | 12.000                                               |
| Penyusutan aktiva ( <i>Depreciation of fixed assets</i> )                      | 103.160                                              |
| <b>Jumlah biaya produksi (<i>Total production cost</i>)</b>                    | <b>2.523.890</b>                                     |
| Biaya produksi per m <sup>2</sup> ( <i>Production cost per m<sup>2</sup></i> ) | <b>262.905</b>                                       |

**Tabel 5. Laba kotor dan rasio laba kotor**  
**Table 5. Gross profit and gross profit ratio**

| Deskripsi ( <i>Description</i> )                                                                         | Nilai ( <i>Value</i> ) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Laba kotor bambu lamina per m <sup>2</sup> ( <i>Gross profit of laminated bamboo per m<sup>2</sup></i> ) | Rp 137.094,79          |
| Ratio laba kotor dibanding biaya produksi ( <i>Gross profit/production cost ratio</i> )                  | 0,52                   |
| Ratio laba kotor dibanding penjualan ( <i>Gross profit ratio/selling price ratio</i> )                   | 0,34                   |

lamina per m<sup>2</sup> pada produksi 9.600 m<sup>2</sup> adalah Rp 262.905,21. Dengan rata-rata harga jual bambu lamina *franco* pabrik adalah Rp 400.000,00, maka diperoleh laba kotor (sebelum bunga dan pajak) bambu lamina sebesar Rp 137.094,79 per m<sup>2</sup>. Dengan demikian besarnya rasio laba kotor dibanding biaya produksi menjadi sebesar 0,52 dan rasio laba kotor dibanding penjualan sebesar 0,34 (Tabel 5). Rasio laba kotor dibanding biaya produksi 0,52 mengandung arti bahwa dari setiap Rp 1 biaya produksi menghasilkan Rp 0,52 laba kotor. Rasio laba kotor dibanding penjualan 0,34 berarti bahwa dari setiap Rp 1 penjualan menghasilkan laba kotor sebesar Rp 0,34. Nilai kedua ratio ini menunjukkan bahwa kegiatan produksi dan penjualan produk

bambu lamina untuk lantai menguntungkan bagi perusahaan.

Rasio laba kotor dibanding biaya produksi dan rasio laba kotor dibanding penjualan pada perusahaan bambu lamina lebih kecil dibandingkan dengan rasio yang sama pada produsen moulding hasil penelitian (Kalu, 2008) yang menyatakan bahwa besarnya rasio laba kotor dibanding biaya produksi dan rasio laba kotor dibanding penjualan masing-masing sebesar 1,14 dan 0,53, tetapi lebih tinggi dibandingkan kedua rasio pada perkiraan produksi pelet kayu (*wood pellet*) yang besarnya rasio masing-masing adalah 0,25 dan 0,20 (Rachman, Krisdianto, Supriadi, & Purwanto, 2013).

#### IV. KESIMPULAN

Bambu lamina untuk lantai dari pabrik di Bali memiliki kadar air dan kualitas perekatan yang memenuhi persyaratan standar Indonesia untuk bambu lamina penggunaan umum dan standar internasional untuk lantai bambu dari bambu lamina. Keteguhan lentur bambu lamina memenuhi syarat standar Jepang untuk kayu lamina dan standar internasional untuk lantai bambu dari bambu lamina dan setara dengan kayu kelas kuat III hingga kelas kuat II. Produksi bambu lamina sebesar 9.600 m<sup>2</sup> per tahun dan biaya produksi bambu lamina sebesar Rp 262.905,21 per m<sup>2</sup>. Dengan harga jual rata-rata bambu lamina Rp 400.000 per m<sup>2</sup>, diperoleh pendapatan kotor sebesar Rp 137.094,79 per m<sup>2</sup>, rasio laba kotor dengan harga pokok produksi 0,52 dan rasio laba kotor dengan harga jual sebesar 0,34.

#### KONTRIBUSI PENULIS

Semua penulis merupakan kontributor utama dalam penulisan karya tulis ilmiah ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., & Kamke, F. A. (2011). Properties of parallel strand lumber from Calcutta bamboo (*Dendrocalamus strictus*). *Wood Science and Technology*, 45, 63–72. doi: 10.1007/s00226-010-0308-8
- Alipon, M. A., Garcia, C. M., & Bondad, E. O. (2018). Glue and preservative effects on the properties and durability of engineered bamboo boards. *Philippine Journal of Science*, 147(4), 601–616.
- ASTM (American Societyy for Testing and Materials). (1995a). Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Based Fiber and Particle Panel Materials( ASTM D1037-93). Philadelphia.
- ASTM (American Societyy for Testing and Materials). (1995b). Standard test methods for wood-based structural panels in compression (ASTM D 3501-94). Philadelphia.
- Bansal, A. K., & Prasad, T. R. N. (2004). Manufacturing laminates from sympodial bamboos - An Indian experience. *Journal of Bamboo and Rattan*, 3(1), 13–22. doi: 10.1163/1569159040772875590
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2014). Bambu Lamina Penggunaan Umum. SNI 7944:2014. Jakarta
- Clark, L. G., & London, X. (2015). Bamboo Taxonomy and Habitat. doi: 10.1007/978-3-319-14133-6
- Correal, J. F., & Ramirez, F. (2010). Adhesive bond performance in glue line shear and bending for glued laminated guadua bamboo. *Journal of Tropical Forest Science*, 22(4), 433–439.
- Haygreen, J. G., & Bowyer, J. L. (1993). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu: Suatu Pengantar (Terjemahan)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- JPIC (Japan Plywood Inspection Corporation). (2003). Japan Agricultural Standard (JAS) 234 Glued Laminated Timber. Japan: Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries.
- Kalu, A. R. (2008). Analisa biaya produksi moulding di PT. Rante Mario. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 3(2), 111–134.
- KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan). (2019). *Statistik Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2018*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Jakarta.
- KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan). (2020). *Statistik 2019 Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan). (2022). *The State of Indonesia 's Forests 2018*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Jakarta.
- Mahdavi, M., Clouston, P. L., & Arwade, S. R. (2011). Development of laminated bamboo lumber: Review of processing, performance and economical considerations. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 23(7), 1036–1042.
- Ni, L., Zhang, X., Liu, H., Sun, Z., Song, G., Yang, L., & Jiang, Z. (2016). Manufacture and mechanical properties of glued bamboo laminates. *BioResources*, 11(2), 4459–4471. doi: 10.15376/biores.11.2.4459-4471
- Nordin K, Wahab R, Jamaludin MA, Bahari SA, Z. M. (2005). Strength properties of glued laminated bamboo (*Gigantochloa scorchedii*) strips for furniture. In *Proceedings of Scientific Session 90. XXII IUFRO World Congress "Forests in the Balance."* Brisbane.
- Oey, D. S. (1990). *Specific Gravity of Indonesian Woods and its Significance for Practical Use. Communication No. 13*. Indonesia: Forest Products Research and Development Centre.
- Rachman, O., Krisdianto, Supriadi, A., & Purwanto. (2013). *Kajian industri pengolahan hasil hutan PT. Agro Wahana Bumi*. Jakarta.
- Rittironk, S., & Elnieiri, M. (2008). Investigating laminated bamboo lumber as an alternate to wood lumber in residential construction in the United States. In *Conference Proceedings of the First International Conference on Modern Bamboo Structures*. Changsa.
- Riyanto, B. (2012). *Dasar-dasar Pembelanjaan*

- Perusahaan. Yogyakarta: Yayasan Badan Penerbit Gadjah Mada.
- Sulastiningsih, I. M., Damayanti, R., Abdurachman, & Supriadi, A. (2018). Some properties of bamboo composite lumber made of *Gigantochloa pseudoarundinacea*. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 8, 122–130. doi: 10.17265/2161-6264/2018.02.006
- Sulastiningsih, I. M., Indrawan, D. A., & Balfas, J. (2020). Karakteristik papan sandwich dengan inti papan partikel. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 38(3), 161–172. doi: 10.20886/jphh.2020.38.3.161-172
- Sulastiningsih, I. M., & Nurwati. (2009). Physical and mechanical properties of laminated bamboo board. *Journal of Tropical Forest Science*, 21(3), 246–251.
- Sulastiningsih, I. M., Nurwati, & Santoso, A. (2005). Pengaruh lapisan kayu terhadap sifat bambu lamina. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23(1), 15–22.
- Sulastiningsih, I. M., Ruhendi, S., Massijaya, M. Y., Darmawan, I. W., & Santoso, A. (2014). Pengaruh komposisi arah lapisan terhadap sifat papan bambu komposit. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(3), 221–234.
- Sulastiningsih, I. M., & Santoso, A. (2012). Pengaruh jenis bambu, waktu kempa, dan perlakuan pendahuluan bilah bambu terhadap sifat papan bambu lamina. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 30(3), 199–207.
- Sulastiningsih, I. M., Trisatya, D. R., Indrawan, D. A., Malik, J., & Pari, R. (2021). Physical and mechanical properties of glued laminated bamboo lumber. *Journal of Tropical Forest Science*, 33(3), 290–297.
- Supriyono. (2012). *Akuntansi Manajemen 1 Konsep Dasar Akuntansi Manajemen dan Proses Perencanaan*. Yogyakarta: BPFE.
- Verma, C. S., & Chariar, V. M. (2012). Development of layered laminate bamboo composite and their mechanical properties. *Composites Part B: Engineering*, 43(3), 1063–1069. doi: 10.1016/j.compositesb.2011.11.065
- Widjaja, E. A. (2012). The utilization of bamboo: At present and for the future. Dalam Gintings, A.N. & Wijayanto, N. (editors) In *Proceedings of International Seminar Strategies and Challenges on Bamboo and Potential Non Timber Forest Products (NTFP) Management and Utilization* 79-85.