

**Sifat fisik dan mekanik kayu randu (*Ceiba pentandra* L. Gaerner)  
terdensifikasi dari hutan rakyat**

***Physical and mechanical properties of densified randu wood (*Ceiba pentandra* L.  
Gaerner) from community forest***

**Galit Gatut Prakosa<sup>a</sup>, Tatag Muttaqin<sup>a</sup>, dan Rithya Suhestin<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian dan Perternakan,  
Universitas Muhammadiyah Malang  
Jl. Raya Tlogomas 246 Malang, Indonesia  
Email : galitgatut@umm.ac.id

Diterima 26 Juli 2020 Direvisi 03 Nopember 2020 Disetujui 12 Desember 2020

**ABSTRAK**

Kayu randu, salah satu pilihan kayu yang dapat digunakan untuk mencukupi ketersediaan kayu karena potensinya yang cukup besar. Permasalahan kualitas kayu yang dimiliki kayu randu dapat diatasi dengan teknologi pemadatan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas sifat fisik dan sifat mekanik kayu dengan teknologi pemadatan kayu serta mengetahui pengaruh variasi posisi horizontal pohon dan lamanya pengukusan terhadap sifat mekanis kayu yang dipadatkan. Metode yang digunakan yaitu metode pemadatan dengan perlakuan pengukusan. Penelitian ini menggunakan 3 jenis variasi posisi kayu yaitu kayu teras, kayu transisi dan kayu gubal serta 4 jenis perlakuan dengan waktu pengukusan yaitu 30 menit, 60 menit, 90 menit dan tanpa pengukusan. Pengujian sifat fisis kayu berpedoman dengan standar JIS Z 2102 (1957) dan (JIS Z 2103, 1957), sedangkan untuk pengujian sifat mekanis kayu berpedoman pada standar (JIS Z 2113, 1963). Penelitian menunjukkan bahwa pemadatan pada kayu randu dengan ketebalan target mencapai 2 cm dapat memperbaiki sifat fisis dan mekanis kayu randu yang terpadatkan. Perlakuan pengukusan sebelum pengempaan selama 90 menit efektif dalam meningkatkan sifat mekanis kayu. Semakin lama waktu pengukusan sebelum pengempaan maka semakin tinggi pula nilai sifat mekanisnya. Variasi posisi kayu memberikan pengaruh terhadap peningkatan sifat mekanis kayu pada uji keteguhan tekan sejajar serat.

**Kata Kunci** : kayu randu; pemadatan; pengukusan; sifat fisik-mekanik

**ABSTRACT**

*Kapok wood has high potential availability of wood. Although, the weakness is its low quality. However, kapok wood quality can be improved by compaction method. This research aims to improve the physical and mechanical properties of wood with wood compaction technology, and to determine the effect of variations in the horizontal position of trees and the length of steaming on the mechanical properties of compacted wood. The method used is compaction method with steaming treatment. The study used three types of wood method variations, namely terrace wood, transition wood and sapwood and four types of treatment with steaming duration of 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes and without steaming. Wood testing on the physical properties of wood testing was guided by JIS Z 2102 (1957) and JIS Z 2103 (1957), while the mechanical properties of wood guided by JIS Z 2113 (1963). Research showed that compaction on stretched wood with a target thickness of up to 2 cm improved the physical and mechanical properties of compacted wood. Steaming treatment prior to pressing for 90 minutes was effective in improving the mechanical properties of wood. The mechanical properties values improved by the increasing of the steaming time before pressing the wood. The variation of wood parts*

*affects the enhancement of the mechanical properties of wood on the parallel compressive strength test.*

**Keywords:** kapok wood; densification; steaming; physical-mechanical properties

## I. PENDAHULUAN

Kayu randu (*Ceiba petandra* L. Gaerner) merupakan salah satu pilihan kayu dari rimba campur yang dapat digunakan untuk mencukupi ketersediaan kayu saat ini karena potensinya yang cukup besar. Randu di Indonesia dikembangkan oleh rakyat, perkebunan swasta dan perkebunan pemerintah (BUMN) untuk dimanfaatkan seratnya. Areal budidaya randu di Indonesia saat ini mencapai 250.500 Ha (Pratiwi, 2014). Kayu randu dengan berat jenis berkisar antara 0,21-0,28 termasuk ke dalam kelas awet IV-V; dan kelas kuat IV-V (Danu, Razzak, Handono, Darsono, & Marsongko, 2012). Selama ini, kayu randu digunakan sebagai bahan kerajinan tangan karena kayu ini kurang baik untuk digunakan sebagai kayu konstruksi karena sifatnya mudah lapuk dan tidak tahan terhadap air (Haroen, Sugesty, & Elut, 1992). Upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan kayunya dengan cara meningkatkan kualitas kayu randu tersebut (Handoyo, 2011). Pematatan kayu menjadi juga salah satu pilihan yang bisa dilakukan guna untuk meningkatkan kekuatan kayu dan keawetan kayu randu. Kayu dengan kerapatan dan kualitas yang rendah dapat dipadatkan dengan cara mengempa kayu dengan posisi arah kayu tegak lurus serat agar kayu lebih padat. Kekuatan pada kayu akan meningkat ketika kayu berada pada kondisi yang lebih padat dari sebelumnya. Proses pengempaan yang sesuai dapat meningkatkan kualitas sifat fisik kayu dan sifat mekanik kayu yang telah terpadatkan (Sulistiyono, Nugroho, & Surjokusumo, 2003). Teknologi pematatan (densifikasi) kayu dapat meningkatkan kerapatan dan kekuatan kayu, sehingga meningkatkan kualitasnya. Upaya densifikasi terhadap kayu lunak dilakukan untuk mengatasi penurunan ketersediaan kayu yang

berkualitas tinggi (Megawati, Usman, & Tavita, 2016)

Faktor yang mempengaruhi proses densifikasi kayu meliputi kerapatan, perlakuan sebelum pematatan, lamanya pengukusan, kadar air, suhu, dan tekanan kempa. Lamanya pengukusan dan waktu kempa bertujuan untuk mempermudah saat proses densifikasi dan mengikat perubahan bentuk kayu yang terdensifikasi agar tidak kembali ke bentuk semula (Megawati *et al.*, 2016). Pematatan kayu membantu mempercepat stabilisasi dimensi pada kayu yang pertumbuhannya cepat (Basri & Balfas, 2015). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan sifat fisik dan sifat mekanik kayu dengan teknologi pematatan kayu serta untuk mengetahui pengaruh variasi posisi horizontal pohon dan lamanya pengukusan terhadap sifat mekanis kayu yang dipadatkan.

## II. BAHAN DAN METODE

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada akhir bulan Agustus sampai bulan Oktober 2019. Sampel kayu dibuat dari batang kayu randu dengan ukuran DBH (*Diameter of Breast Height*)  $\pm 30$  cm dan umur 10 tahun. Sampel diambil dari kabupaten Lamongan, pengujian sifat fisik kayu dilaksanakan di Laboratorium Kehutanan Universitas Muhammadiyah Malang dan di Laboratorium Struktur dan Pengujian Bahan Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 3x4 diulang 2 kali. Faktor A terdiri atas 3 jenis penampang kayu yaitu kayu teras, kayu transisi, dan kayu gubal. Faktor B terdiri atas 4 jenis perlakuan pengukusan yaitu selama 30 menit, 60 menit, 90 menit dan tanpa perlakuan pengukusan (kontrol). Prosedur kerja yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari



Keterangan : T1=Kayu Teras, R1=Kayu Transisi. G1=Kayu Gubal

Gambar 1. Pembagian Log Menjadi Contoh Uji

beberapa tahapan meliputi persiapan contoh uji, perlakuan pendahuluan, tampilan kayu, perlakuan kempa panas, pengujian sifat fisis dan mekanik dan cara pengukuran.

Log kayu dengan panjang 200 cm dibagi menjadi empat bagian masing-masing berukuran panjang 50 cm (Gambar 1). Bahan contoh uji dibuat dengan ukuran lebar 2 cm, tebal 2,5 cm dan panjang 50 cm untuk setiap penampang lintang kayu (teras, transisi dan gubal). Jumlah contoh uji yang didapat adalah 36 contoh uji yang terdiri dari 9 contoh uji sebagai kontrol (tanpa perlakuan) dan 27 contoh uji lainnya mendapat perlakuan yang masing-masing bagian terdiri dari 2 ulangan.

Contoh uji yang berjumlah 36 batang diberi perlakuan pengukusan. Sebelum dilakukan pengukusan, diukur kadar air kering udara. Hasil pengukuran kadar air kering udara sampel berkisar antara 17,173-19,533. Pengukusan dilakukan dengan panci besar menggunakan air pada suhu 120°C dengan variasi lama waktu pengukusan untuk setiap contoh uji masing-masing: 30 menit, 60 menit dan 90 menit. Sembilan contoh uji sisanya tidak diberi perlakuan apapun yang digunakan sebagai kontrol. Pendokumentasian tampilan kayu dilakukan untuk membandingkan penampilan kayu sebelum dan sesudah kayu dipadatkan menggunakan kamera digital.

Dua puluh tujuh contoh uji yang telah dikukus dengan air kemudian dipadatkan dengan mesin kempa panas dengan posisi pengempaan arah tegak lurus serat contoh uji, dengan besar tekanan 80 bar atau sama dengan 81,5773 kg/cm<sup>2</sup> pada suhu (T) =150°C hingga ketebalan target mencapai 2 cm dari ketebalan awal 2,5 cm. Pada saat pemadatan dicatat lamanya waktu pemadatan dan besarnya tekanan yang diperlukan sampai ketebalan target tercapai.

Pengujian sifat fisis dan mekanis dilakukan terhadap contoh uji yang telah dipadatkan dan contoh uji kontrol. Pengujian sifat fisik meliputi kadar air, kerapatan dan perubahan dimensi tebal. Sementara sifat mekanis yang diuji adalah MOE, MOR, kekuatan tekan sejajar serat, dan kekerasan. Pengujian sifat fisis ini mengacu pada standar (JIS Z 2102, 1957) dan (JIS Z 2103, 1957), untuk sifat mekanis yang diuji mengacu pada standar (JIS Z 2113, 1963).

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Perubahan Warna Kayu

Berdasarkan penelitian didapatkan bahwa terjadi perubahan warna asli dari kayu randu pada bagian kayu teras. Gambar 2 menyajikan perbandingan warna dari kayu teras pada setiap perlakuan pengukusan dan pemadatan.



Keterangan : (a) kontrol, (b) 30 menit pengukusan, (c) 60 menit pengukusan, dan (d) 90 menit pengukusan dan pematatan

Gambar 2. Perbandingan Warna Kayu dari Kayu Teras pada Setiap Perlakuan

Kayu yang mengalami pengukusan dan pematatan berubah warna menjadi sedikit lebih pekat dari pada warna aslinya. Hal ini diduga akibat dari pengaruh suhu yang tinggi pada saat pengukusan dan juga pada saat pematatan (Hidayat, 2012). Menurut Abdurachman, Basri & Dwianto (2014) warna kayu hasil pengukusan menjadi sedikit pekat dari asalnya akibat dari adanya pengaruh pengukusan

menggunakan suhu dan akibat lamanya pengempaan pada waktu densifikasi kayu berlangsung. Widyorini, Khotimah, & Prayitno (2016) mengemukakan bahwa perubahan warna pada kayu yang terjadi disebabkan oleh pembentukan zat warna dari senyawa fenolat yang teroksidasi dengan udara sehingga membentuk materi gelap pekat pada saat proses hidrolisis hemiselulosa.

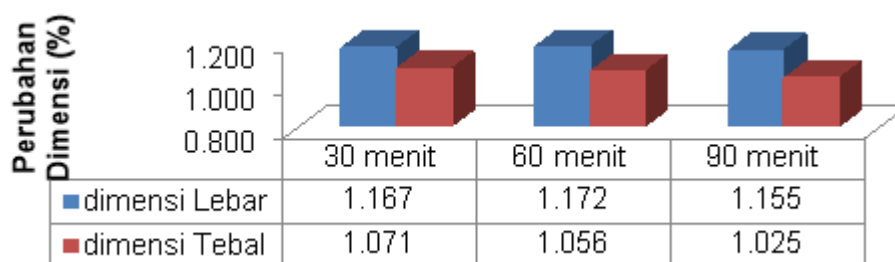
### 3.2. Evaluasi Perubahan Dimensi Setelah Pematatan

Hasil penelitian yang tercantum pada Tabel 1. menunjukkan bahwa perlakuan lama pengukusan masing-masing kontrol, 30, 60 dan 90 menit memperlihatkan hasil berbeda nyata. Posisi kayu teras, transisi, dan gubal menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap perubahan dimensi. Interaksi perlakuan lama pengukusan dengan dimensi kayu menunjukan hasil yang tidak berbeda nyata. Pematatan setelah pengkondisian mengalami perubahan dimensi di bagian tebal dan lebar yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 1. Hasil Analisis Perubahan Dimensi dengan Tingkat Kepercayaan 95%

	Jumlah Kuadrat Deviasi	Df	Rerata Kuadrat	F	Sig.
Pengukusan	0,439	3	0,146	7,627	0,000*
Posisi Kayu	0,000	1	0,000	0,005	0,942 <sup>tn</sup>
Pengukusan dan dimensi kayu	0,009	3	0,003	0,050	0,929 <sup>tn</sup>

Keterangan : \* = beda nyata, <sup>tn</sup> = tidak beda nyata



Gambar 3. Histogram Rata – rata Perubahan Dimensi pada Setiap Perlakuan

Hasil penelitian mengenai nilai rata-rata dimensi setelah pemadatan mengalami perubahan dimensi yaitu antara 1,167% sampai 1,155% untuk perubahan dimensi lebar kayu sedangkan untuk tebal kayu mengalami perubahan antara 1,071% sampai 1,025%. Hal ini sejalan dengan penelitian (Hidayat, 2012) yang menyatakan bahwa perubahan dimensi tebal terbesar terjadi pada pengukusan 30 menit ini karena kayu sebagai benda mempunyai *internal stress*, sehingga akan memberikan reaksi apabila gaya diluar yang mempengaruhinya. Keberadaan jumlah air bebas yang terdapat pada rongga sel yang kosong dan air terikat yang berada pada dinding sel berkurang sampai dengan kadar air titik jenuh serat/kadar air seimbang kayu, hal ini dapat berpengaruh terhadap stabilitas dimensi kayu dan kekuatan kayu (Sailana, Usman, & Yani, 2014). Stabilitas dimensi yang optimum dapat dicapai dengan mengkombinasikan kadar air kayu, suhu, waktu pemanasan, serta besarnya tekanan kempa. Tetapi kombinasi perlakuan tersebut tidak dapat mencapai dimensi permanen dalam waktu yang singkat. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Stamm (1964) bahwa produk kayu cenderung tidak mengembang

lagi ketika pengempaan berlangsung pada suatu kondisi yang menyebabkan pelunakan lignin (*flow*) dan pelepasan tegangan dalam (*internal stress*).

### 3.3. Kadar Air

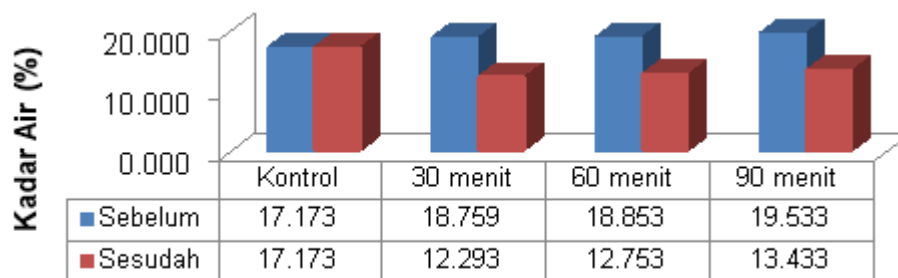
Hasil penelitian yang dicantumkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan lama pengukusan masing-masing kontrol, 30, 60 dan 90 menit memperlihatkan kadar air kayu randu yang berbeda nyata. Posisi kayu teras, transisi, dan gubal menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap kadar air. Interaksi perlakuan lama pengukusan dengan posisi kayu menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Nilai rata-rata kadar air kayu randu setelah pemadatan mengalami penurunan, yaitu antara 12,293% sampai 13,433% yang ditunjukkan pada Gambar 4. Bersamaan dengan menurunnya kadar air kayu, perlakuan pemadatan dengan lamanya pengukusan dan suhu pemanasan pada waktu pengempaan akan sangat mengurangi permeabilitas kayu (Sailana et al., 2014). Pada suhu tinggi, uap air dari dalam kayu akan didesak oleh panas untuk keluar. Keberadaan air ini bervariasi antar posisi kayu dan antar

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar Air dengan Tingkat Kepercayaan 95%

	Jumlah Kuadrat Deviasi	Df	Rerata Kuadrat	F	Sig.
Pengukusan	7,414	3	2,471	22,980	0,000 *
Posisi	0,486	2	0,243	2,258	0,113 <sup>tn</sup>
Pengukusan*Posisi	0,200	6	0,033	0,310	0,929 <sup>tn</sup>

Keterangan : \* = beda nyata, <sup>tn</sup> = tidak beda nyata



Gambar 4. Histogram Rata-Rata Kadar Air Kayu yang Terpadatkan pada Tiap Perlakuan

Pohon sejenisnya (Sariono, Usman & Nurhaida, 2019). Peningkatan kadar air kayu diikuti penambahan massa kayu akibat adanya kelembaban relatif pada kayu. Kelembaban relatif merupakan bentuk adaptasi kayu terhadap kondisi lingkungan. Perubahan kondisi lingkungan dapat mempengaruhi kadar air kayu karena sifat kayu yang higroskopis (Anggreni, 2016).

### 3.4. Kerapatan

Hasil penelitian mengenai nilai rata-rata kerapatan yang disajikan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan lama pengukusan masing-masing kontrol, 30, 60 dan 90 menit memperlihatkan hasil berbeda nyata. Posisi kayu teras, transisi, dan gubal tidak berbeda nyata terhadap kerapatan. Interaksi perlakuan lama pengukusan dengan posisi kayu menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Hasil penelitian mengenai nilai rata-rata kerapatan kayu randu setelah pemadatan mengalami peningkatan yaitu antara 2,113% sampai 2,407% yang ditunjukkan pada Gambar 5. Peningkatan kerapatan kayu diduga akibat pemadatan pada suhu tinggi yang menyebabkan kayu menjadi lunak (plastis). Kondisi elastis dari

kayu akan lebih memudahkan pada waktu pengempaan (Hidayat, 2012). Meningkatnya kerapatan kayu karena terpadatnya rongga sel dan dinding sel yang mengandung sedikit hemiselulosa pada dinding sel primer dan lamella tengah akibat proses pemadatan (Sariono et al., 2019). Kayu dapat meningkat kerapatannya karena menjadi lebih padat akibat dikempa (Megawati *et al*, 2016).

### 3.5. Modulus of Elasticity (MOE)

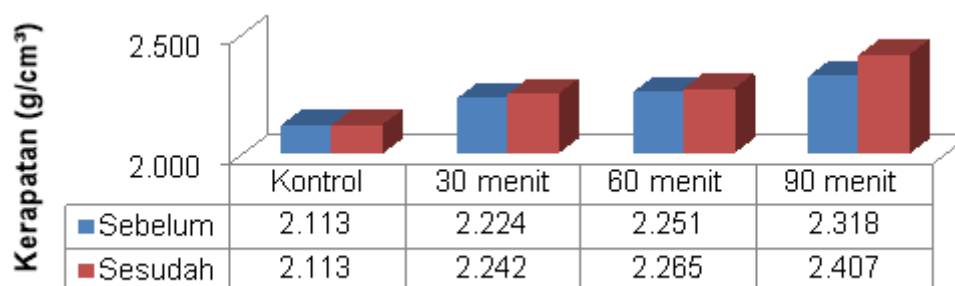
Pada Tabel 4. ditunjukkan bahwa perlakuan lama pengukusan kontrol, 30, 60 dan 90 menit memperlihatkan hasil berbeda nyata. Posisi kayu teras, transisi, dan gubal beda nyata terhadap MOE. Perlakuan lama pengukusan dengan posisi kayu menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Hasil penelitian mengenai nilai rata-rata MOE setelah pemadatan mengalami peningkatan yaitu antara 45.440 kg/cm<sup>2</sup> sampai 61.393 kg/cm<sup>2</sup> yang ditunjukkan pada Gambar 6. Kombinasi suhu dan waktu kempa dapat mengikat perubahan kayu densifikasi, sehingga menjadi lebih padat dengan memipihnya rongga sel, mengurangi kadar air, dan meningkatkan komponen sel sehingga menahan beban dibandingkan kayu tanpa densifikasi dalam

Tabel 3. Hasil Analisis Kerapatan dengan Tingkat Kepercayaan 95%

	Jumlah Kuadrat Deviasi	Df	Rerata Kuadrat	F	Sig.
Pengukusan	0,015	3	0,005	2,825	0,046*
Posisi	0,006	2	0,003	1,684	0,194 <sup>tn</sup>
Pengukusan*Posisi	0,005	6	0,001	0,522	0,790 <sup>tn</sup>

Keterangan : \* = beda nyata, <sup>tn</sup> = tidak beda nyata



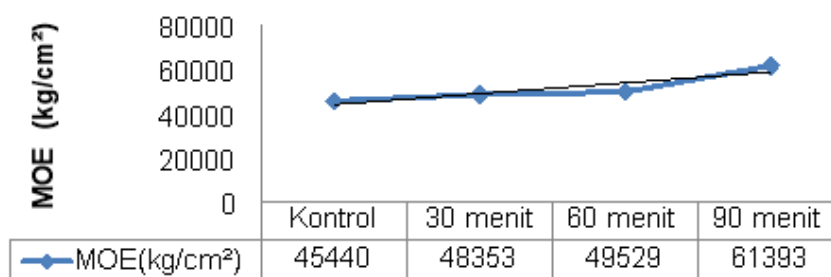
Gambar 5. Histogram Nilai Kerapatan Kayu Randu yang Terpadatkan

beban yang sama beratnya (Arinana & Diba, 2009). Peningkatan nilai MOE diduga disebabkan karena adanya kayu mempunyai berat jenis lebih tinggi serta memiliki dinding sel yang tebal sehingga menjadikan kayu menjadi lebih tahan terhadap perlakuan yang diberikan (Yunianti, Tirtayasa, Suhasman, Taskirawati, & Salim, 2017). Dengan semakin tingginya nilai MOE menunjukkan benda tersebut semakin kaku (Anggreni, 2016).

Tabel 4. Hasil Analisis MOE dengan Tingkat Kepercayaan 95%

	Jumlah Kuadrat Deviasi	Df	Rerata Kuadrat	F	Sig.
Pengukuran	110977783	3	36992594	6.950	0,001*
Posisi	111725946	2	55862973	10.496	0,000*
Pengukuran*Posisi	24522576	6	4087096	0,768	0,600 <sup>tn</sup>

Keterangan : \* = beda nyata, <sup>tn</sup> = tidak beda nyata

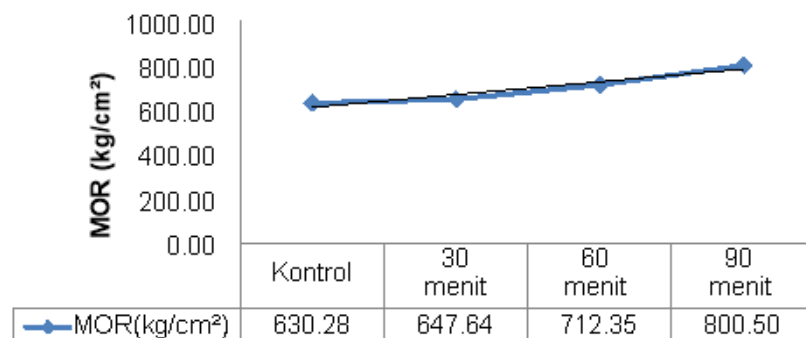


Gambar 6. Grafik Peningkatan Nilai MOE Kayu Randu yang Terpadatkan

Tabel 5. Hasil Analisis MOR dengan Tingkat Kepercayaan 95%

	Jumlah Kuadrat Deviasi	Df	Rerata Kuadrat	F	Sig.
Pengukuran	13376,133	3	4458,711	11,338	0,000*
Posisi	17375,176	2	8687,588	22,091	0,000*
Pengukuran*Posisi	10138,678	6	1689,780	4,297	0,002*

Keterangan : \* = beda nyata, <sup>tn</sup> = tidak beda nyata



Gambar 7. Grafik Peningkatan Nilai MOR Kayu Randu yang terpadatkan

### 3.6. Modulus of Rupture (MOR)

Data pada Tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan lama pengukusan kontrol, 30, 60 dan 90 menit memperlihatkan hasil berbeda nyata. Posisi kayu teras, transisi, dan gubal beda nyata terhadap MOR. Perlakuan lama pengukusan dengan posisi kayu menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Hasil penelitian mengenai nilai rata-rata MOR setelah pemadatan mengalami peningkatan yaitu antara 630,28 kg/cm<sup>2</sup> sampai 800,50 kg/cm<sup>2</sup> yang ditunjukkan pada Gambar 7. Meningkatnya nilai MOE dan MOR pada kayu yang terdensifikasi disebabkan karena adanya kristalisasi selulosa dalam daerah amorf dari mikrofibril yang direkat oleh lignin yang mengalir karena adanya pemanasan pada saat proses plastisasi dan suhu kempa (Sulistiyono *et al.*, 2003). Data hasil pengujian MOR dari kayu randu berkisar antara 630,28 kg/cm<sup>2</sup> sampai 800,50 kg/cm<sup>2</sup> membuktikan bahwa terdapat perbaikan kelas kuat kayu randu yang awalnya kelas IV-V menjadi kelas III-IV. Kayu kelas kuat III-IV juga dimiliki oleh jenis Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.)), Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.), atau Pulai (*Alstonia scholaris*). Ketiga jenis kayu tersebut biasa digunakan untuk kayu konstruksi ringan dengan penggunaan dalam ruangan. Kayu randu yang telah terdensifikasi menjadi alternatif baru untuk konstruksi ringan dalam ruangan.

### 3.7. Keteguhan Tekan Sejajar Serat

Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa perlakuan lama pengukusan kontrol, 30, 60 dan 90 menit memperlihatkan hasil tidak berbeda nyata.

Posisi kayu teras, transisi, dan gubal berbeda nyata terhadap keteguhan tekan sejajar serat. Perlakuan lama pengukusan dengan posisi kayu menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

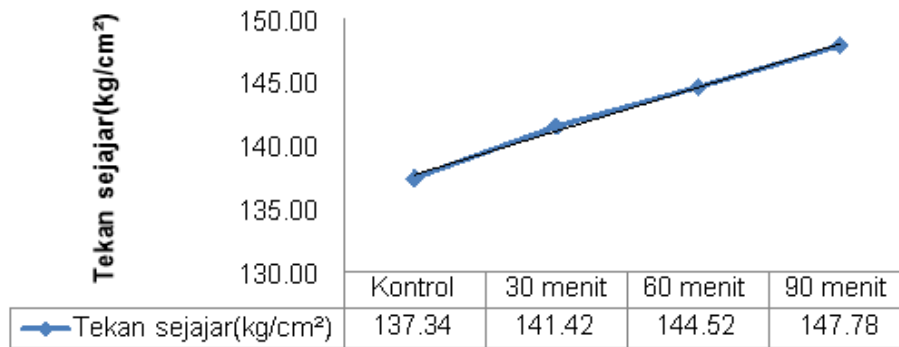
Hasil penelitian mengenai nilai rata-rata keteguhan tekan sejajar serat setelah pemadatan mengalami peningkatan yaitu antara 141,42 kg/cm<sup>2</sup> sampai 147,48 kg/cm<sup>2</sup> yang ditunjukkan pada Gambar 8. Perubahan bentuk yang terjadi karena lamanya pengukusan dan suhu kempa yang tepadatkan menyebabkan komponen kayu dapat lebih kuat. Meningkatnya nilai keteguhan tekan sejajar serat ini menunjukkan bahwa proses pemadatan yang dilakukan dapat menyebabkan struktur sel kayu menjadi padat serta merata pada setiap bagiannya (Hidayat, 2012). Pemipihan kayu yang terjadi akibat tingginya suhu kempa menyebabkan kayu akan semakin cepat memipih sedangkan apabila kayu semakin lama terkena suhu maka akan menyebabkan kadar air turun (Arianana & Diba, 2009).

Hasil penelitian mengenai nilai rata-rata keteguhan tekan sejajar serat setelah pemadatan mengalami peningkatan yaitu antara 141,42 kg/cm<sup>2</sup> sampai 147,48 kg/cm<sup>2</sup> yang ditunjukkan pada Gambar 8. Perubahan bentuk yang terjadi karena lamanya pengukusan dan suhu kempa yang tepadatkan menyebabkan komponen kayu dapat lebih kuat. Meningkatnya nilai keteguhan tekan sejajar serat ini menunjukkan bahwa proses pemadatan yang dilakukan dapat menyebabkan struktur sel kayu menjadi padat serta merata pada setiap bagiannya (Hidayat, 2012). Pemipihan kayu yang terjadi akibat tingginya suhu kempa menyebabkan kayu

Tabel 6. Hasil Analisis Keteguhan Tekan Sejajar Serat dengan Tingkat Kepercayaan 95%

	Jumlah Kuadrat Deviasi	Df	Rerata Kuadrat	F	Sig.
Pengukusan	44,548	3	14,849	1,847	0,156 <sup>tn</sup>
Posisi	94,532	2	47,266	5,879	0,006*
Pengukusan*Posisi	20,247	6	3,375	0,420	0,861 <sup>tn</sup>

Keterangan : \* = beda nyata, <sup>tn</sup> = tidak beda nyata

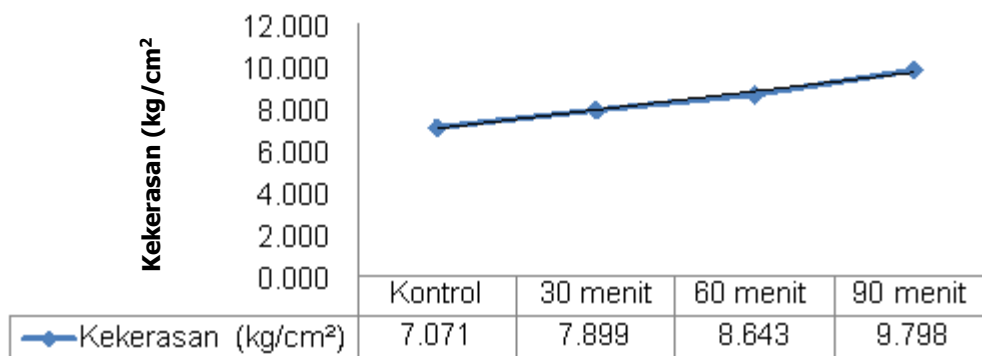


Gambar 8. Grafik Peningkatan Nilai Tekan Sejajar Kayu Randu yang Terpadatkan

Tabel 7. Hasil Analisis Kekerasan dengan Tingkat Kepercayaan 95%

	Jumlah Kuadrat Deviasi	Df	Rerata Kuadrat	F	Sig.
Pengukuran	3,018	3	1,006	14,175	0,000*
Posisi	4,478	2	2,239	31,552	0,000*
Pengukuran*Posisi	0,768	6	0,128	1,804	0,126 <sup>tn</sup>

Keterangan : \* = beda nyata, <sup>tn</sup> = tidak beda nyata



Gambar 9. Grafik Peningkatan Nilai Kekerasan Kayu Randu yang Terpadatkan

akan semakin cepat memipih sedangkan apabila kayu semakin lama terkena suhu maka akan menyebabkan kadar air turun (Arinana & Diba, 2009).

### 3.8. Kekerasan

Pada Tabel 7 ditunjukkan bahwa perlakuan lama pengukusan kontrol, 30, 60 dan 90 menit memperlihatkan hasil berbeda nyata. Posisi kayu teras, transisi, dan gubal berbeda nyata terhadap kekerasan. Perlakuan lama pengukusan dengan posisi kayu menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Hasil penelitian mengenai nilai rata-rata kekerasan setelah pepadatan mengalami peningkatan yaitu antara 7.899 kg/cm<sup>2</sup> sampai 9.798 kg/cm<sup>2</sup> yang ditunjukkan pada Gambar 9. Peningkatan nilai kekerasan kayu ini disebabkan oleh menyempitnya rongga sel kayu serta merapatnya kerapatan kayu karena adanya pepadatan (Hidayat, 2012). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kekerasan kayu diantaranya kerapatan kayu, ukuran serat kayu, dan faktor lainnya (Febrian, 2014).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Pemadatan pada kayu randu dengan ketebalan target mencapai 2 cm dari 2,5 cm dapat memperbaiki sifat fisik. Perlakuan pengukusan sebelum pengempaan selama 90 menit efektif dalam meningkatkan sifat mekanis kayu. Peningkatan waktu pengukusan yang dilakukan sebelum proses kempa dapat meningkatkan nilai sifat mekanik kayu yaitu MOE, MOR dan kekerasan kayu. Peningkatan MOE, MOR, dan kekerasan kayu menaikkan guna dari kayu randu yang selama ini hanya digunakan sebagai bahan kerajinan menjadi kayu konstruksi ringan. Penampang melintang kayu dengan posisi gubal, transisi dan teras ini juga berpengaruh terhadap meningkatnya sifat mekanik pada kayu randu yang dipadatkan pada uji keteguhan tekan sejajar serat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, Basri, E., & Dwianto, W. (2014). The effect of steaming and heat-compression on the properties of jabon wood for furniture materials (pengaruh pengukusan dan pengempaan panas terhadap beberapa sifat kayu jabon untuk bahan mebel). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kayu Tropis*, 12(2), 169–177.
- Anggreni, I. D. (2016). Sifat fisis, sifat mekanis, dan sifat pengeringan kayu ganitri ( *Elaeocarpus sp.* ) setelah perlakuan steaming. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Arinana, & Diba, F. (2009). Kualitas kayu pulai (*Alstonia scholaris*) terdensifikasi (sifat fisis, mekanis dan keawetan). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 2(2), 78–88.
- Basri, E., & Balfas, J. (2015). Stabilisasi dimensi kayu jati cepat tumbuh dan jabon dengan perlakuan pemadatan secara kimia (dimensional stability of fast growing teak and jabon woods by chemical densification ). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(4), 315–327.
- Danu, S., Razzak, M. T., Handono, D., Darsono, & Marsongko. (2012). Densifikasi kayu randu (*Ceiba pentandra L.* Gaertn.) dan pelapisan permukaannya dengan pemadatan menggunakan radiasi ultra violet. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 222–228.
- Febrian, I. R. (2014). Sifat fisis dan mekanis kayu tumih (*Combretocarpus Rotundatus* (Miq.) Danser) asal kalimantan tengah. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Handoyo, D. (2011). Densifikasi kayu randu (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.) menggunakan proses penekanan dan pelapisan permukaan polimer poliester serta metode radiasi-uv. *Journal of Controlled Release*, 156, 315–322.
- Haroen, W., Sugesty, S., & Elut, D. (1992). Pemasakan kayu HTI untuk pulp dan kertas. *Simposium Selulosa dan Kertas XII*. Bandung.
- Hidayat, R. (2012). Jenis kayu cepat tumbuh jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb.) Miq.) dengan metode pemadatan. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- JIS Z 2102. (1957). Method of measuring average width of annual rings, moisture content and specific gravity of wood. Japan: Japanese Standard Association.
- JIS Z 2103. (1957). Method of Test for Shrinkage in Volume of Wood. Japan: Japanese Standard Association.
- JIS Z 2113. (1963). *Method of Bending Test for Wood*. Japan: Japanese Standard Association.
- Megawati, Usman, Fadillah H Tavita, G. E. (2016). Sifat fisik dan mekanik kayu gerunggang ( *Cratoxylon arborescens* bl) yang didensifikasi berdasarkan waktu pengukusan dan waktu kempa. *Jurnal Hutan Lestari*, 4, 163–175.
- Pratiwi, R. H. (2014). Potensi kapuk randu (*Ceiba pentandra* Gaertn.) dalam penyediaan obat herbal. *E-Journal Widya Kesehatan Dan Lingkungan*, 1(1), 53–60.
- Sailana, G. E, Usman F. H, Yani, A. (2014). Physical and mechanical properties of

- mahang wood (*Macaranga hypoleuca* (reichb.f.et zoll.)m.a) are densification by steam time and temperatur felts. *Jurnal Hutan Lestari*, 2, 1–10. <http://dx.doi.org/10.26418/jhl.v2i2.6930>.
- Sariono, Usman, h. F., & Nurhaida. (2019). Sifat fisik dan mekanik kayu benuang (*Octomeles sumatrana miq*) yang didensifikasi berdasarkan suhu dan waktu kempa. *Jurnal Hutan Lestari* 1, 1–476. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Stamm, A. J. (1964). *Wood and cellulose science (illustrate)*. New York, USA : Ronald Press Company.
- Sulistiyono, Nugroho, N., & Surjokusumo, S. (2003). Teknik rekayasa pemadatan kayu ii: sifat fisik dan mekanik kayu agatis (*Agathis lorantifolia Salisb.*) terpadatkan dalam konstruksi bangunan kayu. *Jurnal Keteknikan Pertanian* 17, 22109.
- Widyorini, Khotimah, Khusnul, Prayitno, tibertius agus. (2016). Pengaruh suhu dan metode perlakuan panas terhadap sifat fisika dan kualitas finishing kayu mahoni. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 8, 65–74. <https://doi.org/10.22146/jik.10160>
- Yunianti, A. D., Taskirawati, I., Suhasman, & Salim, A. (2017). Densifikasi kayu pinus dan kayu gmelina pada variasi suhu kempa dan waktu. *Skripsi*. Universitas Hassanudin, Makassar.

