

## **ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIK KAYU KELAPA SAWIT HASIL KOMPREGNASI MELAMINE FORMALDEHYDE**

**Bambang Arif Hidayat, Alfian Kamaldi, Fakhri**  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Jl.HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293  
e-mail: [bambangarifh@outlook.com](mailto:bambangarifh@outlook.com)

### **ABSTRACT**

*During the past time the utilization of palm oil tree only limited to producing fruit to produce oil with all their derivatives, as well as the utilization of husk and midrib. Stem, as the biggest mass palm oil tree has not been used commercially due to its lack of quality.*

*One effort in improving quality of palm oil wood is compregnation. Compregnation interpreted as an effort of putting the chemicals into wood structure using pressure. Chemicals that can penetrate into wood structure in this case is melamine formaldehyde resin.*

*The result of research showed that compregnation palm oil wood by melamine formaldehyde increased the specific of gravity of wood from 0,32 before compregnation to 0,48, 0,58 and 0,65 for 50%, 75% and 100% concentrate. Moisture content decreased from 12,05% before compregnation to 10,67 at 100% concentrate. MOR increased from 64,58 kg/cm<sup>2</sup> before compregnation to 131,54 kg/cm<sup>2</sup>, 188,94 kg/cm<sup>2</sup> and 361,14 kg/cm<sup>2</sup> each for 50%, 75% and 100% concentrate.*

**Keyword:** *Elaeis guineensis Jacq, Compregnation, Melamine Formaldehyde, MOR*

### **PENDAHULUAN**

Selama ini pemanfaatan pohon kelapa sawit hanya terbatas pada buah untuk memproduksi minyak beserta segala turunannya, serta pada tingkat tertentu pemanfaatan dari sabut, tandan dan pelepah. Bagian batang yang mempunyai masa terbesar dari pohon kelapa sawit belum dimanfaatkan secara komersil. Hal ini disebabkan kualitas kayu kelapa sawit yang rendah.

Bila kayu kelapa sawit dapat dimanfaatkan, selain akan mengurangi tekanan terhadap hutan juga akan bermanfaat dalam pengembangan perkebunan kelapa sawit yang mengarah kepada *zero waste*. Secara bersamaan kelangkaan kayu sebagai bahan industri perindustrian akan dapat diatasi. Dengan demikian pemanfaatan kayu kelapa sawit ini akan dapat menanggulangi permasalahan sub-sektor perkebunan dan sub-sektor kehutanan sekaligus (Abidin, 2009).

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian untuk kajian sifat fisik dan mekanik dilakukan di laboratorium kayu dan laboratorium pengujian bahan Fakultas Teknik Universitas Riau. Lama keseluruhan penelitian direncanakan selama 8 bulan, mulai bulan November 2012 sampai Juli 2013.

### **Bahan dan Alat Penelitian**

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu kelapa sawit berumur 25 – 30 tahun hasil peremajaan PT. Perkebunan Nusantara V - Kebun Sei Tapung. Bagian kayu yang dijadikan bahan penelitian yaitu bagian pangkal yang terletak sekitar 1 – 2 m dari permukaan tanah. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah melamine formaldehyde (MF) tipe perekat (resin solid contain 55%).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: gergaji bundar, gergaji pita, timbangan, oven, tabung tekan, dan alat uji mekanik.

### **Persiapan Benda Uji**

Bagian kayu yang digunakan untuk pembuatan benda uji adalah bagian pangkal dari batang kayu kelapa sawit. Bagian kayu tersebut kemudian dipotong menjadi beberapa balok-balok kayu.

Balok-balok kayu tersebut kemudian direndam kedalam larutan tembaga sulfat selama  $\pm 6$  jam. Larutan tembaga sulfat berfungsi sebagai pengawet kayu. Hal ini perlu dilakukan mengingat karakteristik kayu kelapa sawit yang sangat cepat membusuk akibat perubahan udara sekitar. Selanjutnya bagian kayu yang sudah melewati tahap perendaman dibuat menjadi benda uji induk yang mengacu pada *British Standard Methods of Testing Small Clear Specimen of Timber* (BS: 373 – 57) dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 34 cm.

Benda uji induk kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $103 \pm 2$  oC selama beberapa jam hingga mencapai berat tetap untuk dicari kadar air dan berat jenisnya. Benda uji induk yang memiliki kadar air  $\pm 12\%$  dikumpulkan. Hal ini berkaitan dengan pernyataan Mardikanto et al (2011) yang menyatakan bahwa kayu kecil bebas cacat umumnya memiliki kadar air kesetimbangan sebesar 12%. Kemudian dilakukan proses kompregnasi.

### **Proses Kompregnasi**

Sebelum kayu kelapa sawit dikompregnasi, kadar air kayu kelapa sawit hendaknya berada pada kisaran 12%, kemudian disiapkan larutan *melamine formaldehyde* (MF). Konsentrasi larutan MF yang digunakan adalah 50%, 75% dan 100% berdasarkan kandungan resin solid. Sehingga untuk konsentrasi MF 50%, 75% dan 100%, pelarutnya berupa air sebanyak 50%, 25% dan 0% berdasarkan perbandingan volume.

Setelah larutan MF disiapkan, kayu kelapa sawit dimasukkan kedalam tabung tekanan, kemudian larutan MF dimasukkan sampai seluruh permukaan kayu kelapa sawit terendam, selanjutnya tabung tekanan ditutup rapat. Tekanan udara diberikan sebesar 8 kg/cm<sup>2</sup> dengan lama penekanan sebesar 30 menit, 60 menit dan 90 menit untuk setiap konsentrasi, sehingga seluruhnya ada sembilan benda uji untuk setiap konsentrasi.

Setelah proses kompregnasi selesai dilakukan, benda uji induk hasil kompregnasi ditiriskan sampai tidak ada cairan yang menetes kemudian benda uji induk dikeringkan di udara terbuka hingga mencapai kering udara. Setelah benda uji induk mencapai kering udara, sisa-sisa larutan MF yang menempel di permukaan kayu dibersihkan dan dihaluskan dengan cara pengamplasan menggunakan kertas pasir. Hal ini dilakukan untuk menjaga ukuran benda uji induk yang telah ditetapkan sebelumnya. Selain itu pengamplasan juga dimaksudkan untuk semaksimal mungkin mendapatkan berat benda uji murni tanpa adanya tambahan dari berat larutan MF yang menempel di permukaan benda uji. Dengan kata lain, pengaruh larutan MF yang diharapkan adalah yang terjadi di bawah permukaan kayu.

### **Pembuatan Benda Uji**

Pembuatan benda uji dilakukan dengan cara memotong kayu kelapa sawit terkompregnasi menggunakan gergaji bundar. Bentuk dan ukuran benda uji dibuat menjadi dua kelompok, yaitu bentuk dan ukuran benda uji pengujian fisik dan mekanik. Bentuk dan ukuran benda uji disesuaikan dengan standar yang mengacu pada *British Standard Methods of Testing Small Clear Specimen of Timber* (BS: 373 – 57).

### **Pengujian**

#### **Pengujian Sifat Fisik (Berat Jenis dan Kadar Air)**

Pengujian berat jenis dan kadar air dilakukan setelah perlakuan kompregnasi. Benda uji ditimbang beratnya (berat awal) dan diukur volumenya dengan cara pemindahan cairan.

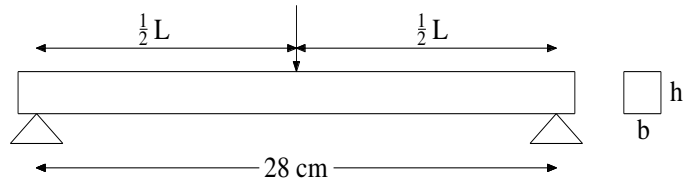
Setelah volumenya diketahui, benda uji dikering tanurkan dengan cara di oven pada suhu  $103 \pm 2$  °C sampai beratnya konstan, kemudian ditimbang beratnya (berat kering tanur) dan diukur volumenya. Berat jenis dan kadar air diperoleh dengan rumus sebagai berikut.

$$BJ = \frac{\text{Berat kering tanur}}{\text{Volume kayu (berat kayu didalam air)}}$$

$$KA = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat kering tanur}}{\text{Berat kering tanur}} \times 100\%$$

#### **Pengujian Sifat Mekanik**

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah *Universal Testing Machine*. Pengujian dilakukan dengan pembebanan (P) ditengah bentang pada posisi benda uji horisontal (Gambar 1). Pengujian ini menghasilkan nilai modulus patah (MOR) yang diperoleh dari beban maksimum yang diterima benda uji hingga mengalami kerusakan.



Gambar 1. Skema Pengujian Kekuatan Lentur

Nilai MOR dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{MOR} \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Keterangan:

$P$  = Beban maksimum sampai benda uji mengalami kerusakan (kg)  
 = Tinggi puncak grafik (mm) x 0,41 (KN)

Keterangan:

1 mm = 0,41 KN (faktor pengali alat)

Sumber: Laboratorium Pengujian Bahan Fakultas Teknik Universitas Riau

$L$  = Jarak sangga (cm)

$b$  = Lebar benda uji (cm)

$h$  = Tinggi benda uji (cm)

$L$  = 28 (cm)

$b$  = 2 (cm)

$h$  = 2 (cm)

Jika diketahui tinggi puncak grafik pengujian adalah 0,3 mm, maka:

$P$  = 0,3 x 0,41 x 100 = 12,3 kg

$L$  = 28 cm

$b$  = 2 cm

$h$  = 2 cm

$$\text{MOR} = \frac{3(12,3)(28)}{2(2)(2)^2} = 64,58 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik

Hasil pengujian sifat fisik kayu kelapa sawit terkompregnasi terhadap perubahan kadar air dan berat jenis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat Fisik Kayu Kelapa Sawit Terkompregnasi

Kode Benda Uji	Sebelum Kompregnasi		Sesudah Kompregnasi	
	KA (%)	BJ	KA (%)	BJ
A1 B1	12,29	0,33	11,52	0,44
A1 B2	12,05	0,32	11,48	0,47
A1 B3	12,29	0,32	11,39	0,51
A2 B1	11,94	0,33	11,51	0,53
A2 B2	12,57	0,33	11,34	0,57
A2 B3	12,75	0,31	11,20	0,64
A3 B1	11,82	0,32	10,73	0,61
A3 B2	11,43	0,32	10,67	0,65
A3 B3	11,28	0,32	10,63	0,69

(Sumber: Analisa Data, 2013)

#### Keterangan:

A1 : Konsentrasi 50%

A2 : Konsentrasi 75%

A3 : Konsentrasi 100%

B1 : Waktu Tekan 30 menit

B2 : Waktu Tekan 60 menit

B3 : Waktu Tekan 90 menit

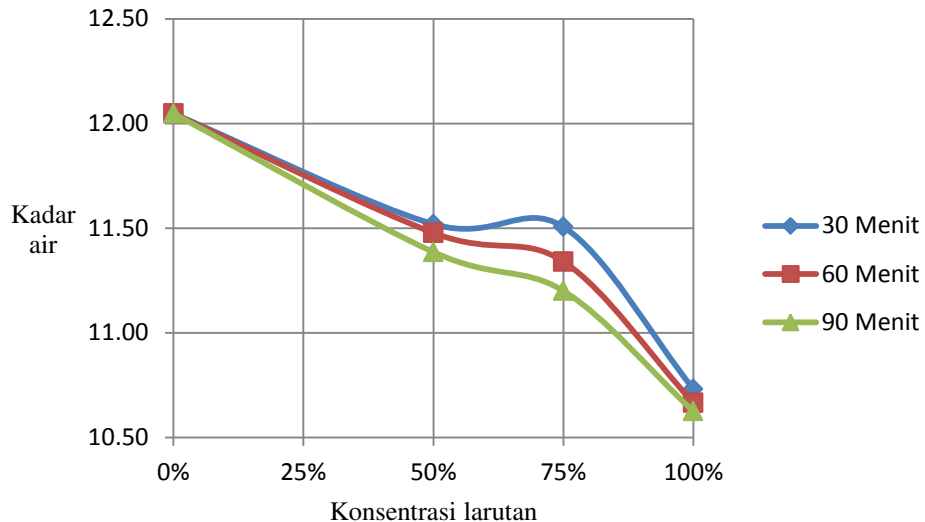
### Kadar Air

Hasil pengujian menunjukkan kompregnasi kayu sawit dengan larutan MF mampu menurunkan kadar air kayu, yang besar penurunannya bervariasi selaras dengan tingkat konsentrasi larutan dan lamanya waktu tekanan yang diberikan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penurunan kadar air kayu pada konsentrasi larutan MF 50% untuk setiap waktu penekanan secara rata-rata yaitu sebesar 4,87%. Sementara itu penurunan kadar air kayu yang terjadi pada konsentrasi larutan MF 75% untuk setiap waktu penekanan tidak menunjukkan hasil yang jauh berbeda, yaitu secara rata-rata sebesar 5,80%. Hasil yang signifikan terlihat pada konsentrasi larutan MF 100%, dimana secara rata-rata penurunan kadar air kayu yang terjadi untuk setiap waktu penekanan yaitu 11,40%. Pada tingkat ini, perlakuan kompregnasi mampu menurunkan kadar air kesetimbangan kayu dari 12,05% sebelum kompregnasi menjadi 10,67% setelah kompregnasi.

Penurunan kadar air yang terjadi pada kayu kelapa sawit terkompregnasi diduga karena tingginya kandungan kompregnasi pada konsentrasi tinggi dan waktu yang lama, sehingga kayu kelapa sawit menyerap air lebih kecil dari lainnya. Hal ini

terjadi karena kompregnan menggantikan posisi air di dalam struktur kayu yang mengakibatkan jumlah air yang terserap lebih kecil (Stamm, 1962) dalam (Sumardi, 2000).

Dari variasi pengujian yang dilakukan belum cukup menunjukkan efektifitas kompregnasi larutan MF dalam menurunkan kadar air kesetimbangan kayu.



Gambar 2. Diagram Kadar Air Kayu Kelapa Sawit Terkompregnasi

### Berat Jenis

Hasil pengujian terhadap berat jenis secara umum mampu menunjukkan efektifitas kompregnasi larutan MF dalam hal menaikkan berat jenis kayu. Berat jenis kayu meningkat dari 0,32 sebelum kompregnasi menjadi 0,48, 0,58, 0,65 masing-masing untuk konsentrasi 50%, 75% dan 100%.

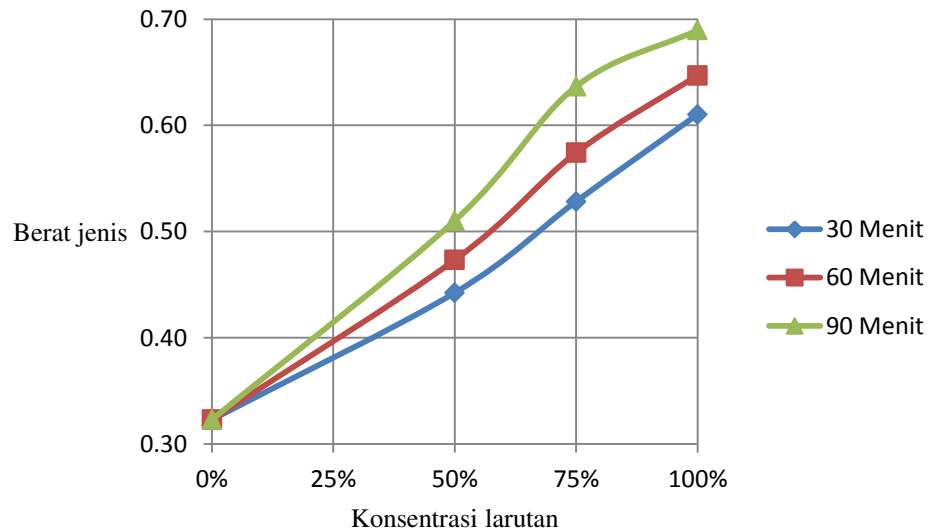
Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai berat jenis secara rata-rata meningkat sebesar 47,16%, 79,49%, 100,92% masing-masing untuk setiap waktu penekanan pada konsentrasi larutan 50%, 75%, dan 100%.

Perbedaan berat jenis yang terjadi mungkin karena kompregnan lebih banyak masuk ke struktur kayu kelapa sawit pada konsentrasi larutan tinggi, hal ini berkaitan dengan penambahan berat yang semakin besar.

Hal yang sama terjadi pada waktu tekanan, dimungkinkan kompregnan masuk lebih dalam dengan cara difusi. Pada tahap awal kompregnasi, cairan yang masuk lebih banyak mengandung air. Semakin lama penekanan dilakukan, kompregnan akan masuk sehingga hasil yang didapat pada waktu tekanan 90 menit berat jenisnya lebih tinggi.

Dari hasil peningkatan berat jenis diketahui bahwa untuk konsentrasi larutan 50% dan 75% dengan berat jenis 0,48 dan 0,58 kayu sawit hasil kompregnasi larutan MF setara dengan kayu kelas III atau setara dengan kayu meranti. Sedangkan untuk

konsentrasi larutan 100% dengan berat jenis 0,65 setara kayu kelas II atau setara dengan kayu mahoni.



Gambar 3. Diagram Berat Jenis Kayu Kelapa Sawit

### Sifat Mekanik

Data pengujian sifat mekanik untuk nilai MOR disajikan pada Tabel 4.2. Dari nilai-nilai tersebut dapat dilihat peningkatan nilai MOR secara rata-rata berturut-turut sebesar 103,70%, 192,59%, 459,26% untuk konsentrasi 50%, 75% dan 100%.

### Modulus Patah (MOR)

Kemampuan kayu kelapa sawit terkompregnasi dalam menahan beban yang diterima cenderung meningkat dengan nilai yang bervariasi. Hasil pengujian menunjukkan nilai MOR kayu secara rerata meningkat hingga 2 – 4 kali lipat dibandingkan nilai MOR kayu sebelum kompregnasi, yaitu 64,58 kg/cm<sup>2</sup> sebelum kompregnasi menjadi 131,54 kg/cm<sup>2</sup>, 188,94 kg/cm<sup>2</sup> dan 361,14 kg/cm<sup>2</sup> masing-masing untuk konsentrasi larutan 50%, 75% dan 100%.

Dari Gambar 4 terlihat peningkatan MOR pada setiap perbedaan konsentrasi dan waktu. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan nilai MOR jelas terjadi pada semua variasi pengujian. Besarnya nilai MOR pada konsentrasi MF tinggi disebabkan oleh adanya MF yang berfungsi memejalkan kayu khususnya daerah parenkim dasar kayu kelapa sawit sehingga kekuatan fisiknya meningkat. Kontribusi MF pada dinding dan rongga sel dianggap sebagai penyebab kekuatan kayu meningkat. Peningkatan ini terjadi karena struktur awal kayu kelapa sawit alami berbeda dengan kayu kelapa sawit hasil kompregnasi akibat terisinya jaringan parenkim dasar oleh MF. Gumilang A.K (2011) menyatakan kekuatan kayu merupakan fungsi dari sifat

fisik kayu. Hal ini mengakibatkan kelas kuat kayu kelapa sawit terkompregnasi meningkat dari kayu kelas kuat IV menjadi kayu kelas kuat III (MF 50% dan 75%) dan kayu kelas kuat II (MF 100%).

Tabel 2. Sifat Mekanik (MOR) Kayu Kelapa Sawit Terkompregnasi

Kode Sampel	MOR (kg/cm <sup>2</sup> )
Sebelum Kompregnasi	64,58
A1B1	114,80
A1B2	129,15
A1B3	150,68
A2B1	172,20
A2B2	179,38
A2B3	215,25
A3B1	287,00
A3B2	330,05
A3B3	466,38

(Sumber: Analisa Data, 2013)

Keterangan:

A1 : Konsentrasi 50%

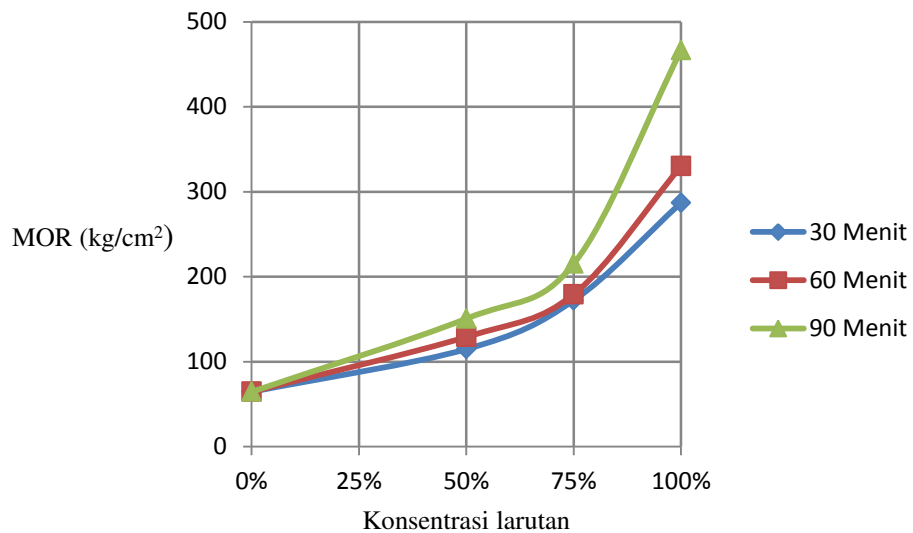
A2 : Konsentrasi 75%

A3 : Konsentrasi 100%

B1 : Waktu Tekan 30 menit

B2 : Waktu Tekan 60 menit

B3 : Waktu Tekan 90 menit



Gambar 4. Diagram Modulus Patah Kayu Kelapa Sawit Terkompregnasi



## **KESIMPULAN**

Berikut ini adalah kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian.

1. Perlakuan kompregnasi kayu kelapa sawit dengan melamine formaldehyde (MF) secara nyata berpengaruh terhadap sifat fisik (kadar air dan berat jenis) dan sifat mekanik (modulus patah) kayu kelapa sawit.
2. Kompregnasi larutan MF mampu meningkatkan berat jenis kayu, yaitu meningkat dari 0,32 sebelum kompregnasi menjadi 0,48, 0,58 dan 0,65 masing-masing untuk konsentrasi 50%, 75% dan 100%. Namun demikian, kompregnasi larutan MF secara signifikan belum mampu menurunkan kadar air kesetimbangan kayu, yaitu maksimum hanya mampu menurunkan kadar air kayu dari 12,05% sebelum kompregnasi menjadi 10,67% untuk konsentrasi 100%.
3. Kompregnasi larutan MF mampu meningkatkan nilai modulus patah (MOR) kayu kelapa sawit hingga 2 – 4 kali lipat sebelum kompregnasi. Kekuatan kayu meningkat dari kayu kelas kuat IV menjadi kayu kelas kuat III (MF 50% dan 75%) dan kayu kelas kuat II (MF 100%).
4. Perlakuan kompregnasi kayu kelapa sawit dengan melamine formaldehyde sangat layak diusahakan dalam pengelolaan limbah kayu kelapa sawit dalam kaitannya sebagai bahan pengganti kayu hutan alam.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abidin, Yuwarysah. 2009. Pengaruh Tekanan dan Suhu Pada Proses Kompregnasi Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanis Batang Kelapa Sawit. Universitas Andalas, Padang.
- Badrun, M. 2010. Lintasan 30 Tahun Pengembangan Kelapa Sawit. Jakarta. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian.
- Balfas, J. 2009. Karakteristik Kayu Kelapa Sawit Tua. Jakarta. Pusat Litbang Hasil Hutan.
- Duke, J.A. 2011. *Elaeis guineensis* Jacq. Purdue University. New Corp. Available at:[http://www.hort.purdue.edu/newcorp/duke\\_energy/elaeis\\_guineensis.html](http://www.hort.purdue.edu/newcorp/duke_energy/elaeis_guineensis.html)[Accessed November 12, 2012]
- Dumanauw, J.F. 2001. Mengenal Kayu. Yogyakarta. Kanisius.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2013. Produksi, Luas Areal dan Produktivitas Perkebunan di Indonesia. Jakarta.
- Fakhri, Syafruddin, Gussyafri, H., Riawan, E. 2010. Uji Efektifitas Teknik Pengolahan Batang Kayu Sawit Untuk Produksi Papan Panil Komposit. Pekanbaru. Fakultas Teknik Universitas Riau.
- Gindl et al. 2002. Impregnation Of Softwood Cell Walls With Melamine-Formaldehyde Resin. Austria. University of Agricultural.
- Gumilang, A.K. 2011. Sifat Mekanik Kayu Sebagai Fungsi Dari Struktur Kayu (Arah Serat, Lingkaran Tahun, Densitas dan Kadar Air). Semarang. Universitas Diponegoro.
- Hiziroglu, Salim. 1995. Basics of Pressure Treatment of Wood. Oklahoma State University. Oklahoma.

- Iswanto et al. 2010. Sifat Fisis dan Mekanis Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Asal Kebun Aek Pancur-Sumatera Utara). Medan. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. 2011. Industri Hilir Kelapa Sawit Indonesia. Jakarta.
- Komisi Pengawas Persaingan Usaha Republik Indonesia. 2011. Evaluasi Kebijakan Perkebunan Kelapa Sawit. Jakarta.
- Kopeliovich, D. 2012. Thermosets. Available at: [http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=thermoset\\_melamine\\_formaldehyde\\_mf.html](http://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=thermoset_melamine_formaldehyde_mf.html) [Accessed November 12, 2012]
- Mardikanto, T.R., Karlina S., Bahtiar E.F. 2011. Sifat Mekanis Kayu. Bogor. IPB Press.
- PKKI NI -5. 2002. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Prayitno, T.A. 1995. Bentuk Batang dan Sifat Fisika Kayu Kelapa Sawit. Yogyakarta. Universitas Gadjah Mada.
- Rahayu, I.S. 2001. Sifat Dasar Vascular Bundle dan Parenchyme Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Dalam Kaitannya Dengan Sifat Fisis, Mekanis Serta Keawetan. Bogor. IPB Press.
- SNI 03-3527-1994. Mutu dan Ukuran Kayu Bangunan. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Sumardi, Ishak. 2000. Kompregnasi Phenol Formaldehida Sebagai Usaha Peningkatan Kualita Kayu Sawit. Bogor. IPB Press.
- The Timber Industry Standards Committee. British Standard – BS 373:1957. Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber. The Timber Industry Standards Committee.
- United States Department of Agriculture. 1999. Wood Handbook – Wood as an Engineering Material. Madison, Wisconsin. Forest Product Laboratory.