

# SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jacq) BERDASARKAN PADA POSISI KETINGGIAN BATANG

## Physical and Mechanical Properties of Oil Palm Trunks (*Elaeis guineensis* Jacq) Based on the Position of the Stem Height

Endy, Farah Diba, Muflihati

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. Jln Imam Bonjol Pontianak 78124

e-mail : endy\_virgo@yahoo.co.id

### ABSTRACT

The research aims to determine the physical properties (moisture content, density and dimensional stability) and mechanical properties (modulus of elasticity, modulus of rupture, and modulus of crush stiffness) of *Elaeis guineensis* Jacq based on the position the trunk). The design used in the study was a completely randomized design (CRD) with 3 replications and the factor is the position of the stem height (low, middle, and top) of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq). The results showed that height position have significant value to moisture content, MOR and MCS, but did not significantly affect the value of density, dimensional stability and MOE. The moisture content value was range from 38,49 % - 101,07 %, and the density value was range from 0,46 gr/cm<sup>3</sup> - 0,62 gr/cm<sup>3</sup>, meanwhile the dimensional stability value was range from 11,54 % - 19,84 %. The modulus of elasticity value was range from 4456,77 gr/cm<sup>2</sup> - 10062,40 gr/cm<sup>2</sup>, and modulus of rupture value was range from 108,20 gr/cm<sup>2</sup> - 354,47 gr/cm<sup>2</sup>, meanwhile the modulus of crush stiffness value was range from 16,56 gr/cm<sup>2</sup> - 69,96 gr/cm<sup>2</sup>. The research concluded that oil palm trunk in the low position have physical and mechanical properties better than in the middle and top, and enroll in class V of strongness and suitable for use as raw material for particle board or other composite products.

Keywords : oil palm trunk, physical, mechanical properties, *Elaeis guineensis* Jacq

### PENDAHULUAN

Kebutuhan kayu untuk bahan baku bangunan (konstruksi) maupun untuk perabot rumah tangga terus meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Di sisi lain luas dan potensi hutan yang terus menurun, menyebabkan terjadinya defisit ketersediaan kayu. Dengan demikian terjadi kesenjangan antara kebutuhan kayu dengan produksi hutan khususnya jenis-jenis kayu bermutu tinggi. *Forest Watch Indonesia* (2008) mengungkapkan bahwa laju deforestasi selama periode 1989 - 2003 adalah 1,9 juta hektar/tahun.

Seiring dengan tuntutan konsumen akan produk kayu yang semakin tinggi

dan untuk mengatasi ketidakmampuan hutan alam dalam memenuhi kebutuhan kayu yang terus meningkat, maka perlu dilakukan usaha dengan mencari alternatif bahan berkayu lainnya yang saat ini belum dilirik untuk dapat menjadi salah satu bahan yang bisa mensubstitusi kebutuhan akan kayu. Salah satu usaha ke arah itu adalah dengan pemanfaatan batang kelapa sawit melalui pengolahan tertentu menjadi bahan substitusi kayu untuk keperluan bahan bangunan.

Perkebunan kelapa sawit PTPN XIII Kecamatan Ngabang Kabupaten Landak memiliki luas areal tanaman 3,714,00 ha. Jenis kelapa sawit yang ditanam adalah *Elaeis guineensis* Jacq

yang merupakan tanaman monokotil tergolong ke dalam famili Palmaceae yang termasuk tanaman pohon yang tingginya mencapai 24 meter, memiliki batas umur produktif relatif pendek (25-30 tahun) dan setelah mencapai umur daur harus dilakukan peremajaan dengan tanaman muda. Dalam peremajaan kelapa sawit, pembersihan lahan yang umum dilakukan adalah dengan cara meracuni pohon sampai kering, kemudian dibongkar sampai ke akar-akarnya dan selanjutnya dibakar atau ditumpuk di suatu tempat. Aktivitas semacam ini banyak menimbulkan masalah lingkungan berupa dampak dari proses peracunan, berkernbangnya populasi kumbang boctor, serta timbulnya polusi asap dan resiko kebakaran dari proses pembakaran. Pemanfaatan batang kelapa sawit selama ini masih belum dilakukan secara komersil dan bahkan belum dikenal masyarakat padahal saat ini batang kelapa sawit sudah menjadi lirikan para industri papan partikel yang diharapkan dapat menjadi produk pengganti kebutuhan kayu dengan kualitas yang baik, kurangnya informasi atau literatur mengenai sifat fisik dan mekanik batang kelapa sawit menjadi faktor yang membuat kelapa sawit tidak di manfaatkan sebagai salah satu alternatif untuk menggantikan kebutuhan kayu. Perkebunan kelapa sawit telah berkembang pesat. Berdasarkan penelitian Bakar *et al.* (1998) dalam Iswanto (2010) kayu kelapa sawit hanya diambil pada bagian tepi yang relatife lebih keras sehingga rendemen yang dihasilkan sebesar 30% atau 0,30 m<sup>3</sup> dari setiap m<sup>3</sup>.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu diketahui bahwa batang kelapa sawit memiliki sifat yang sangat beragam dari pangkal ke ujung. Maka dari itu, pengetahuan mengenai sifat-sifat dasar batang kelapa sawit terutama sifat fisis dan mekanis harus diketahui sebelum memamfaatkan batang kelapa sawit tersebut menjadi bahan kontruksi maupun produk furniture. Penelitian mengenai sifat fisik dan mekanik pada batang kelapa sawit ini perlu dilakukan dan penting untuk diketahui sifat dasarnya yaitu sifat fisik dan mekanik.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di *Wood Workshop* dan Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Universitas Tanjungpura untuk pembuatan contoh uji dan pengujian sifat fisik dan di Laboratorium PT. Duta Pertiwi Nusantara untuk pengujian sifat mekanik batang kelapa sawit. Penelitian ini akan dilaksanakan selama  $\pm 3$  bulan dan dilanjutkan dengan pengolahan data.

### **Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku untuk penelitian ini adalah Batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) yang berasal dari PTPN XIII Kecamatan Ngabang Kabupaten Landak. Untuk penelitian sifat dasar ini diambil 3 batang kelapa sawit yang berusia  $\pm 25$  tahun (non produktif).

### **Pembagian Batang Untuk Contoh Uji**

Pohon kelapa sawit ditebang, kemudian setelah ditebang dilakukan pembagian batang sesuai dengan posisi ketinggian batang yaitu pangkal, tengah dan ujung batang.

Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu keseluruhan contoh uji dikering udara hingga mencapai kadar air  $\pm 12\%$ .

### **Pengujian Sifat Fisik Dan Mekanik**

#### a. Kadar Air

Contoh uji yang berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm yang dikeringkan udaranya selama 1 minggu untuk mendapatkan kadar air kering udara (12-18%). Setelah itu sampel ditimbang pada timbangan analitik dan didapatkan berat awal (BA), kemudian contoh uji tersebut dikeringkan kembali dalam oven pada suhu  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  dan dimasukkan ke dalam desikator selama 10-15 menit, kemudian contoh uji ditimbang hingga mencapai berat konstan yang disebut berat kering oven (BKo) (ASTM, 1970). Kadar air dihitung dengan rumus *British Standard Methods* (1957) :

$$\text{KA} = \frac{\text{BA} - \text{BKo}}{\text{BA}} \times 100\%$$

Keterangan :

KA = Kadar air (%)

BA = Berat awal contoh uji setelah pengkondisian (gram)

BKo = Berat tetap contoh uji setelah dikeringkan dalam oven (gram)

#### b. Berat Jenis

Pengujian berat jenis mengikuti *British Standard Methods* No 373 tahun 1957. Contoh uji berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm dikeringkan dalam oven pada suhu  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  dan dimasukkan ke dalam desikator selama 10-15 menit, kemudian contoh uji ditimbang hingga mencapai berat konstan (BKo), selanjutnya dicelupkan dalam parafin panas sehingga terjadi lapisan yang cukup tipis dan merata, jika terjadi penebalan maka perlu dioven kembali untuk meratakan parafin yang terlalu tebal pada sampel. Kemudian sampel

ditimbang kembali ada penimbangan analitik. Gelas ukur diisi air 450 ml, lalu diukur volumenya, kemudian contoh uji direndam ke dalam gelas ukur tersebut dan diukur volume keseluruhannya (ASTM, 1970). Berat jenis dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{BJ} = \frac{\text{BJo}}{\text{Vo}}$$

Keterangan :

BJ = Berat jenis berdasarkan volume contoh uji

BKo = Berat awal contoh uji (gram)

Vo = Volume air yang didesak ( $\text{m}^3$ )

#### c. Perubahan Dimensi

Contoh uji berukuran 4 cm x 2 cm x 2 cm direndam  $\pm 3$  hari hingga diharapkan sampel dalam kondisi segar dan dilakukan pengukuran dimensi awal (DA) dengan menggunakan caliper pada sampel yang sudah diberi tanda. Setelah itu contoh uji dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  dan dimasukkan ke dalam desikator selama 10-15 menit, kemudian contoh uji ditimbang hingga mencapai berat konstan, kemudian contoh uji diukur kembali pada tempat yang sama pada pengukuran awal, menggunakan caliper dan didapatkan dimensi kering oven (DKo) (ASTM, 1970). Perubahan dimensi dihitung menggunakan *British Standard Methods* No 373 tahun 1957.

$$\text{Penyusutan (\%)} = \frac{\text{DA} - \text{DKo}}{\text{DA}} \times 100\%$$

Keterangan :

DA = Dimensi Awal

DKo = Dimensi Kering Oven

#### d. Keteguhan Lentur (*Modulus of Elasticity*)

Pengujian MOE dilakukan menggunakan *Universal Testing*

*Machine* (UTM). Pada contoh uji berukuran 30 cm x 2 cm x 2 cm dengan jarak sangga 15 cm kemudian contoh uji diberi beban di tengahnya, kecepatan pembebanan sebesar 100mm/menit yang selanjutnya diukur besarnya beban yang dapat ditahan oleh contoh uji sampai batas proporsi. Untuk menghitung MOE menggunakan rumus umum Kollmann dan Cote (1968) dalam Hariyadi (2003):

$$MOE = \frac{\Delta}{\Delta}$$

Keterangan :

MOE = *Modulus of Elasticity* (kg/cm<sup>2</sup>)

L = Jarak sangga (cm)

P = Beban maksimum (kg)

Δy = Perubahan defleksi setiap perubahan beban (cm)

b = Lebar contoh uji (cm)

d = Tebal contoh uji (cm)

#### e. Keteguhan Patah (*Modulus of Rupture*)

Pengujian MOR merupakan kelanjutan pengujian MOE di mana contoh uji diberi beban sampai contoh uji tersebut patah. Besarnya nilai MOR yang merupakan kekuatan ukuran kayu menurut Kollmann dan Cote (1968) dalam Hariyadi (2003) sebagai berikut:

$$MOR = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

MOR = *Modulus of rupture* (kg/cm<sup>2</sup>)

L = Jarak sangga (cm)

P = Beban maksimum (kg)

d = Tebal contoh uji (cm)

b = Lebar contoh uji (cm)

#### f. Keteguhan Tekan Sejajar (MCS)

Pengujian MCS dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM). Pada contoh uji berukuran 6 cm x 2 cm x 2 cm didirikan pada mesin pengujian dan di beri beban di tengahnya, kecepatan pembebanan sebesar 100 mm/menit yang selanjutnya di ukur besarnya beban yang dapat ditahan oleh contoh uji sampai pecah. Untuk menghitung MCS menggunakan rumus umum Kollmann dan Cote (1968) dalam Hariyadi (2003) :

$$MCS = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

MCS = *Maximum Crushing Strength* (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas Penampang (cm<sup>2</sup>)

#### Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Gaspersz (1994) dengan 3 perlakuan dan 3 kali ulangan yaitu, Perlakuan : Pangkal (A) ; Tengah (B) ; Ujung (C) dan Ulangan : Pohon (1) ; Pohon (2) ; Pohon (3)

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rerata kadar air berkisar 38,49 % - 101,07 % dan nilai sifat fisik dan mekaniknya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata Sifat Fisik dan Mekanik Batang Kelapa Sawit (*E. guinensis* Jacq) Berdasarkan Posisi Ketinggian Batang (*Average physical and mechanical properties of oil palm trunks (Elaeis guineensis Jacq) based on the position of the stem height*)

Sifat Fisik dan Mekanik	Posisi Batang		
	Pangkal	Tengah	Ujung
Kadar air (%)	44,58	38,49	101,07
Berat Jenis	0,62	0,56	0,46
Perubahan Dimensi (%)	11,54	17,03	19,84
MOE	10062,40	9511,42	4456,77
MOR	354,47	328,97	108,20
MCS	69,96	41,60	16,56

#### a.Kadar Air

Hasil pengujian kadar air batang kelapa sawit (*E. guinensis* Jacq) didapatkan nilai rerata kadar air berkisar antara 38,49 % - 101,07 %. Harsono (2011) mengemukakan bahwa perbedaan nilai kadar air tersebut disebabkan perbedaan persentase jumlah parenkim yang terdapat *vascular bundle*. Parenkim terdapat pada bagian ujung batang kelapa sebagai pusat pertumbuhan batang yang berfungsi sebagai jaringan untuk menyimpan serta mengatur bahan makanan, sehingga memungkinkan untuk mengikat air lebih banyak (Harsono, (2011). Sesuai dengan pendapat Prasetiyo (2008) dalam Harsono (2011) yang menyatakan pada batang bawah berkas pembuluhnya lebih sedikit daripada bagian batang tengah sehingga daya serap airnya kecil

Menurut Prayitno (1991) dalam Ekawati (2001) bahwa tumbuhan monokotil tersusun atas jaringan parenkim dan berkas vaskuler. Berdasarkan kemampuan dalam menyerap dan menahan air, berkas pembuluh lebih banyak terdapat pada

bagian ujung dengan demikian bagian pangkal batang memiliki kadar air yang lebih rendah daripada bagian tengah dan ujung (Ekawati, 2001).

#### b.Berat jenis

Nilai rerata berat jenis berkisar antara 0,46 gr/cm<sup>3</sup> - 0,62 gr/cm<sup>3</sup>. Pada Tabel 1 menunjukkan nilai rerata berat jenis tertinggi terdapat pada bagian pangkal yaitu 0,62 gr/cm<sup>3</sup> dan terendah pada bagian ujung yaitu 0,46 gr/cm<sup>3</sup>. Zobel dan Talbert (1984) dalam Ekawati (2001) yang menyatakan bahwa, kayu pada bagian pangkal batang mempunyai dinding yang lebih tebal dan proporsi lignin serta persentase zat ekstraktif yang lebih besar dibandingkan kayu pada bagian ujung mengingat fungsinya sebagai pendukung batang dan tajuk di atasnya.

Selain adanya variasi berat jenis pada kelapa sawit (*E. guineensis* Jacq) disebabkan oleh struktur anatomi kayunya, dimana bagian tengah dari pangkal ke ujung didominasi oleh jaringan parenkim yang berdinding tipis berkas vaskuler yang memiliki serat-serat yang berdinding tebal (Rohadi, 1992). Disamping itu juga disebabkan

sel kayu bagian atas relative lebih muda daripada bagian pangkal sehingga berat jenis kayu semakin menurun kearah ujung batang. (Hermawan, 1989). Menurut Haygreen dan Bowyer (1989) bahwa semakin tinggi berat jenis dan kerapatan kayu, semakin banyak kandungan zat kayu pada dinding sel yang berarti semakin tebal sel tersebut.

### **c. Perubahan dimensi**

Nilai rerata perubahan dimensi batang kelapa sawit (*E. guineensis* Jacq) dari pangkal ke ujung berkisar antara 11,54 % - 19,84 %. Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai perubahan dimensi lebih besar pada bagian tengah dan ujung. Hal ini menurut Bakar (2003) dalam Iswanto (2010) dikarenakan sel kayu pada bagian atas (ujung) relatif lebih muda sehingga air lebih mudah mengalir dibandingkan dengan sel pada daerah lainnya, hal ini menyebabkan nilai penyusutan bagian ujung lebih besar. Kadar air berhubungan dengan perubahan dimensi. Haygreen dan Bowyer (1989) mengemukakan jika kayu kehilangan air dibawah titik jenuh serat, yaitu kehilangan air terikat, kayu akan menyusut dan sebaliknya, jika air memasuki struktur dinding sel, kayu akan mengembang.

### **d. Keteguhan Lentur (MOE)**

Berdasarkan data pada Tabel 1, nilai rerata MOE batang kelapa sawit (*E. guineensis* Jacq) berkisar antara 4456,77 kg/cm<sup>2</sup> – 10062,40 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai MOE tertinggi berada pada posisi pangkal, sedangkan terendah terdapat pada bagian ujung. Hal ini disebabkan karena pada bagian ujung tersusun atas jaringan yang masih muda, dimana

secara fisiologis jaringan tersebut masih berfungsi aktif sehingga dinding selnya relatif tipis dibanding dengan dinding sel jaringan yang sudah tua, kemudian kandungan selulosa dan lignin jaringan ikatan pembuluh pada bagian pangkal lebih tinggi. Semakin banyak sel serabut maka semakin baik pula sifat mekanis suatu kayu, serta semakin tinggi perbandingan antara lignin dan selulosa semakin meningkat pula kekuatan kayu (Panshin dan de Zeeuw 1970) dalam Iswanto (2010).

### **e. Keteguhan Lentur Patah (MOR)**

Pada tabel 1 nilai rerata MOR batang kelapa sawit (*E. guineensis* Jacq) berkisar antara 108,20 kg/cm<sup>2</sup> – 354,47 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai MOR tertinggi berada pada posisi pangkal, sedangkan terendah terdapat pada bagian ujung. Hal ini disebabkan karena pada bagian ujung tersusun atas jaringan yang masih muda, dimana secara fisiologi jaringan tersebut masih berfungsi aktif sehingga dinding selnya relatif tipis dibanding dengan dinding sel jaringan yang sudah tua, kemudian kandungan selulosa dan lignin jaringan ikatan pembuluh pada bagian pangkal lebih tinggi. Semakin banyak sel serabut maka semakin baik pula sifat mekanis suatu kayu, serta semakin tinggi perbandingan antara lignin dan selulosa semakin meningkat pula kekuatan kayu (Panshin dan de Zeeuw 1970) dalam Iswanto (2010).

### **f. Keteguhan Tekan Sejajar Serat (MCS)**

Nilai rerata keteguhan tekan sejajar serat (MCS) yang dihasilkan berkisar antara 16,56 kg/cm<sup>2</sup> – 69,96 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai rerata MCS tertinggi berada pada posisi pangkal yaitu 69,96

kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan terendah terdapat pada bagian ujung yaitu 16,56 kg/cm<sup>2</sup>

Secara keseluruhan, batang kelapa sawit pada bagian pangkal memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian yang tengah dan ujung, dengan kata lain bagian pangkal sifat mekaniknya lebih baik dibandingkan dengan bagian tengah dan ujung. Hal tersebut dikarenakan terdapat susunan sel bagian pangkal yang rapat dan tebal, hal tersebut sesuai dengan pendapat Krisdianto (2006) bahwa dinding serat paling tebal ditemukan pada bagian pangkal pohon kelapa dan menipis tajam ke bagian ujung.

Adanya keragaman yang cukup besar dari nilai sifat-sifat mekanik disebabkan adanya perbedaan struktur dari batang kelapa sawit mulai bagian pangkal sampai ke bagian ujung dari batang. Menurut Prasetyo (2008) pada bagian dalam batang jenis palem seperti gawang, kelapa dan kelapa sawit sebagian besar terbentuk atas jaringan dasar parenkim, dan untuk luar/tepi yang didominasi oleh berkas pembuluh yang berdinding tebal (*vascular bundles*).

#### **Kualitas Batang Kelapa Sawit (*E. guineensis* Jacq)**

Sifat mekanik kayu atau kekuatan kayu merupakan indikator kualitas kayu yang penting dalam menentukan kayu sebagai bahan konstruksi bangunan berdasarkan berat jenis dan kemampuan menahan beban, karena kekuatan kayu berhubungan rapat dengan berat jenis (Haygreen dan Bowyer, 1989). Berdasarkan Klasifikasi Den Berger (1923) bahwa batang kelapa sawit termasuk ke dalam kelas kuat V, cocok

dipergunakan sebagai bahan baku papan partikel atau produk komposit lainnya.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Batang kelapa sawit pada bagian pangkal memiliki sifat mekanik yang lebih. Berdasarkan Klasifikasi Den Berger (1923) dalam Oey Djoen Seng (1964) bahwa batang kelapa sawit termasuk ke dalam kelas kuat V, cocok dipergunakan sebagai bahan baku papan partikel atau produk komposit lainnya.

### **Saran**

Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai penggunaan batang kelapa sawit untuk pembuatan papan partikel dan produk-produk papan majemuk lainnya dan kandungan kimianya serta keawetannya terhadap faktor perusak kayu.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- American Society for Testing and Materials. 1970. Annual Book Of ASTM Standards, part 16. Structural Sandwich Constructions, Wood, Adhesives, Philadelphia, USA.
- British Standard. 1957. Methods of Testing Small Clear Speciment of Timber Serial Bs 373. Brithish Standard Institution. London
- Ekawati. 2001. Study Sifat Fisik Dan Mekanik Kayu Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Berdasarkan Kedalaman Dan Posisi Batang.[Skripsi] Fakultas Kehutanan Universitas Tanjung-pura. Pontianak
- Haygreen, Jhon G dan Jim I Bowyer. 1989. Hasil Hutan dan Ilmu

- Kayu ( Terjemahaan).  
Universitas Gadjah Mada.  
Yogyakarta.
- Pengumuman No.1.Pusat  
Penelitian dan Pengembangan  
Hasil Hutan.Bogor.
- Harsono. D. 2011.Sifat Fisik Dan  
Mekanik Batang Kelapa (*Cocos  
nucifera* L.) Dari Kalimantan  
Selatan.Jurnal Riset Industri  
Hasil Hutan 3(1).Kalimantan  
Selatan.
- Rohadi, R, 1992. Konsumsi dan  
Pemanfaatan Kayu Kelapa  
(*Cocos nucifera* L) Study  
Kasus di Kabupaten Ciamis dan  
Kabupaten Sleman.[Skripsi]  
Fakultas Kehutanan. IPB.  
Bogor.
- Hariyadi. A. 2003. Variabilitas Sifat  
Fisik Dan Mekanik Kayu  
Kempas (*Koompassia  
malaccensis maing*) Pada Arah  
Vertikal Dan Horizontal  
Batang.[Skripsi] Fakultas  
Kehutanan.Universitas  
Tanjungpura.Pontianak
- Sumargo, W. 2008. Forest Watch  
Indonesia. Didownload tanggal  
26 Maret  
2014.[<http://forestwatchindonesia.blogspot.com/>].
- Hermawan. A. 1989. Variabilitas Sifat  
Fisik dan Mekanis Kayu Kelapa  
(*Cocos nucifera* L) Pada Kondisi  
Basah dan Kering  
Udara.[Skripsi] Fakultas  
kehutanan.IPB, Bogor.
- Iswanto AH,Sucipto T, Azhar I,Coto Z,  
Febrianto F, 2010. Sifat Fisis  
Dan Mekanis Batang Kelapa  
Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq )  
Asal Kebun Aek Pancur  
Sumatra Utara Jurnal Ilmu dan  
Teknologi Hasil Hutan 3(1): 1-7
- Krisdianto. 2006. Anatomi dan Dimensi  
Serat Batang Kelapa Dalam dan  
Hibrida (*Cocos nucifera* L). Info  
Hasil Hutan.12 : (1). Pusat  
penelitian dan Pengembangan  
Hasil Hutan. Badan Penelitian  
dan Pengembangan Kehutanan  
Bogor.
- Oey Djoen Seng.1964. Berat Jenis Dan  
Jenis Jenis Kayu Indonesia Dan  
Pengertian Beratnya Kayu  
Untuk Keperluan Praktik.