

## ANALISIS SIFAT MEKANIS KAYU EBONY DI SULAWESI TENGAH

Bakri \*

### Abstract

*Ebony wood is kinds of wood which exist in tropical areas like Sulawesi Tengah. This wood generally is used to building material, handicrafts, and furniture. For making product, this wood is treated previously like heating and mechanical treatment. Mechanical properties in this wood is very important. In this research, testing of mechanical properties was done. Experimental method was used in this research where specimens were chose randomly in wood industry in Palu-Sulawesi Tengah. The results are: a) moisture content and density are 12.7% and 0.784; b) Mechanical properties like tensile strength with loading of fiber direction 219,66 MPa and elongation 14,05 %, compress strength 80,18 MPa, shear strength 9,15MPa, MOR and MOE are 157,19 MPa and 17.345,46 MPa respectively, and hardness with loading of perpendicular to fiber HB 144,67 and direction to fiber HB 141,38.*

**Key word:** *Ebony wood, Sulawesi Tengah*

### Abstrak

Kayu ebony atau kayu hitam merupakan jenis kayu yang tumbuh di daerah tropis seperti di Sulawesi Tengah. Jenis kayu ini digunakan sebagai bahan bangunan, kerajinan, dan furnatur. Dalam pembuatan barang jadi, kayu ebony (hitam) umumnya dilakukan perlakuan sebelumnya seperti pengeringan dan pengerjaan mekanis. Pengetahuan akan sifat mekanis dari jenis kayu ini sangat diperlukan. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian sifat mekanis berupa kuat tarik, kuat tekan, kuat geser, kuat lentur dan tingkat kekerasan.

Metode yang digunakan dalam pengujian kayu ebony yang diambil sampel secara random dari salah satu pengusaha kayu di Palu- Sulawesi Tengah adalah metode eksperimen. Dari hasil pengujian diperoleh a) kadar air dan berat jenisnya yaitu 12,7 % kadar air dan berat jenis, b) sifat mekanis kayu ebony yang diuji meliputi kuat tarik dengan pembebanan searah serat ( 219,66 MPa) dengan keuletan 14,05 %, kuat tekan searah serat (80,18 MPa), kuat geser searah serat (9,15MPa), kuat lentur /bending dalam hal ini adalah Modulus of Rupture (157,19 MPa) dan Modulus elastisnya adalah 17.345,46 MPa, dan tingkat kekerasan pada kayu eboni adalah HB 144,67 tegak lurus serat dan HB 141,38 yang searah serat.

**Kata kunci:** *Kayu eboni, Sulawesi Tengah*

### 1. Pendahuluan

Kayu ebony atau kayu hitam merupakan jenis kayu yang ada di daerah panas atau di daerah tropis seperti di Sulawesi Tengah. Jenis kayu ini banyak digunakan sebagai bahan bangunan, kerajinan, dan furnatur. Dalam pembuatan barang jadi dari kayu ebony (hitam) umumnya dilakukan perlakuan sebelumnya seperti pengeringan dan pengerjaan mekanis. Tapi hal ini hanya dilakukan sebatas untuk penggunaan bahan tersebut

tanpa melalui pengujian dalam mengetahui sifat mekanisnya lebih awal. Masyarakat umumnya mengenal kayu hitam (ebony) sebagai kayu yang kuat dan tahan lama. Hanya sebatas keadaan yang dilihat.

Berdasarkan hal tersebut, maka kami meneliti sifat mekanis kayu hitam berdasarkan kondisi kayu hitam yang ada di Sulawesi Tengah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi/ manfaat pada pengusaha kayu, pengrajin dan meubel khususnya

---

\* Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

kayu ebony, dan memberikan informasi kepada ilmuan dibidang material kayu tentang sifat- sifat mekanis kayu ebony yang ada di Sulawesi Tengah.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis kayu ebony di Sulawesi Tengah. Sifat mekanis kayu adalah sifat lentur, kuat tekan, kuat geser, kuat tarik dan kekerasan.

## 2. Studi Pustaka

### 2.1 Jenis Kayu Ebony

Umumnya, kayu hitam (ebony) adalah bagian dari Ebenaceae, yang merupakan jenis tumbuhan di daerah panas dan di daerah tropis. Kayu ebony adalah keras dan hitam. (www.inplease.com, 2003).

Ada beberapa jenis kayu hitam yang mempunyai garis-garis hitam atau dengan kecoklat-coklatan yang dinamakan kayu Calamander atau jenis Ebony. Jenis kayu ini antara lain adalah *Persimmon*. Kayu *Persimmon* terbatas penggunaannya dalam pembuatan barang (www.inplease.com, 2003).

Kayu ebony yang banyak tumbuh di Indonesia khususnya di Sulawesi dimana dalam bahasa setempat disebut sebagai kayu hitam (*Diospyros Celebica*) berasal dari famili Ebenaceae, mempunyai massa jenis sebagai berikut; Low 1010 kg/m<sup>3</sup>, Medium 1090 kg/m<sup>3</sup>, High 1270 kg/m<sup>3</sup>, dengan kandungan air rata-rata 15 % (Martawijaya, A, 1992).

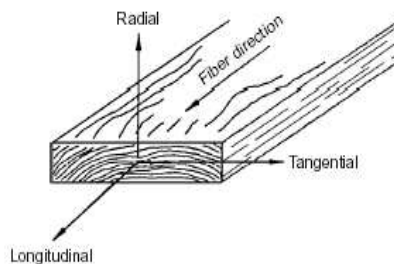
### 2.2 Sifat mekanis kayu

Kayu adalah bahan yang memiliki sel. Kayu merupakan bahan yang cukup kompleks karena sifatnya yang anisotropik

Anisotropik adalah struktur dan sifat-sifat bahan (kayu) berbeda dalam arah yang berlainan (radial, tangensial dan longitudinal) (Gambar 1).

Sifat-sifat kayu adalah kekuatan, kekerasan, kekakuan dan density (kepadatan). Dalam bahan yang berstruktur sederhana, berat jenis / density adalah sifat yang tidak tergantung pada struktur. Density sebagai indikasi dari sifat mekanis.

Density dan grafitasi spesifik sangat berhubungan dengan sifat mekanis kayu ( Haygreen and Bowyer, 1989). Di samping itu, kadar air (*moisture content*) dari kayu juga sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis kayu (Matan and Kyokong, 2003). Kekuatan dapat bervariasi sesuai dengan keadaan iklim atau pengeringan (Encarta Encyclopedia, 2000).



Gambar 1. Anisotropik, Arah serat pada kayu

Density kayu dikenal sebagai faktor yang mempengaruhi kekuatan kayu (Cown, 1992). Semakin tinggi density spesies kayu cenderung mempunyai kekuatan lebih besar dibanding dengan density yang lebih rendah dari spesies kayu (Addis Tsehaye et al., 1995b; Walker and Butterfield, 1996). Density kayu dapat diukur dengan menggunakan metode oven-dry dimana spesimen kayu dipotong sepanjang 25 mm arah melintang dan di oven pada temperatur 103° C ± 2° C sampai mencapai berat yang diinginkan. Volume seksi arah melintang ditentukan dari pengukuran dimensi fisik (Evertsen, 1988).

Sifat mekanis berkaitan dengan ketahanan material terhadap pembebanan. Parameter yang digunakan dalam penentuan sifat mekanis kayu berdasarkan dari Wood Handbook - Wood as an engineering material (1993) adalah:

#### a. Kekuatan tarik (tension)

Kekuatan tarik yang tegak lurus dengan serat, ketahanan kayu terhadap gaya yang bekerja tegak lurus dengan serat cenderung

membelah kayu. Nilai kekuatan ini dinyatakan dalam kekuatan rata-rata radial dan tangensial.

Kekuatan tarik yang sejajar dengan serat. Tegangan tarik maksimum dipertahankan pada arah sejajar dengan serat. Nilai *modulus of rupture* kadang-kadang digantikan untuk kekuatan tarik yang kecil pada kayu.

b. Kekuatan tekan (*compression*)

Kekuatan tekan yang sejajar dengan serat. Tegangan maksimum yang dipertahankan oleh beban tekan yang sejajar dengan serat kayu spesimen mempunyai rasio terhadap dimensi kurang dari 11.

Kekuatan tekan yang tegak lurus dengan serat, pada pembebanan ini belum jelas tegangan maksimumnya. Tegangan yang diperlukan adalah pada batas proporsional. Perhitungan terhadap kekuatan tekan yang tegak lurus dengan serat sama dengan perhitungan pada kekuatan tekan sejajar dengan serat.

c. Kekuatan Geser (*Shear*)

Kekuatan geser yang sejajar terhadap serat. Tujuannya adalah mengetahui kemampuan mempertahankan internal slip pada serat dengan serat lainnya.. Nilai kekuatan ini diperoleh dari rata-rata kekuatan pada bidang geser radial dan tangensial.

d. Kekuatan Lentur (*Bending*)

Sifat lentur adalah sangat penting dalam mendesain kayu. Banyak desain struktur yang terkait dengan kekuatan lentur atau beberapa fungsi lentur seperti defleksi yang merupakan kriteria pembatasan desain. Sifat mekanis yang dapat diperoleh dari uji lenturan adalah modulus *rupture* (MOR) dan modulus elastisitas (MOE).

Modulus *rupture* adalah beban maksimum pada lentur dan proporsional terhadap momen

maksimum. Modulus ini merupakan kriteria kekuatan.

Modulus elastisitas (MOE) menunjukkan ketahanan elastik material terhadap deformasi dibawah pembebanan. MOE terkait dengan hubungan proporsional tegangan regangan dan dapat dihitung dari kurva tegangan-regangan karena perubahan dalam tegangan menyebabkan perubahan dalam regangan.

e. Kekerasan (*hardness*)

Kekerasan umumnya didefinisikan sebagai ketahanan terhadap penekanan.

Nilainya direpresentasikan dengan nilai rata-rata kekerasan radial dan tangensial. Penentuan kekerasan pada kayu dapat ditentukan dengan pengujian kekerasan Brinell yang menggunakan bola penekan. Karakteristik spesifik seperti ukurannya atau kedalaman merupakan ukuran kekerasan.

### 3. Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan adalah metode eksperimen spesimen uji. Spesimen yang akan di uji adalah kayu hitam (eboni). Sebelum pengujian tarik, tekan, geser, lentur dan kekerasan terlebih dahulu berat jenis (*density*) kayu ebony harus diketahui dengan melakukan pengukuran terhadap *density*-nya dan penentuan kadar air (*moisture content*). Spesimen ini didapatkan dari pengusaha kayu atau dari sawmill.

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian bahan kayu hitam (Ebony) yang diambil dari saw mill secara random seperti berikut:

Akurasi data untuk pengujian tarik, tekan, geser, lentur dan kekerasan diperlukan spesimen minimal 10 buah, mengingat kayu hitam mempunyai struktur yang anisotropik dalam hal ini ketiga sisi kayu (radial, tangensial dan longitudinal) adalah tidak sama sifat mekanisnya. Pengujian ini dilakukan di

Laboratorium Teknik Mesin Untad dengan Universal Testing Machine (UTM).

Semua spesimen yang dibentuk di sesuaikan dengan standarisasi ISO 1975.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1 Kadar air dan Berat Jenis Kayu Ebony

Pengujian kadar air dan densitas/berat jenis kayu ebony yang diambil dari sawmill secara random. Dimensi kayu dan sifat mekanis elastis dan termal bergantung pada kadar air (moisture content). Kayu juga bersifat anisotropik yang artinya bahwa sifatnya berpengaruh pada arah serat. Sifat mekanis bergantung pada kedua sifat di atas. Dalam penelitian ini kami meninjau kedua karakter tersebut untuk kemudian penentuan sifat mekanis kayu dimana diperoleh kadar air 12.7 % dan berat jenis 0.784. Nilai kadar ini sudah mencapai kering udara di Indonesia berkisar antara 10-18%.

##### 4.2 Kekuatan tarik

Kekuatan dari suatu kayu tergantung pada seratnya. Kekuatan tarik spesimen yang searah dengan serat dapat dilihat pada Tabel 1. dimana dari 9 spesimen yang diuji terdapat variasi nilai kekuatan maksimum tarik pada spesimen. Hal ini disebabkan karena sifat kayu yang anisotropik dan juga karena pengaruh serat pada kayu ebony dan pada bagian ini bisa adanya knot sehingga pada saat ditarik terjadi konsentrasasi tegangan yang menyebabkan spesimen tersebut terjadi perpatahan dengan cepat.

Pada saat spesimen tarik di berikan beban maka serat kayu ebony mengalami pergeseran sedikit demi sedikit sampai mencapai retakan. Retakan yang terjadi dimulai dengan terjadinya bagian-bagian serat yang terputus sampai mencapai perpatahan total pada spesimen uji.

Untuk sejumlah spesimen yang dilakukan pengujian dapat diperoleh beban maksimum atau kekuatan/tegangan maksimum rata-rata yaitu 219,66 MPa.

Tabel 1. Nilai Kekuatan Tarik

No Spes.	Ukuran Spesimen (mm)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
1a	p=3.31 , l = 3.71	212.54	8.12
2a	p=3.88 , l = 4.21	229.57	19.00
3a	p=3.60, l = 4.07	122.17	29.00
4a	p=3.57, l = 4.44	246.68	11.62
5a	p=3.47 , l = 3.56	236.38	9.14
6a	p=3.98 , l = 4.71	215.51	15.44
7a	p=3.54, l = 4.02	236.81	8.70
8a	p=4.48, l = 4.99	238.42	14.44
9a	p=3.41, l = 4.42	238.85	10.98
Total		<b>219.66</b>	<b>14.05</b>

Nilai ini menunjukkan bahwa kayu eboni merupakan jenis kayu keras (hardwood).

Sedangkan elongasi rata-rata adalah 14,05 % yang menunjukkan regangan terbesar pada kayu eboni. Regangan ini sangat dipengaruhi oleh kekuatan serat antar serat begitu pula ikatan antar serat.

#### 4.3 Kekuatan tekan

Hasil pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2. tekanan yang diberikan pada spesimen menyebabkan timbulnya distorsi/pergeseran terhadap arah tegak serat.



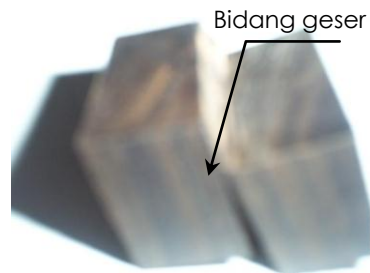
Gambar 2. Spesimen uji setelah diuji

Kekuatan tekan yang diperoleh dari hasil pengujian seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2 adalah 80,18 MPa. Kekuatan ini merupakan kekuatan kayu eboni menahan beban tekan yang searah atau sejajar dengan arah serat.

#### 4.4 Kekuatan geser

Dalam Gambar 3. terlihat spesimen uji yang telah mengalami pengujian geser, pada saat pembebanan, bidang geser mengalami distorsi pergeseran (slip) sampai mengalami kerusakan pada bagian daerah geser.

Kekuatan geser kayu eboni dapat ditunjukkan dalam Tabel 3. yang merupakan hasil pengujian dari 10 sampel yaitu 9,15 MPa.



Gambar 3. Spesimen uji geser setelah pengujian

Tabel 2. Nilai kuat tekan yang sejajar dengan serat

No Spes.	Ukuran	Kuat Tekan (MPa)
1b	20.37 x 20.32 x 60.98	84.00
2b	20.23x 20.23 x 61.57	81.00
3b	20.38 x 20.16 x 60.45	86.01
4b	20.53 x 20.43 x 60.57	74.91
5b	20.51 x 20.57 x 60.81	77.93
6b	20.33 x 20.36 x 61.36	81.90
7b	20.39 x 20.40 x 61.72	75.63
8b	20.41 x 20.40 x 61.05	68.71
9b	20.34 x 20.32 x 60.47	93.68
10b	20.31 x 20.43 x 60.71	78.01
	Rata -rata	<b>80.18</b>

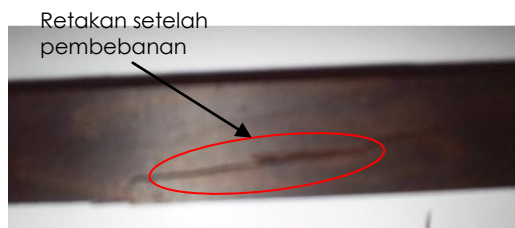
#### 4.5 Kekuatan lentur (Bending)

Posisi pembebanan lentur pada pengujian kayu ebony seperti pada Gambar 3. Beban diletakkan ditengah-tengah bentangan spesimen.



Gambar 3. Posisi perletakan spesimen uji

Dalam proses pembebanan, naiknya nilai pembebanan (gaya beban) pada spesimen uji menyebabkan naiknya defleksi/lendutan pada batang sampai mencapai beban maksimum. Namun, setelah beban turun nilai lendutan terus meningkat sampai spesimen mengalami retak/patahan (Gambar 4).



Gambar 4. Spesimen uji yang telah diuji

Tabel 3. Nilai Kuat Geser

No Spes.	Ukuran (mm)	P(kN)	A (mm <sup>2</sup> )	Kuat Geser (MPa)
1c	24.94 x 15.25	5.50	380.34	14.46
2c	24.93 x 15.05	2.81	375.20	7.49
3c	25.00 x 17.06	3.04	426.50	7.13
4c	24.90 x 16.54	3.20	411.85	7.77
5c	25.00 x 17.01	3.23	425.25	7.60
6c	24.90 x 14.15	2.72	352.34	7.72
7c	24.83 x 15.07	3.89	374.19	10.40
8c	25.07 x 15.65	5.25	392.35	13.38
9c	24.84 x 16.06	2.82	398.93	7.07
10c	24.81 x 16.87	3.56	418.54	8.51
Rata-rata				<b>9.15</b>

Tabel 5. Nilai MOR dan MOE

No Spes.	Ukuran Spesimen (mm)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
1d	b = 20.53, h = 20.34, L = 280	187.91	20,171.86
2d	b = 20.38, h = 20.22, L = 280	185.49	19,544.19
3d	b = 20.43, h = 20.43, L = 280	95.55	15,751.09
4d	b = 20.41, h = 20.41, L = 280	117.08	14,389.76
5d	b = 20.47, h = 20.45, L = 280	157.98	18,025.37
6d	b = 20.54, h = 20.51, L = 280	105.97	11,891.81

Tabel 5. (lanjutan)

No Spes.	Ukuran Spesimen (mm)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
7d	b = 20.35, h = 20.36, L = 280	169.78	18,532.94
8d	b = 20.24, h = 20.36, L = 280	183.72	19,115.57
9d	b = 20.40, h = 20.39, L = 280	199.07	20,468.78
10d	b = 20.43, h = 20.58, L = 280	169.40	15,563.28
	<b>Rata-rata</b>	<b>157.19</b>	<b>17,345.46</b>

Dari Tabel 5 terlihat bahwa nilai rata-rata dari modulus rupture (MOR) dari kayu ebony adalah 157,19 MPa. Nilai ini menunjukkan kekuatan lentur dari kayu eboni. Modulus ini digunakan sebagai kriteria kekuatan terhadap kayu eboni. Kekakuan dan elastisitas bahan dapat ditunjukkan dari nilai modulus elastis bahan. Modulus elastis (MOE) kayu eboni seperti pada Tabel 5 adalah 17.345,46 MPa. Modulus elastis kadang digunakan untuk menunjukkan kekakuan dari bahan/ material, maka dalam hal ini nilai modulus tersebut dapat digunakan dalam menunjukkan kekakuan dan ke elastisan kayu eboni.

#### 4.6 Kekerasan Kayu ebony

Umumnya kekerasan merupakan ketahanan terhadap penekanan. Pengukuran terhadap kekerasan dilakukan dengan cara penekanan terhadap permukaan spesimen uji.



Gambar 5. Spesimen kekerasan kayu ebony

Hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil pengujian yang diperoleh dari penekanan permukaan spesimen berbeda antara sisi tegak lurus serat (Tabel 6) dengan sisi ujung kayu /searah serat (Tabel 7). Nilai kekerasan pada kayu ebony yang ditekan pada sisi tegak lurus dengan serat adalah 144,67 HB. Sedang pada sisi yang searah serat adalah 141,38 HB. Dari kedua hasil ini terlihat tingkat kekerasan pada bagian sisi yang tegak lurus dengan penekanan lebih kecil dari pada yang searah serat hal ini disebabkan karena pada penekanan searah serat,

Tabel 6. Nilai Kekerasan Brinnel Kayu Ebony tegak lurus serat

No	P (kN)	d (mm)	HB
1	3.59	5.06	166.34
2	4.24	5.58	158.71
3	3.70	5.71	131.62
4	3.59	5.68	129.21
5	3.65	5.50	141.04
6	3.57	5.60	132.58
7	3.61	5.91	118.94
8	3.69	5.24	158.50
9	3.62	5.04	169.17
10	3.77	5.59	140.56
Rata-rata			<b>144.67</b>

Tabel 7. Nilai Kekerasan Brinnel Kayu Ebony searah serat

No	P (kN)	d (mm)	HB
1	3.65	5.55	138.26
2	3.60	5.55	136.37
3	3.81	5.69	136.59
4	4.31	5.97	138.82
5	3.59	5.14	160.79
6	3.52	5.46	138.21
7	3.66	5.42	146.05
8	4.49	5.91	147.93
9	3.94	5.68	141.81
10	3.93	5.92	128.99
Rata-rata			<b>141.38</b>

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian mekanis yang dilakukan pada kayu ebony yang di ambil secara random dari salah satu pengusaha kayu di Palu- Sulawesi Tengah, maka dapat disimpulkan :

- 1) Sebelum penentuan sifat mekanis kayu ebony terlebih dahulu diuji kadar air dan berat jenisnya yaitu 12,7 % kadar air dan berat jenis.
- 2) Sifat mekanis kayu ebony yang diuji meliputi kuat tarik dengan pembebanan searah serat ( 219,66 MPa) dengan keuletan 14,05 %, kuat tekan searah serat (80,18 MPa), kuat geser searah serat (9,15%), kuat lentur /bending dalam hal ini adalah Modulus of Rupture (157,19 MPa) dan Modulus elastisnya adalah 17.345,46 MPa, dan tingkat kekerasan pada kayu ebony adalah HB 144,67 tegak lurus serat dan HB 141,38 yang searah serat.
- 3) Hasil pengujian sifat mekanis diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi pengguna kayu ebony seperti pengusaha kayu, pengrajin dan meubel.

## 6. Daftar Pustaka

- Addis Tsehaye, A.H. Buchanan and J.C.F. Walker. (1995). *A comparison of density and stiffness for predicting wood quality. Or Density: The lazy man's guide to wood quality.* Journal of the Institute of Wood Science 13(6):539-543.
- Cown D.J. (1992). *Corewood (Juvenile Wood) in Pinus radiata - should we be concerned?* NewZealand Journal of Forestry Science 22(1): 87-95.
- Ebony, www. inplease.com, 2003 tanggal penelusuran 17 Februari 2004
- Encarta Encyclopedia, 2000.
- Evertsen, J.A. (1988). *Determination of Wood Quality in Sitka spruce Picea sitchensis (Bong.) Carr. by Destructive and Non - Destructive Methods.*
- Haygree, J.G. and Bowyer, J.L., 1989, *Forest Product and Wood Science*, Iowa State University Press, USA.
- Kasmujo (2001), *Identifikasi Kayu dan Sifat-sifat Kayu*, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Martawijaya, A. et.al (1992), *Indonesian Wood Atlas*, Vol. 1, AFPRDC, AFRD, Dept. of Forestry Bogor, Indonesia, p;35, Prosea 5(2) p; 191. Bogor
- Matan, N and Kyokong, B., 2003, *Effect of Moisture Content on Some Physical and Mecanical Properties of Juvenile Rubberwood (Hevea brasiliensis Muell. Arg.)*, Songklanakarin J. Sci. Technology, Vol. 25 No. 3 May - Juni.



- Wood Handbook - Wood as An Engineering Material (1993), United States Departemen of Agriculture.
- Walker, J.C.F. and B.G. Butterfield. (1996). The importance of the microfibril angle for the processing industries. New Zealand Forestry , Feb. 1996: 34-40.