

**KESAN KAEDAH RAWATAN HABA TERHADAP
SIFAT-SIFAT FIZIKAL, MEKANIKAL,
STRUKTUR ANATOMI DAN WARNA
KAYU JATI (*Tectona grandis*)**

LING YEW LUNG



UMS
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA**

**SEKOLAH PERHUTANAN TROPIKA
ANTARABANGSA
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
2011**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH
BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL : Kesan Kaedah rawatan haba terhadap sifat-sifat fizikal, mekanikal, struktur anatomi dan warna Kayu Jati (*Tectona grandis*)

IJAZAH: Sarjana Sains Perhutanan

SAYA LING YEW LUNG SESI PENGAJIAN: _____

mengaku membenarkan tesis (LPSM/Sarjana / Doktor Falsafah) ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau Kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTARAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD



[Handwritten Signature]

(TANDATANGAN PENULIS)

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Disahkan Oleh

[Handwritten Signature]

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Prof. Dr. Razak Wahab

Nama Penyelia

Tarikh: 15 Ogos 2011

Tarikh: 15 Ogos 2011

CATATAN:- *Potong yang tidak berkenaan.

** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa /organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan atau disertai bagi pengajian secara kerja kursus dan Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).

PENAKUAN

Karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan, ringkasan dan rujukan yang tiap-tiap satunya telah saya jelaskan sumbernya.

15 Ogos 2011

Ling Yew Lung

PF2007 - 8712



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGESAHAN PENYELIA

NAMA : **LING YEW LUNG**

NO. MATRIK : **PF2007- 8712**

TAJUK : **KESAN KAEDAH RAWATAN HABA TERHADAP SIFAT-SIFAT FIZIKAL, MEKANIKAL, STRUKTUR ANATOMI DAN WARNA KAYU JATI (*Tectona grandis*)**

IJAZAH : **SARJANA**

TARIKH VIVA : **4 MAC 2011**



1. PENYELIA
Prof. Dr. Razak Wahab

DIPERAKUKAN OLEH

UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

Tandatangan

PENGHARGAAN

Pertama sekali, saya ingin mengambil kesempatan ini untuk menyampaikan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia projek saya, Prof. Dr. Razak Wahab, atas bantuan dan tunjuk ajar serta panduan yang amat berharga yang telah diberikan oleh beliau sepanjang tempoh kajian ini. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada pensyarah-pensyarah lain terutamanya P. M. Dr Mahmud Hj Sudin yang memberikan bantuan dan tunjuk ajar secara langsung dan tidak langsung dalam menyempurnakan kajian ini. Tidak lupa juga kepada kakitangan Sekolah Perhutanan Tropika Antarabangsa yang telah banyak memberi bantuan kepada saya sepanjang kajian ini dijalankan.

Saya juga ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada pihak Syarikat Superwood Sdn Bhd kerana telah memberi balak kayu Jati untuk kajian ini, tidak lupa juga kepada semua pekerja Syarikat Superwood Sdn Bhd yang terlibat secara langsung dan tidak langsung dalam membantu saya mendapatkan sampel kayu.

Setinggi-tinggi penghargaan juga kepada Encik James Josue, iaitu Ketua Bahagian Sains Kayu Pusat Penyelidikan Hutan (FRC) kerana telah memberi kebenaran untuk menjalankan ujian menguji kekuatan mekanikal sampel di makmal FRC, Sepilok Sandakan. Begitu juga dengan kakitangan Bahagian Sains Kayu, Encik Misalam Kasmijan dan Encik Dafrinn Dewol, yang telah bertungkus-lumus membantu saya untuk menyiapkan ujian kekuatan mekanikal sampel kayu.

Di samping itu, saya ingin memberikan penghargaan yang tidak terhingga kepada isteri saya dan juga seluruh ahli keluarga saya atas sokongan dan juga bantuan yang tidak ternilai sepanjang kajian saya di Universiti Malaysia Sabah. Jasa yang telah disumbangkan oleh semua pihak akan sentiasa dikenang dan disanjung tinggi.

LING YEW LUNG
HF2007-8712
15 Ogos 2011

ABSTRAK

KESAN KAEDAH RAWATAN HABA TERHADAP SIFAT-SIFAT FIZIKAL, MEKANIKAL, STRUKTUR ANATOMI DAN WARNA KAYU JATI (*Tectona grandis*)

Dalam kajian ini, kayu Jati telah diberi rawatan haba dengan minyak kelapa sawit. Objektif penyelidikan ini adalah untuk menentukan kesan rawatan haba secara redaman minyak terhadap sifat fizikal, mekanikal, struktur anatomi sel dan warna kayu jati sebelum dan selepas rawatan. Teknik rawatan ini menggunakan suhu, tempoh masa rawatan, posisi balak, jenis kayu dan umur pokok sebagai parameter. Tahap suhu yang digunakan adalah 160°C, 200°C, dan 240°C, Tempoh rawatan selama 60 minit, 120 minit dan 180 minit. Parameter umur pokok yang dipilih adalah 10 tahun, dan 15 tahun. Jenis kayu adalah kayu teras dan kayu gubal, serta posisi kayu yang dipilih adalah pangkal (25% ketinggian), tengah (50% ketinggian) dan atas (75% ketinggian). Sifat fizikal kayu yang dirawat didapati amat dipengaruhi oleh faktor suhu dan tempoh rawatan. Bagi peratus kandungan lembapan nilainya menurun lebih dari 50% dengan aplikasi rawatan haba dengan peningkatan suhu dan tempoh rawatan. Kesan daripada penyerapan minyak menyebabkan berlaku peningkatan ketumpatan asas lebih dari 50 kg/m³. Rawatan haba ini juga dapat meningkatkan kestabilan dimensi kayu Jati, ini juga disebabkan oleh penyerapan kemungkinan minyak diserap masuk ke dalam sel-sel vesel kayu. Dalam masa yang sama kayu yang telah dirawat dengan rendaman minyak telah mengalami penurunan ketumpatan maksimum lebih daripada 30% kerana penyejatan kandungan air dalam kayu dan sebahagian ruang sel diganti oleh minyak yang mempunyai ketumpatan yang lebih rendah. Perubahan mekanikal selepas kayu dirawat dengan rendaman minyak didapati terdapat penurunan bagi kekuatan modulus pecahan iaitu lebih daripada 60% begitu juga dengan modulus kekenyalan dan, kekuatan mampatan. Dalam kajian ini, vesel dan parenkima diperhatikan dengan bantuan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Daripada imej yang diperhatikan menunjukkan perbezaan yang signifikan antara kayu gubal dan kayu teras. Diameter vesel, luas vesel dan ketebalan parenkima kayu menunjukkan penurunan yang ketara pada suhu rawatan 200°C dan 240°C. Merawat kayu pada suhu dan tempoh rawatan yang tertentu boleh mempertingkatkan penampilan warna kayu. Perubahan warna pada kayu gubal dan kayu teras diukur dengan menggunakan Minolta Chroma-meter CR-310 dan keputusannya ditampikan berdasarkan sistem warna koordinat iaitu CIE L*a*b*. Hasil keputusan ini menunjukkan bahawa peningkatan suhu pada tempoh rawatan tertentu menggelapkan tisu kayu. Penurunan di dalam nilai-nilai L* menggelapkan permukaan kayu sementara peningkatan nilai-nilai a* menyebabkan warna kayu berubah menjadi lebih merah dan penurunan nilai-nilai b* menyebabkan penurunan warna kuning pada kayu.

ABSTRACT

In this study, Teak wood has undergone heat treatment with palm oil. The objective of this research is to determine the impact and effectiveness of heat treatment on the damping oil to the physical, mechanical, anatomical structure of the cell and the color of teak wood before and after treatment. This treatment technique using temperature, duration of treatment, position of logs, wood type and year of tree as a parameter. Temperature levels used is 160 °C, 200 °C and 240 °C, treatment duration of 60 minutes, 120 minutes and 180 minutes. Parameters of the selected tree age are 10 years old, and 15 years. Wood type for these studies are sapwood and hardwood, and the position of the selected timber is the bottom (25% height), middle (50% height) and top (75% height). Physical properties of treated wood were found to be influenced by such factors as temperature and duration of treatment. For the percentage of moisture content values decreased more than 50% with the application of heat treatment with increasing temperature and duration of treatment. The effect of oil absorption leads to some increase in basic density more 50 kg/m³. This heat treatment can also improve the dimensional stability of teak, is also due to the absorption of small quantities of oil into the timber vessel cells. At the same time wood has been treated with the infusion of oil has decreased density more then 30% because of evaporation of water content in wood and partly replaced by the space oil has a lower density. Mechanical changes after infusion of wood treated with oil was found there was a decrease of the modulus of the breakdown strength, and modulus of elasticity, compression strength around 60%. In this study, vessels and Parenchyma observed with the aid of Scanning Electron Microscope (SEM). From the observed images show a significant difference between the sapwood and the hardwood, vessel diameter, vessel size and thickness of wood Parenchyma shows a significant decrease in the temperature treatment 200 °C and 240 °C. Wood treating temperature and duration of specific treatment may improve the appearance of wood color. Color changes in sapwood and hardwood sample measured by Minolta Chroma-meter CR-310 and the results show the system based on the color coordinates of CIE L, a* and b*. These results show that increasing the temperature on the specific treatment of darkened wood tissue. The decrease in the values of L * darkens the surface of the timber while the increase in the values of a * cause wood color becomes more red and a decrease in the values of b * cause a decrease in the yellow wood.*

KANDUNGAN

	Halaman
PENGAKUAN	i
PENGESAHAN PENYELIA	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KANDUNGAN	
SENARAI RAJAH	viii
SENARAI JADUAL	xviii
SENARAI SIMBOL	xx
SENARAI SINGKATAN	xxi
SENARAI GLOSARI	xxii

BAB 1 : PENGENALAN

1.1	Pengenalan	
1.1.1	Kayu <i>T. grandis</i>	1
1.1.2	Rawatan Haba	3
1.2	Ciri-ciri <i>T. grandis</i>	3
1.2.1	Ciri-ciri Fizikal Kayu	4
1.2.2	Ciri-ciri Mekanikal Kayu	4
1.2.3	Struktur Anatomi	4
1.3	Justifikasi	5
1.4	Objektif	6

BAB 2 : SOROTAN LITERATUR

2.1	Klasifikasi Kayu Jati	7
2.1.1	Ciri-ciri Pokok Jati (<i>T. grandis</i>)	8
2.1.2	Kayu Jati	10
2.1.3	Struktur Anatomi	11
2.2	Ciri-ciri Fizikal Kayu Jati	11
2.2.1	Kandungan Lembapan	11
2.2.2	Ketumpatan Maksimum	13
2.2.3	Ketumpatan Asas	14

2.2.4	Perubahan Dimensi	14
2.2.5	Warna	16
2.3	Ciri-ciri Mekanikal Kayu	16
2.3.1	Kekuatan Lentur Statik	16
2.3.2	Kekuatan Mampatan Selari dengan Ira	17
2.4	Mikroskop Elektron Pengimbas (SEM)	17
2.4.1	Struktur Mikrofibril	18
2.5	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sifat Fizikal dan Mekanikal Kayu	18
2.5.1	Spesies	18
2.5.2	Bahagian Pokok pada Batang	18
2.5.3	Bahagian Kayu	19
	2.5.3.1 Kayu Gubal	19
	2.5.3.2 Kayu Teras	19
2.5.4	Umur	20
2.5.5	Genetik	20
2.6	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sifat Kekuatan Kayu	20
2.6.1	Ketumpatan	21
2.6.2	Buku	21
2.6.3	Cerun Ira	22
2.7	Kegunaan Kayu Jati	23
2.8	Komponen Kimia bagi Kekuatan	23
2.8.1	Kandungan Kimia Kayu	25
2.9	Jenis-jenis Rawatan	26
2.9.1	Rawatan Haba	26
2.9.2	Kesan Rawatan Haba ke atas Sifat Fizikal dan Kekuatan Hasil Hutan Bukan Kayu	29
2.9.3	Kesan Rawatan Haba terhadap Kayu	29
2.9.4	Jenis-jenis Medium Pemanas	30
2.9.5	Ciri-ciri Minyak Kelapa Sawit	30
2.9.6	Proses Transformasi Kimia	31

BAB 3 : METODOLOGI

3.1	Ujian Fizikal dan Warna Kayu	33
3.1.1	Pengambilan dan Penyediaan Sampel Kayu	33
3.1.2	Penyediaan Sampel dan Radas Rawatan Haba	37
3.1.3	Proses Rawatan Haba	39
3.1.4	Pemilihan dan Pemetongan Sampel	40
3.1.5	Proses Pengujian Sampel Rawatan	40
	3.1.5.1 Penentuan Kandungan Lembapan	40

3.1.5.2	Penentuan Ketumpatan Maksimum Kayu	40
3.1.5.3	Penentuan Ketumpatan Asas Kayu	41
3.1.5.4	Penentuan Perubahan Dimensi	42
3.1.5.5	Ujian Perubahan Warna	42
3.2	Ujian Mekanikal Kayu	42
3.2.1	Pemilihan dan Pemotongan Sampel	43
3.2.2	Proses Pengujian Sampel Rawatan	43
3.2.2.1	Ujian Kekuatan Lentur Statik	43
3.2.2.2	Ujian Mampatan Selari dengan Ira	46
3.3	Struktur Anatomi	47
3.3.1	Penyediaan Sampel Ujian	47
3.3.2	Proses Pengujian Sampel Rawatan	47
3.4	Analisis Statistik	48
3.5	Rekabentuk Kajian	49

BAB 4 : KEPUTUSAN

4.1	Keputusan Ujian Fizikal	50
4.1.1	Perubahan Kandungan Lembapan <i>T. grandis</i>	50
4.1.1.1	Perubahan Kandungan Lembapan Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun Secara Kawalan	54
4.1.1.2	Perubahan Kandungan Lembapan Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	54
4.1.1.3	Perubahan Kandungan Lembapan Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	55
4.1.1.4	Perubahan Kandungan Lembapan Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	56
4.1.1.5	Perubahan Kandungan Lembapan Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun secara kawalan	60
4.1.1.6	Perubahan Kandungan Lembapan Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	60
4.1.1.7	Perubahan Kandungan Lembapan Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	61
4.1.1.8	Perubahan Kandungan Lembapan Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	62

4.1.2	Ketumpatan Maksimum	63
4.1.2.1	Perubahan Ketumpatan Maksimum Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun Secara Kawalan	65
4.1.2.2	Perubahan Ketumpatan Maksimum Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	65
4.1.2.3	Perubahan Ketumpatan Maksimum Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	66
4.1.2.4	Perubahan Ketumpatan Maksimum Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	66
4.1.2.5	Perubahan Ketumpatan Maksimum Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang berusia 15 Tahun Secara Kawalan	69
4.1.2.6	Perubahan Ketumpatan Maksimum Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	69
4.1.2.7	Perubahan Ketumpatan Maksimum Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	70
4.1.2.8	Perubahan Ketumpatan Maksimum Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	70
4.1.3	Ketumpatan Asas	72
4.1.3.1	Perubahan Ketumpatan Asas Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun Secara Kawalan	74
4.1.3.2	Perubahan Ketumpatan Asas Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	74
4.1.3.3	Perubahan Ketumpatan Asas Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	74
4.1.3.4	Perubahan Ketumpatan Asas Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	75
4.1.3.5	Perubahan Ketumpatan Asas Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun Secara Kawalan	78
4.1.3.6	Perubahan Ketumpatan Asas Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	78
4.1.3.7	Perubahan Ketumpatan Asas Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	79
4.1.3.8	Perubahan Ketumpatan Asas Sampel Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	79

4.1.4	Perubahan Warna Pada Kayu Selepas Melalui Rawatan Haba	80
4.1.5	Perubahan Dimensi	91
4.1.5.1	Perubahan Dimensi kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 10 Tahun Secara Kawalan	95
4.1.5.2	Nilai Perubahan Dimensi Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	95
4.1.5.3	Nilai Perubahan Dimensi Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	96
4.1.5.4	Nilai Perubahan Dimensi Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	98
4.1.5.5	Perubahan Dimensi kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 15 Tahun Secara Kawalan	103
4.1.5.6	Nilai Perubahan Dimensi Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 15 tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	103
4.1.5.7	Nilai Perubahan Dimensi Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 15 tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	104
4.1.5.8	Nilai Perubahan Dimensi Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 15 tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	106
4.2	Keputusan Ujian Mekanikal	109
4.2.1	Kekuatan Lentur Statik Berserenjang dengan Ira	109
4.2.1.1	Perubahan MOE dan MOR Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 10 Tahun Secara Kawalan	113
4.2.1.2	Perubahan MOE dan MOR Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	113
4.2.1.3	Perubahan MOE dan MOR Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	114
4.2.1.4	Perubaahn MOE dan MOR Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	115
4.2.1.5	Perubahan MOE dan MOR Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 15 Tahun Secara Kawalan	119
4.2.1.6	Perubahan MOE dan MOR Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	119
4.2.1.7	Perubahan MOE dan MOR kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	120

4.2.1.8	Perubahan MOE dan MOR Kayu <i>T. grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	121
4.2.2	Kekuatan Mampatan Selari dengan Ira	123
4.2.2.1	Perubahan Kekuatan Mampatan Selari dengan Ira (Modulus Kepecahan MOR) Sampel Kayu <i>T. Grandis</i> yang Berusia 10 Tahun Secara Kawalan	125
4.2.2.2	Nilai Modulus Kepecahan (MOR) Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	125
4.2.2.3	Nilai Modulus Kepecahan (MOR) Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	126
4.2.2.4	Nilai Modulus Kepecahan (MOR) Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 10 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	126
4.2.2.5	Perubahan Kekuatan Mampatan Selari dengan Ira (Modulus Kepecahan MOR) Sampel Kayu <i>T. Grandis</i> yang Berusia 15 Tahun Secara Kawalan	130
4.2.2.6	Nilai Modulus Kepecahan (MOR) Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 160°C	130
4.2.2.7	Nilai Modulus Kepecahan (MOR) Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 200°C	131
4.2.2.8	Nilai Modulus Kepecahan (MOR) Sampel Kayu <i>T.grandis</i> yang Berusia 15 Tahun dengan Rawatan Haba Pada Suhu 240°C	131
4.3	Struktur Anatomi	134
4.3.1	Kesan Rawatan Haba ke atas Struktur Anatomi Sel Vessel Kayu <i>T. grandis</i>	135
4.3.2	Kesan Rawatan Haba ke atas Struktur Anatomi Sel Serat Kayu <i>T. grandis</i>	137

BAB 5 : PERBINCANGAN

Ciri-ciri Fizikal	138
Ciri-ciri Mekanikal	145
Mikroskop Elektron Pengimbas (SEM)	148
Hasil Analisis Data	149

BAB 6 : KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan 150

6.2 Cadangan 154

RUJUKAN 155



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Rawatan haba adalah satu kaedah menggunakan haba untuk mengubah ciri-ciri kayu terutamanya untuk menambahbaik ciri-ciri fizikal kayu. Rawatan haba menggunakan haba sebagai faktor yang mengubah struktur kimia kayu untuk menghasilkan perubahan ciri-ciri kayu. Haba dipindah kepada kayu dengan menggunakan medium iaitu minyak kelapa sawit, suhu untuk rawatan haba adalah antara 160-240°C dengan jangkamasa antara 1-3 jam. Rawatan haba pada suhu yang tinggi akan menurunkan ciri-ciri mekanikal (MOE dan MOR) kayu. Kayu spesies *Tectona grandis* atau lebih dikenali sebagai kayu Jati dari hutan ladang dengan umur pokok 10-15 tahun telah diguna dalam kajian ini.

1.1.1 Kayu *T. grandis*

Kayu *T. grandis* mempunyai potensi yang tinggi dalam industri perkayuan dan telah lama digunakan sebagai bahan untuk membuat perabot dan bahan ukiran. Kayu *T. grandis* bukan sahaja mempunyai nilai estetika yang tinggi malah di pasaran ia dijadikan pilihan utama sebagai kayu bermutu tinggi. Selain daripada kualiti kayu *T. grandis* yang baik, kayu ini juga mempunyai kekuatan yang tinggi, mempunyai permukaan yang menarik, mudah diproses, mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap serangan serangga perosak dan haiwan. Malah ia boleh hidup dan tumbuh pada keadaan cuaca yang berlingkungan besar dan jenis tanah berbeza (Albert, 1995).

Kayu balak yang digunakan oleh industri perkayuan diperolehi dari hutan semulajadi, tetapi bekalan kayu menjadi semakin berkurangan dari tahun ke tahun akibat penggunaan berlebihan disebabkan oleh pertambahan penduduk dunia dan permintaan yang tinggi di pasaran. Ini mendorong pihak yang terlibat secara langsung dalam sektor ini untuk mencari alternatif lain bagi memastikan bekalan kayu balak untuk industri perkayuan sentiasa mencukupi dan berterusan. Sebagai langkah mengurangkan tekanan terhadap pembalakan dari hutan semulajadi, perladangan hutan telah diwujudkan bagi memastikan sumber balak dapat diperolehi secara berkekalan. Di Malaysia, penubuhan

ladang hutan telah semakin berkembang dan mendapat perhatian dari pihak kerajaan dan swasta. Pemilihan beberapa spesies dengan kadar pertumbuhan yang cepat telah diperkenalkan untuk penanaman di ladang hutan. Menurut Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (FRIM) (1996), hutan ladang menjadi semakin penting dalam membekalkan sumber kayu di seluruh dunia. Terdapat beberapa hutan ladang yang berjaya di kawasan Pacific Asia seperti hutan ladang *Pinus radiata* di New Zealand dan Australia, *Araucaria* di Australia dan Papua New Guinea, *Tectona grandis* (Jati) di Thailand dan Indonesia serta *Acacia mangium* di Malaysia dan Indonesia.

Pokok *T. grandis* telah berjaya ditanam di Sabah dan Semenanjung Malaysia dengan pertumbuhannya yang cepat. Kayu *T. grandis* adalah berkualiti tinggi, menjadikan ia spesies gantian yang baik dan mempunyai potensi yang tinggi untuk mendapatkan nilai yang tinggi (Bobby *et al.*, 1995). *T. grandis* merupakan spesies ladang yang terkenal sebagai spesies pokok balak yang berkualiti di hutan tropika. Ia mendapat pujian yang baik dalam industri perkayuan dan permintaan daripada pelanggan adalah lebih tinggi daripada stok yang sedia ada (Ahmad *et al.*, 1998). Pokok *T. grandis* dari ladang dikatakan lebih berkualiti berbanding dengan pokok *T. grandis* dari hutan asli. Namun pokok *T. grandis* dari hutan asli adalah lebih bersifat kepelbagaian berbanding dengan *T. grandis* dari hutan ladang. Walaupun pertumbuhan bagi pokok ladang adalah lebih cepat berbanding pokok dalam hutan asli, tetapi ia telah ditunjukkan bahawa hubungan antara tahap pertumbuhan dan kekuatan kayu adalah tidak setanding (Sekar, 1972; Nair & Mukerjee, 1957). Kajian oleh FRIM (1996) menunjukkan bahawa kayu *T. grandis* yang ditebang selepas berusia 15 tahun adalah setanding dengan kebanyakan kayu dari hutan asli yang lain, tetapi ia adalah tidak sebaik seperti kayu *T. grandis* yang berasal dari hutan asli yang berumur lebih daripada 60 tahun.

Pokok *T. grandis* telah dipilih untuk kajian ini adalah kerana nilai ekonominya disamping ia mempunyai status pertumbuhan yang cepat dan pokok *T. grandis* mempunyai tempoh kematangan yang pendek iaitu lebih kurang 10-15 tahun (Kondas, 1995). Pokok *T. grandis* mempunyai ciri-ciri yang boleh dibandingkan dengan pokok dari hutan asli. Kayu *T. grandis* dari hutan ladang telah mula digunakan dalam industri perkayuan secara komersial bagi memenuhi pasaran dunia yang menghadapi kebutuhan kayu bagi industri pemprosesan kayu.

1.1.2 Rawatan Haba

Proses pengawetan merupakan salah satu proses yang dijalankan bagi memastikan kayu mempunyai ketahanan yang tinggi dan tidak mudah diserang oleh serangga perosak serta kulat. Ini dapat meningkatkan jangka hayat atau umur kayu tersebut. Penyelidikan ini dijalankan adalah untuk meningkatkan kualiti kayu supaya produk yang bakal dihasilkan dapat bertahan lama dan bermutu tinggi serta mesra alam. Rawatan haba menggunakan minyak masak sebagai media rawatan merupakan salah satu pilihan yang baik kerana ianya mesra alam, senang diperolehi dan mempunyai darjah pemanasan yang tinggi. Selain itu, ciri-ciri perekatan dari kayu *T. grandis* yang telah melalui proses rawatan haba dapat dijalankan penyelidikannya bagi mengetahui adakah ia membantu dalam peningkatan kekuatan sebagai nilai tambah dalam industri perindustrian.

Hasil dari kajian yang dijalankan terhadap buluh menggunakan minyak kelapa sawit (Razak *et al.*, 2004) didapati telah memberi nilai perubahan pada sifat ketahanan fizikal dan mekanikal buluh. Buluh yang dirawat didapati mempunyai daya ketahanan terhadap serangan kulat dan serangga perosak serta dapat meningkatkan kestabilan dimensi buluh. Penggunaan produk dan bahan dalam proses pengawetan yang lebih mesra alam dan tidak memudaratkan kesihatan manusia telah mendapat perhatian di seluruh dunia. Oleh itu para pengeluar produk perlulah bersikap proaktif dengan menggunakan bahan yang tidak memudaratkan kesihatan dan alam sekitar untuk terus bersaing di pasaran antarabangsa. Para penyelidik telah berusaha mencari kaedah terbaik untuk meningkatkan sifat ketahanan semulajadi, fizikal dan mekanikal bahan berkayu tanpa menggunakan bahan kimia dalam proses rawatan. Rawatan haba telah diperkenalkan di Eropah dikenali sebagai *Thermowood* (Finland), *Plato-process* (Belanda), *Retification* (Perancis), *proses Oil Trement* (Jerman) yang menjadi alternatif proses pengawetan bahan berkayu (Treu *et al.* 2001; Rapp dan Sailer, 2001; Militz dan Tjeerdsma, 2001; Leithoff dan Peek, 2001; Vernois, 2001; Syrjanen dan Kestopuu, 2001; Jamsa dan Viitaniemi, 2001). Kesan daripada perkembangan ini, penyelidikan dari (FRIM) Razak dan Hashim (2002) telah membangunkan satu proses rawatan haba yang berasaskan minyak dari sumber organik yang digunakan dalam kajian ini.

1.2 Ciri-ciri Kayu *T. grandis*

Kayu merupakan sumber semulajadi alam yang penting dan telah menjadi sebahagian daripada kehidupan manusia sejak dari zaman dahulu lagi. Ciri-ciri kayu yang asli

pelbagai guna menyebabkan ia menjadi bahan utama dalam pembuatan perabot, parket, perumahan, bahan hiasan, bahan api dan industri penghasilan pulpa dan kertas. Dalam pemilihan kayu untuk sesuatu kegunaan biasanya ciri-ciri fizikal, mekanikal dan anatomi adalah antara faktor yang akan dipertimbangkan. Kayu dari ladang hutan adalah dalam lingkungan 20 tahun telah boleh digunakan setelah mempertimbangkan nilai ekonominya. Akibat daripada usia pokok dari hutan ladang adalah jauh lebih muda dari hutan asli maka rawatan adalah amat diperlukan bagi memastikan kayu ini mempunyai daya ketahanan yang tinggi. Proses rawatan dilakukan bagi memastikan kayu berada dalam satu tahap yang selamat daripada serangan kulat dan serangga. Pada masa yang sama dapat meningkatkan kualiti kayu serta dapat meningkatkan jangka hayat atau ketahanan semulajadi kayu tersebut.

1.2.1 Ciri-ciri Fizikal Kayu

Kayu *T. grandis* dikategori sebagai kayu keras yang mempunyai ketumpatan 700 kg/m^3 (Soepardi, 1956). Melalui kajian yang dijalankan ini dapat mengetahui melalui rawatan haba adakah akan meningkatkan ciri-ciri fizikal kayu *T. grandis* dari ladang hutan sekaligus dapat memaksimumkan kegunaan spesies kayu dari ladang hutan. Antara faktor fizikal yang diuji dalam kajian ini adalah kandungan lembapan, ketumpatan maksimum, ketumpatan asas, perubahan dimensi dan warna.

1.2.2 Ciri-ciri Mekanikal Kayu

Biasanya terdapat dua cara untuk menentukan kekuatan kayu, iaitu ujian penggunaan dan ujikaji makmal. Antara kedua-dua ujian tersebut, ujian penggunaan dianggap mempunyai kelebihan kerana ia dijalankan semasa kayu digunakan. Manakala ujikaji makmal merupakan ujian mekanikal dengan menggunakan mesin ujian mekanikal. Antara ujian yang boleh dijalankan dengan menggunakan mesin ialah kekuatan mampatan, kekuatan ricih, lentur statik dan kekerasan (Desch, 1973). Dalam kajian ini ujian mekanikal yang dijalankan adalah kekuatan lentur statik dan kekuatan mampatan selari dengan nilai yang diukur ialah, MOE dan MOR.

1.2.3 Struktur Anatomi

Kajian terhadap struktur anatomi kayu selepas melalui rawatan haba boleh dijadikan faktor penentu di dalam menentukan kebolehgunaannya dan dari segi kepentingan ekonomi yang melibatkan penggunaan kayu ini dalam operasi pemprosesan.

Permerhatian terhadap fotomikrograf Mikroskop Elektron Pengimbas (SEM) boleh mengesan pelbagai sifat dan ciri-ciri struktur di dalam kayu yang mempunyai hubungkait dengan sifat-sifat fizikal dan mekanikal kayu. Selain itu sifat anatomi kayu juga boleh digunakan untuk menentukan spesies kayu. (Weiner dan Liese, 1988; Yududibroto, 1980; Bhat, 1992).

1.3 Justifikasi

Kayu *T. grandis* dari hutan asli adalah dalam lingkungan lebih dari 40 tahun, akibat permintaan yang tinggi di pasaran, kini adalah sukar untuk mencari kayu *T. grandis* yang diperolehi daripada hutan asli dengan usia 40 tahun. Kayu *T. grandis* yang diperolehi daripada hutan ladang adalah dalam lingkungan usia 12-24 tahun, kayu ini akan mempunyai nisbah kayu gubal yang tinggi berbanding dengan kayu teras ini telah menjadi satu masalah kepada industri perkayuan kerana terdapat perbezaan warna sangat ketara.

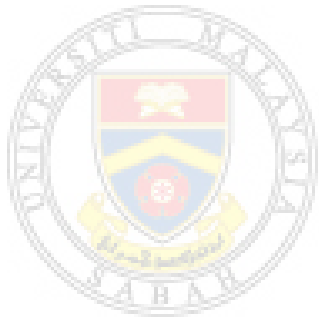
Fokus utama kajian ini dijalankan adalah untuk mengkaji dan melihat ciri-ciri fizikal, warna, mekanikal dan struktur anatomi kayu selepas rawatan haba. Minyak kelapa sawit digunakan sebagai medium rawatan. Rawatan haba mampu untuk meningkatkan warna kayu gubal kepada hampir sama dengan kayu teras, dalam masa yang sama meningkatkan daya dan ketahanan semulajadi kayu. Hasil kajian ini juga menentukan suhu rawatan dan masa rawatan yang paling berkesan dalam menghasilkan kayu yang mempunyai kekuatan fizikal, mekanikal dan warna yang paling optimum untuk industri perkayuan.

Minyak kelapa sawit dipilih sebagai medium haba dalam kajian ini kerana ia adalah lebih murah dan mesra alam (Razak *et al.*, 2004). Rawatan haba akan menghasilkan kayu yang berwarna lebih gelap berbanding dengan kayu yang tidak menjalani proses rawatan haba. Rawatan haba akan meningkatkan sifat ketelapan kayu (Giebeler, 1983). Menurut kajian yang telah dibuat, suhu dan masa yang berlainan digunakan dalam rawatan haba, kerana suhu dan masa yang berlainan boleh mempengaruhi ciri-ciri pada kayu. Ujian fizikal yang dijalankan terhadap kayu adalah kandungan kelembapan, ketumpatan maksimum, ketumpatan asas, perubahan dimensi dan warna. Ujian mekanikal adalah untuk menguji kekuatan pada, termasuklah kekuatan lenturan statik berserenjangan dengan ira dan kekuatan mampatan selari dengan ira.

1.4 Objektif

Fokus utama kajian ini adalah menentukan suhu dan masa rawatan yang paling optimum untuk rawatan haba bagi kayu *T. grandis* dengan menggunakan medium mesra alam, iaitu minyak kelapa sawit. Sehubungan itu, objektif-objektif spesifik dalam kajian ini adalah seperti berikut:

1. Mengkaji kesan rawatan haba terhadap aspek fizikal dan warna kayu *T. grandis* yang berusia 10 tahun dan 15 tahun.
2. Mengkaji kesan rawatan haba terhadap aspek mekanikal kayu *T. grandis* yang berusia 10 tahun dan 15 tahun.
3. Membandingkan perubahan struktur anatomi sel kayu *T. grandis* selepas diberi rawatan haba.



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BAB 2

SOROTAN LITERATUR

2.1 Klasifikasi Kayu Jati (*Tectona grandis*)

Jati merupakan spesies pokok daripada *famili Verbenaceae* nama saintifik yang sinonim adalah *Jatus grandis (L.F.) kuntze*, *Tectonia theca lour*, *Theka grandis (L.F.) lam*. Jadual 2.1 adalah nama saintifik yang telah digunakan oleh pengkaji sains.

Jadual 2.1 : Klasifikasi *Tectona Grandis*

<i>Domain</i>	<i>Eukaryota</i>
<i>Kingdom</i>	<i>Plantae</i>
<i>Subkingdom</i>	<i>Viridaeplantae</i>
<i>Phylum</i>	<i>Tracheophyta</i>
<i>Subphylum</i>	<i>Euphyllophytina</i>
<i>Infraphylum</i>	<i>Radiatopses</i>
<i>Class</i>	<i>Maqnoliopsida</i>
<i>Sub class</i>	<i>Lamiida</i>
<i>Superorder</i>	<i>Lamianae</i>
<i>Order</i>	<i>Lamiales</i>
<i>Family</i>	<i>Verbenaceae</i>
<i>Sub family</i>	<i>Eurytominae</i>
<i>Tribe</i>	<i>Tectoneae</i>
<i>Genus</i>	<i>Tectona</i>
<i>Specific epithet</i>	<i>Grandis</i>
<i>Botanical name</i>	<i>Tectona grandis</i>

Sumber : Wikipedia *Scientific Classification*

Tectona grandis mempunyai banyak nama tempatan yang berbeza mengikut tempat antaranya, ia dikenali sebagai *Oak India*, *Teak Tree*, *Teak wood* sebagai nama dalam sebutan bahasa Inggeris, *dalanang*, *djati* dalam sebutan bahasa Filipina, *Teck (French)* dan banyak lagi mengikut negara. Di Malaysia, spesies ini dikenali sebagai pokok Jati ataupun *Teak*.

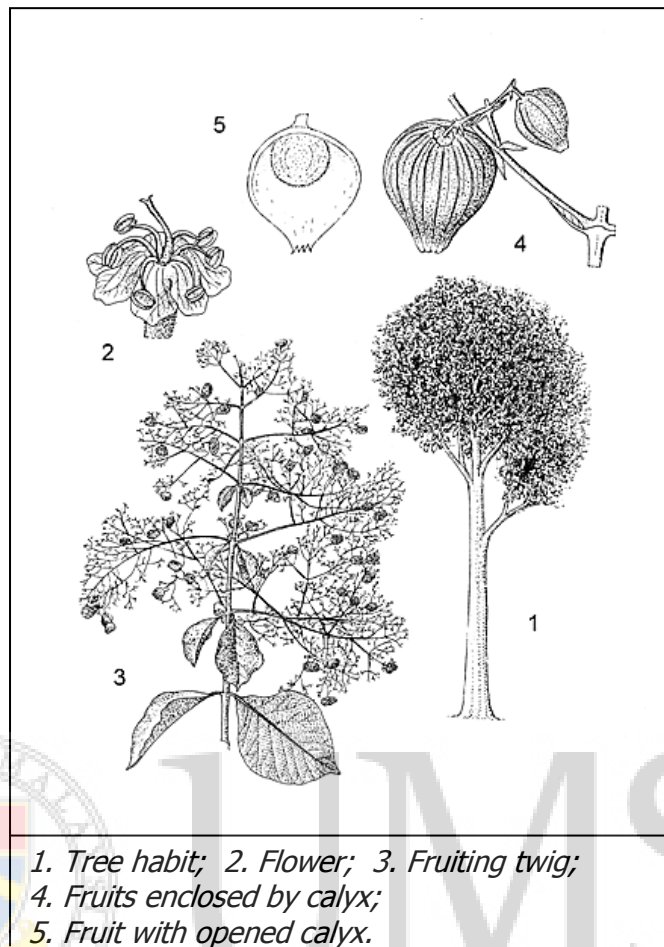
Menurut Pusat-pusat Sejadi di Sabah pokok Jati telah diperkenalkan di Sabah dan ditanam oleh sebuah syarikat di Kota Marudu pada tahun 1926. Ranting-ranting pokok

Jati telah diguna sebagai alat untuk mengeringkan tembakau di dalam udara. Pada tahun 1992, ladang yang besar telah dilaksanakan di Sejati (Telupid), Boonrich (Lahad Datu), dan Balung (Tawau) (Harris, 1995). Pada masa itu, negara lain juga cuba untuk menanam pokok Jati di tempat yang berlainan tetapi mendapat keputusan yang tidak memuaskan (Harris, 1995).

2.1.1 Ciri-ciri Pokok Jati (*T. grandis*)

Pokok Jati merupakan antara spesies kayu yang terkenal dan dikategorikan dalam genus yang mengandungi 4 spesies. Pokok ini dijumpai meliar di kawasan barat India dan di Timur Jawa, dimana pertumbuhannya sangat meluas di dalam hutan (Brazley, 1981). Habitat semula bagi pokok Jati adalah dalam cuaca monsun yang taburan hujan dari 1250 mm to 3800 mm (Zuhaidi *et al.*, 1998) dan suhu optima diantara 15°C to 40°C.

Bunga pokok Jati adalah dalam kelopak besar dan mempunyai buah kecil di sekelilingnya seperti dalam Rajah 2.1. Jati merupakan pokok yang meluruskan daun dan boleh mencapai saiz pokok yang sangat besar 30 hingga 40 meter tinggi. Batang pokoknya berwarna putih, kulit yang merekah dengan dalam. Daun disusun berpasangan, berbentuk eliptik, runcing dan boleh memcapai panjang sehingga 30 cm (Lutschert & Beese, 1981). Pokok Jati adalah lebih fleksibel kepada tanah-tanah dan ia boleh tumbuh atas tanah yang lain. Walaubagaimanapun, kualiti bagi pertumbuhan pokok Jati adalah bergantung kepada kedalaman, struktur, pembebasan air dan kapasiti mengandungi kandung lembapan pada tanah. Secara amanya, ciri-ciri tanah yang mendalam dan pembebasan air adalah ciri yang paling diingin (Zuhaidi *et al.*, 1998). Jati biasanya terdapat di kawasan tanah yang berbukit atau tanah yang beralun tetapi kadang-kadang di kawasan tanah lapang dengan tanah yang mengandungi *alluvium* (Everrett, 1969).



Rajah 2.1 : Ciri-ciri Umum *Tectona grandis*

Sumber : *Plant Resources of South-East Asia*

Pokok Jati dari ladang dikatakan lebih berkualiti berbanding dengan pokok Jati dari hutan asli Sanwo (1987). Namun pokok Jati dari hutan asli adalah lebih bersifat kepelbagaian penggunaan berbanding dengan Jati dari hutan ladang. Walaupun pertumbuhan bagi pokok ladang adalah lebih cepat berbanding pokok dalam hutan asli. (Sekar, 1972; Nair & Mukerjee, 1957). Kajian oleh Sanwo (1987) berdasarkan pokok yang dominan, ko-dominan dan sub-dominan dari ladang pokok Jati yang berusia 27 tahun di Nigeria menunjukkan kadar pertumbuhan tidak mempunyai sebarang pengaruh ke atas graviti spesifik. Secara amnya, pokok Jati mempunyai kekuatan yang tinggi pada bahagian atas dan pangkal manakala lebih rendah pada bahagian tengah (Sanwo, 1978). Kayu Jati dari ladang yang berumur 20 tahun yang tumbuh di kawasan berair di India juga menunjukkan keputusan yang sama (Kondas, 1995). Kajian oleh FRIM (1996) menunjukkan bahawa kayu Jati yang ditebang selepas berusia 15 tahun adalah sama dengan kebanyakan kayu asli yang lain, tetapi ia adalah tidak sebaik seperti kayu Jati

yang berasal dari hutan asli yang berumur lebih daripada 60 tahun. Bagi memaksimumkan kegunaan oleh spesies ladang hutan, kajian dan proses pembangunan adalah sangat penting. Sektor ini telah menjalankan kajian seperti proses untuk rawatan haba, rawatan kimia, tisu kultur dan kejuruteraan pengubahsuaian untuk meningkatkan kekuatan dan kualiti untuk kayu.

2.1.2 Kayu Jati

Kayu Jati adalah dikategorikan sebagai kayu gergaji yang mempunyai pelbagai kegunaan. Bukan sahaja kayu Jati mempunyai nilai dalam sektor seni malah juga kerana ia mempunyai kualiti yang tinggi telah menyebabkan kayu Jati menjadi kayu gergaji yang utama dalam sektor pembuatan perabot, *carving*, *panel* dan bahan pembangunan yang berkualiti tinggi (Albert, 1995).

Kayu Jati merupakan kayu keras ringan di Malaysia yang mempunyai ketumpatan 700 kg/cm^3 (Soepardi, 1956). Sifat-sifat ini menjadikan Jati sebagai balak yang mudah untuk dikerjakan dengan ira yang cantik dan gelang pertumbuhan menjadikan Jati digemari untuk perabot, panel dinding, papan lapis, venir, pintu dan bingkai kayu. Teksturnya agak kasar dan tidak merata dengan arah serat lurus dan kadang-kadang agak berpadu. Permukaan kayu licin dan berminyak dan lingkaran dapat dilihat dengan jelas pada sisi melintang ataupun radius, sering kali memberi gambaran yang indah, berbau seperti kayu lama (Harris, 1995).

Bagi balak Jati kayu teras dan kayu gubal kedua-duanya dapat digunakan, kayu teras mempunyai kualiti yang sangat baik dengan warna coklat keemasan, coklat muda atau coklat kekelabuan. Kehadiran bahan berminyak dalam kayu Jati memberikan permukaan yang berkilau pada kayu Jati (Martawijaya & kartasujana, 1977). Banyak kaedah telah digunakan untuk meningkatkan lagi ciri-ciri Jati seperti pewasapan dengan ammonia untuk meningkatkan kegelapan warna coklat keemasan (Harris, 1995). Kayu gubal mempunyai warna kuning keemasan yang cerah berwarna putih atau kelabu kekuningan dan kegunaan kayu boleh ditingkatkan dengan pelbagai rawatan. Kayu gubal Jati tidak lebar. Teknologi terkini menjadikan kayu Jati boleh digunakan untuk pelbagai kegunaan untuk menghasilkan venir, bilah dan pakat (Chuan & Tangau, 1991).