

**SIFAT-SIFAT ASAS DAN KUALITI KAYU SENTANG
(*Azadirachta excelsa*) PADA UMUR YANG BERBEZA.**

MOHD. TAMIZI BIN MUSTAFA

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA
2003**

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, dengan khudrat dan iradatNya, yang dikurniakan kepada saya, maka saya berupaya melaksanakan projek Ijazah Sarjana ini. Sesungguhnya ilmuNya itu cukup luas dan terlalu sedikit yang kita ketahui.

Jutaan terima kasih diucapkan kepada Prof. Madya Dr. Rokiah Hashim selaku penyelia utama dan Prof Madya Dr. Othman Sulaiman selaku penyelia bersama kerana memberi bimbingan dan tunjuk ajar yang cemerlang di sepanjang perjalanan projek ini. Jutaan terima kasih juga diucapkan kepada Ketua Pengarah FRIM (Dato' Dr. Haji Abd. Razak Mohd. Ali), Dr. Abd. Latif Mohmood, Dr. Razak Wahab, Roszilah Abdullah, Wan Tarmeze Wan Ariffin, Dr. Mohd. Dahlan Jantan, Arshad Omar, Hamdan Husin, Majidah Ariffin, Rozita Ahmad, Esah Ariffin, Mohd. Amir Afiq serta kakitangan dari Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia kerana sudi menghulurkan tangan membantu menjayakan projek ini. Budi baik Dato', tuan-puan sekalian hanya Allah yang mampu membalasnya.

Sekalong budi dan jutaan terima kasih diucapkan kepada kedua ayahanda dan bonda tercinta, ayahanda mertua dan bonda mertua serta keluarga kerana memberi galakkan dan sokongan moral di samping doa yang diberikan. Kepada isteri tercinta (Roszilah Abdullah) serta anak-anak tersayang (Mohd. Amir Afiq, Fatima Zahirah dan Fatima Hazirah), terima kasih kerana pengorbanan, dorongan, galakan dan sokongan moral kalian.

JADUAL KANDUNGAN

	Muka surat
MUKA SURAT JUDUL	i
PENGHARGAAN	ii
JADUAL KANDUNGAN	iii
SENARAI JADUAL	ix
SENARAI GAMBAR	xiii
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI GAMBARAJAH	xvii
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xx
BAB 1 PENGENALAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.1.1 Pokok sentang	1
1.2 Objektif secara am	2
1.2.1 Tujuan kajian	2
1.2.2 Sifat kualiti yang dibuat kajian	3
1.2.3 Mengapa umur 8 dan 40 tahun dipilih dalam kajian ini	5
BAB 2 TINJAUAN LITERATUR	7
2.1 Taburan Pokok sentang	7
2.1.1 Mengapa Sentang ?	8
2.2 Bentuk fizikal Pokok sentang	9
2.3 Kayu	10
2.4 Struktur Kayu sentang	11
2.5 Sifat fizikal	11
2.5.1 Ketumpatan	11

2.5.2	Sifat ketahanan	12
2.6	Sifat mekanikal	13
2.7	Sifat pengeringan	14
2.8	Sifat permesinan	14
2.9	Sifat kemasiahan dan penglitupan	15
2.10	Sifat kimia	16
2.10.1	Bahan ekstraktif	16
2.10.2	Pengaruh bahan ekstraktif terhadap penggunaan kayu	18
2.10.3	Kandungan abu dan komponen tak organik	19
2.11	Kualiti kayu	19
2.11.1	Sifat kreteria warna	19
2.12	Sudut sentuhan air	20
2.13	Kesan cuaca terhadap kayu	21
BAB 3 KAJIAN ASAS TERHADAP KETUMPATAN KAYU		23
3.1	Tujuan	23
3.2	Penyediaan sampel dan ujian	24
3.3	Keputusan dan perbincangan	26
3.3.1	Keputusan kajian asas terhadap ketumpatan kayu	26
3.4	Perbincangan terhadap ketumpatan kayu	27
3.5	Kesimpulan	28
BAB 4 KAJIAN ASAS TERHADAP SIFAT KIMIA		29
4.1	Tujuan	29
4.2	Penyediaan sampel dan ujian	29
4.2.1	Proses pengekstrakan	30
4.3	Keputusan dan perbincangan	32
4.3.1	Kesan bahan ekstraktif pada kayu yang berbeza umur	32
4.3.2	Kesan bahan ekstraktif pada kayu yang berbeza bahagian	33
4.3.3	Kesan bahan ekstraktif terhadap ketumpatan kayu	34
4.4	Kesimpulan	35

BAB 5 KAJIAN TERHADAP SIFAT ASAS KANDUNGAN ABU DAN TAK ORGANIK KAYU	37
5.1 Kajian terhadap sifat asas kandungan abu kayu	37
5.1.1 Tujuan	37
5.1.2 Penyediaan sampel dan ujian	37
5.1.3 Keputusan dan perbincangan	39
5.1.3.1 Nilai purata kandungan abu pada umur, bahagian dan ketumpatan kayu yang berbeza	39
5.1.4 Kesimpulan	41
5.2 Kajian terhadap sifat asas kandungan unsur tak organik kayu	42
5.2.1 Tujuan	42
5.2.2 Penyediaan sampel dan ujian	42
5.2.3 Keputusan dan perbincangan	44
5.2.3.1 Kesan purata nilai kandungan bahan tak organik bagi umur dan bahagian kayu yang berbeza	44
5.2.3.2 Kesan kandungan bahan tak organik dengan peratus kandungan abu	45
5.2.4 Kesimpulan	46
BAB 6 KESAN SIFAT ASAS TERHADAP KUALITI KAYU SENTANG DARI SEGI KELUNTURAN WARNA AKIBAT PENDEDAHAN LUARAN	47
6.1 Tujuan	47
6.2 Penyediaan sampel dan ujian	47
6.3 Keputusan dan perbincangan	51
6.3.1 Kesan umur dan bahagian kayu yang berbeza terhadap purata nilai perubahan warna (AE), selepas pendedahan.	51
6.3.1.1 Kesan perubahan warna (AE) mengikut umur	52
6.3.1.2 Kesan perubahan warna (AE) mengikut bahagian	53

6.3.2	Kesan umur dan bahagian kayu yang berbeza terhadap purata nilai kecerahan (W) selepas pendedahan.	54
6.3.2.1	Kesan kecerahan (W) mengikut umur	55
6.3.2.2	Kesan kecerahan (W) mengikut bahagian	56
6.3.3	Kesan umur dan bahagian kayu yang berbeza terhadap purata nilai L* selepas pendedahan.	59
6.3.3.1	Kesan perubahan L* mengikut umur	60
6.3.3.2	Kesan perubahan L* mengikut bahagian	60
6.3.4	Kesan umur dan bahagian kayu yang berbeza terhadap purata nilai a* selepas pendedahan.	61
6.3.4.1	Kesan perubahan a* mengikut umur	62
6.3.4.2	Kesan perubahan a* mengikut bahagian	62
6.3.5	Kesan umur dan bahagian kayu yang berbeza terhadap purata nilai b* selepas pendedahan.	63
6.3.5.1	Kesan perubahan b* mengikut umur	64
6.3.5.2	Kesan perubahan b* mengikut bahagian	65
6.4	Kesimpulan	65
 BAB 7 KESAN SIFAT ASAS TERHADAP KUALITI PERMUKAAN KAYU		 67
7.1	Kesan sifat asas terhadap kualiti kekasaran permukaan	67
7.1.1	Tujuan	67
7.1.2	Penyediaan sampel dan ujian	67
7.1.3	Keputusan dan perbincangan	70
7.1.3.1	Kesan umur terhadap purata nilai kekasaran permukaan	72
7.1.3.2	Kesan bahagian terhadap purata nilai kekasaran permukaan	74
7.1.3.3	Kesan potongan kayu terhadap purata nilai kekasaran permukaan	76
7.1.3.4	Kesan arah ujian terhadap purata nilai kekasaran permukaan	78

7.1.3.4	Kesan pempelasan terhadap purata nilai kekasaran permukaan	78
7.1.4	Kesimpulan	79
7.2	Kesan sifat asas terhadap struktur permukaan menggunakan mikroskop pengimbas elektron	80
7.2.1	Tujuan	80
7.2.2	Penyediaan sampel dan ujian	80
7.2.3	Keputusan dan perbincangan	81
7.2.3.1	Kesan umur terhadap anatomi kayu	81
7.2.3.2	Kesan bahagian terhadap anatomi kayu	82
7.2.3.3	Kesan muka potongan terhadap anatomi kayu	83
7.2.4	Kesimpulan	88
7.3	Kesan sifat asas terhadap kualiti ketelapan air pada permukaan kayu	89
7.3.1	Tujuan	89
7.3.2	Penyediaan sampel dan ujian	89
7.3.3	Keputusan dan perbincangan	92
7.3.3.1	Kesan umur kayu terhadap sifat ketelapan air	93
7.3.3.2	Kesan bahagian kayu terhadap sifat ketelapan air	96
7.3.3.3	Kesan potongan permukaan terhadap terhadap sifat ketelapan air	100
7.3.4	Kesimpulan	103
7.4	Kesan sifat asas terhadap sifat ketahanan geseran permukaan	104
7.4.1	Tujuan	104
7.4.2	Penyediaan sampel dan ujian	104
7.4.3	Keputusan dan perbincangan	107
7.4.3.1	Kesan umur kayu terhadap ketahanan geseran permukaan	108
7.4.3.2	Kesan bahagian terhadap ketahanan geseran permukaan	111

7.4.3.3 Kesan potongan permukaan terhadap ketahanan geseran permukaan	111
7.4.4 Kesimpulan	115
BAB 8 KESIMPULAN KESELURUHAN DAN CADANGAN SELANJUTNYA	116
8.1 Perbincangan keseluruhan	116
8.2 Kesimpulan kajian	119
8.3 Cadangan kajian selanjutnya	120
RUJUKAN	121
LAMPIRAN	126

SENARAI JADUAL

Jadual	Mukasurat
2.1 Taburan keluasan ladang Pokok sentang diseluruh Semenanjung Malaysia.	9
2.2 Sifat mekanikal kayu ini yang berumur 5 dan 10 tahun	14
2.3 Sifat-sifat permesinan terhadap Kayu sentang	15
2.4 Kandungan komponen kimia kayu	16
2.5 Warna-warna kayu-kayu popular Malaysia yang hampir dengan Kayu sentang.	20
3.1 Purata ketumpatan kayu mengikut umur dan bahagian kayu.	26
3.2 Purata ketumpatan mengikut perbezaan bahagian	26
4.1 Purata peratus berat bahan ekstatif dikira berdasarkan kepada berat kayu selepas kering ketuhar.	32
4.2 Hubungan ketumpatan dengan peratus bahan ekstraktif	35
5.1 Nilai purata peratus kandungan abu dan kehilangan berat selepas pembakaran.	39
5.2 Nilai purata peratusan dan nilai bahagian persejuta, unsur-unsur tak organik yang terdapat dalam Kayu sentang	44
5.3 Hubungan kandugan abu dengan unsur-unsur tak organik utama dalam kayu	46
6.1 Nilai perubahan warna (ΔE) mengikut umur dan bahagian kayu	51
6.2 Purata nilai kecerahan (W) mengikut umur dan bahagian kayu.	54

6.3	Purata nilai L^* mengikut umur dan bahagian kayu.	59
6.4	Purata nilai a^* mengikut umur dan bahagian kayu	61
6.5	Purata nilai b^* mengikut umur dan bahagian kayu	63
7.1.1	Nilai purata kekasaran permukaan kayu berumur 8 tahun	69
7.1.2	Nilai purata kekasaran permukaan kayu berumur 40 tahun	71
7.1.3	Nilai purata kekasaran permukaan mengikut umur kayu	73
7.1.4	Nilai purata kekasaran permukaan mengikut bahagian kayu	75
7.1.5	Nilai purata kekasaran permukaan mengikut muka potongan kayu	77
7.1.6	Nilai purata kekasaran permukaan mengikut arah ujian	78
7.1.7	Nilai purata kekasaran permukaan hasil pempelasan dengan kertas pasir berbeza grit	79
7.3.1	Nilai purata sudut sentuhan air mengikut umur, bahagian dan muka potongan kayu.	92
7.3.2	Nilai purata sudut sentuhan air mengikut umur kayu.	94
7.3.3	Nilai purata sudut sentuhan air mengikut bahagian kayu.	99
7.3.4	Nilai purata sudut sentuhan air mengikut potongan kayu.	101
9.1	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap ketahanan geseran permukaan kayu	126
9.2	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap kekasaran mengikut arah selepas pempelasan dengan kertas pasir 100 grit	127
9.3	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap kekasaran melintang arah selepas pempelasan dengan	128

	kertas pasir 100 grit	
9.4	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap kekasaran purata selepas pempelasan dengan kertas pasir 100 grit	129
9.5	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap kekasaran mengikut ira selepas pempelasan dengan kertas pasir 300 grit	130
9.6	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap terhadap kekasaran melintang ira selepas pempelasan dengan kertas pasir 300 grit	131
9.7	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap kekasaran purata selepas pempelasan dengan kertas pasir 300 grit	132
9.8	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap sudut sentuhan air pada 15 saat.	133
9.9	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap sudut sentuhan air pada 30 saat.	134
9.10	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap sudut sentuhan air pada 45 saat.	135
9.11	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap sudut sentuhan air pada 60 saat.	136
9.12	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap sudut sentuhan air pada 90 saat.	137

9.13	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap warna 1 bulan pendedahan	138
9.14	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap warna 2 bulan pendedahan	139
9.15	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap warna 3 bulan pendedahan	140
9.16	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap kecerahan warna (W) permulaan.	141
9.17	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap kecerahan warna (W) 1 bulan pendedahan	142
9.18	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap kecerahan warna (W) 2 bulan pendedahan	143
9.19	Analisa variasi kesan umur, bahagian dan potongan muka kayu terhadap kecerahan warna (W) 3 bulan pendedahan	144

SENARAI GAMBAR

Gambar	Mukasurat
1.1 Pokok sentang berusia lima tahun diplot percubaan Merlimau, Melaka.	3
5.1 Analisis dijalankan menggunakan Spectrometer plasma kupel teraruh (ICP). Cerapan bacaan diperohi dari komputer menggunakan Operasi “Xemic System V”.	43
6.1 Spesimen didedahkan kepada keadaan luaran dalam jangkamasa panjang.	48
6.2 Kaedah cerapan bacaan yang diambil dengan menggunakan “Chromameter”.	48
6.3 Contoh carta bagi menggambarkan perubahan warna bagi menilai keputusan.	50
7.1.1 Kaedah membuat cerapan bacaan mengikut ira dengan menggunakan “Roughness meter” (Meter kekasaran permukaan).	68
7.1.2 Pandangan sisi kedudukan jarum bagi menguji kekasaran pada permukaan “Roughness meter” (Meter kekasaran permukaan).	69
7.2.1 Permukaan tangan kayu gubal 40 tahun (pembesaran 45x)	84
7.2.2 Permukaan jejari kayu gubal 40 tahun (pembesaran 45x)	85
7.2.3 Permukaan tangan kayu teras 40 tahun (pembesaran 45x)	85
7.2.4 Permukaan jejari kayu teras 40 tahun (pembesaran 45x)	86
7.2.5 Permukaan tangan kayu gubal 8 tahun (pembesaran 45x)	86

7.2.6	Permukaan jejeri kayu gubal 8 tahun (pembesaran 45x)	87
7.2.7	Permukaan tangen kayu teras 8 tahun (pembesaran 45x)	87
7.2.8	Permukaan jejeri kayu teras 8 tahun (pembesaran 45x)	88
7.3.1	Perbandingan diantara titisan air pada kawalan berbanding dengan titisan air pada permukaan kayu dimana nilai unian sudut sentuhan diperolehi.	91
7.4.1	Mesin ujian geseran “Navy-type abrasion tester”	106

SENARAI RAJAH

Rajah	Mukasurat	
3.1	Menunjukkan bahagian pembelahan kayu balak untuk dijadikan pepapan dan pengasingan kayu gubal dan teras	25
4.1	Nilai purata peratus kuantiti bahan ekstraktif yang terhasil melalui pengekstrakan menggunakan petroleum eter dan metanol	34
6.1	Nilai purata perbezaan warna (ΔE) bagi umur dan bahagian kayu yang berbeza	52
6.2	Nilai purata kecerahan (W) bagi umur dan bahagian kayu yang berbeza	55
6.3	Nilai purata L^* bagi umur dan bahagian kayu yang berbeza	60
6.4	Nilai purata a^* bagi umur dan bahagian kayu yang berbeza	62
6.5	Nilai purata b^* bagi umur dan bahagian kayu yang berbeza	64
7.3.1	Nilai purata sudut sentuhan air kayu berumur 8 tahun bagi bahagian gubal dan teras	95
7.3.2	Nilai purata sudut sentuhan air kayu berumur 40 tahun bagi bahagian gubal dan teras	96
7.3.3	Nilai purata sudut sentuhan air bagi kayu gubal yang berbeza umur	99
7.3.4	Nilai purata sudut sentuhan air bagi kayu teras yang berbeza umur	100
7.3.5	Nilai purata sudut sentuhan air bagi permukaan jejari bagi umur dan bahagian kayu yang berbeza.	102
7.3.6	Nilai purata sudut sentuhan air bagi permukaan tangen bagi umur dan bahagian kayu yang berbeza.	102

7.4.1	Nilai purata peratus kehilangan berat akibat geseran pada kayu berumur 8 tahun	107
7.4.2	Nilai purata peratus kehilangan berat akibat geseran pada kayu berumur 40 tahun	108
7.4.3	Nilai purata peratus kehilangan berat akibat geseran pada kayu dari bahagian teras yang berbeza umur dan potongan muka	109
7.4.4	Nilai purata peratus kehilangan berat akibat geseran pada kayu dari bahagian gubal yang berbeza umur dan potongan muka	110
7.4.5	Nilai purata peratus kehilangan berat akibat geseran pada muka jejari yang berbeza umur dan bahagian kayu	113
7.4.6	Nilai purata peratus kehilangan berat akibat geseran pada muka tangen yang berbeza umur dan bahagian kayu	114

SENARAI GAMBARAJAH

Gambarajah	Mukasurat
3.1 Menunjukkan kaedah pembelahan kayu balak untuk dijadikan sampel dari bahagian gubal dan teras	26
7.1.1 Alat ujian kekasaran permukaan	74
7.1.2 Kedudukan jarum pada specimen bagi mengesan atau membuat cerapan bacaan kekasaran permukaan kayu	75
7.3.1 Kaedah sudut sentuhan diukur	98
7.4.1 Penyediaan spesimen dengan melekatkan pada pemegang pada kedudukan jejari dan tangen	112

ABSTRAK

Kajian ini mengkaji kesan sifat asas iaitu ketumpatan, peratus kandungan bahan ekstraktif yang diekstrak dengan Metanol dan Petroleum eter serta kandungan abu dan unsur-unsur tak organik di dalam kayu terhadap kualiti Kayu sentang (*A. excelsa*). Kayu sentang (*A. excelsa*) yang berbeza umur iaitu 8 dan 40 tahun, bahagian kayu iaitu gubal dan teras serta potongan permukaan tangen dan jejari dikaji. Dalam kajian ini, terdapat dua kesan utama yang diberi tumpuan iaitu kesannya terhadap kualiti permukaan kayu dan kelunturan warna kayu apabila didedahkan selama 3 bulan. Kesan terhadap kualiti permukaan kayu yang dikaji adalah kekasaran permukaan, ketahanan geseran, pemerhatian menggunakan Mikroskop pengimbas elektron (SEM) dan sudut sentuhan air. Ketumpatan kayu ini adalah sekitar $454 - 562 \text{ kgm}^{-3}$ bagi kedua-dua peringkat umur. Bahan ekstraktif yang diekstrak dengan petroleum eter adalah rendah dan pengekstrakan menggunakan metanol lebih tinggi iaitu 3.00 % hingga 5.33 %. Semakin tinggi umur semakin tinggi bahan ekstraktif. Manakala bahagian teras mempunyai peratusan bahan ekstraktif yang lebih tinggi. Kandungan abu bagi kayu ini hampir sama walaupun umur yang berbeza iaitu 1.87 hingga 2.33 %. Terdapat 3 unsur utama bahan tak organik iaitu kalium, kalsium dan magnesium. Unsur-unsur lain dengan nilai persejuta ialah natrium, kuprum, zinkam, manganan, ferum dan nikel. Nilai warna bagi kayu ini L^* (64.01 – 74.28), a^* (6.50 – 11.55) dan b^* (17.14 – 22.32). Nilai perubahan warna (ΔE) dan kecerahan (W) dari warna asal berubah berkadar terus dengan jangkamasa pendedahan. Semakin lama pendedahan, semakin besar perubahan warna. Kekasaran permukaan kayu berumur 40 tahun lebih kasar dari kayu berumur 8 tahun. Serapan air adalah lebih mudah bagi kayu muda berbanding kayu tua. Bahagian kayu gubal lebih mudah

menyerap air dari bahagian kayu teras. Ketahanan terhadap geseran didapati kayu tua lebih rentan berbanding dengan kayu muda. Kualiti kayu berusia 8 tahun sudah boleh menyamai ciri-ciri yang dimiliki oleh kayu yang berusia 40 tahun.

BASIC PROPERTIES AND QUALITY OF SENTANG (*Azadirachta excelsa*)

WOOD AT DIFFERENT AGE

ABSTRACT

This study attempts to assess the wood basic characteristics such as density, percentage of extractive content using methanol and petroleum ether extraction method as well as the ash content and the inorganic elements. The quality of Sentang (*A. excelsa*) wood, both tangential and radial surface of sapwood and heartwood of 8 and 40 year old were studied. In this study the were two main effect that were given emphasis that is effect on surface wood quality and colour change after three months exposure. The wood surface quality studied were surface roughness, abrasive resistance, scanning electron microscope observation and water contact angle. The density of wood ranges between 454 and 562 kgm⁻³ for both age level. The extractive compound obtained using petroleum ether had a lower value as compared to methanol extraction which had a higher value of 3.00 to 5.33 %. The higher age level and the heart wood portion showed a higher percentage of extractive. Ash content of this wood showed no much different irrespective of age. That is between 1.87 to 2.33 %. Three main inorganic element found were potassium, calsium and magnesium. Other element in part per million were sodium, cupper, zinc, manganese, iron and nikel. Colour value for this wood L* (64.01 – 74.28), a* (6.50 – 11.55) and b* (17.14 – 22.32). The colour difference (ΔE) and whiteness (W) from the original colour changes directly proportional to the duration of exposure. The longer exposure, the greater is the color changes. The surface roughness of 40 years old is greater than the 8 years old. The water absorption of younger age wood was easier than the older wood, so too with sapwood portion when compared to heartwood portion. The

abrasive resistance of older wood was greater than the younger wood. The wood quality of 8 years old wood was almost comparable to the characteristic of 40 years old.

BAB 1 : PENGENALAN

1.1 PENDAHULUAN

1.1.1 Pokok sentang

Pokok sentang adalah dalam genera *Azadirachta* dan nama saintifiknya *Azadirachta excelsa*. Pokok ini tergolong dalam keluarga Meliaceae. Spesies lain dalam genera *Azadirachta* termasuklah Pokok mambu (*Azadirachta indica*) dan Pokok sudu atau neem (*Azadirachta indica var siamensis*) (Ahmad *et al.*, 1997). Di Semenanjung Malaysia ianya dikenali sebagai “Sentang gajah” atau “Sentang bawang”, manakala di Sabah ianya dipanggil “Ranggau” atau “Limpaga”. Di Sarawak pula dipanggil “Ranggu” atau “Sentang” (Kijjar, 1995). Di kalangan negara Asia Tenggara pokok ini dikenali dengan berbagai nama. Di Thailand dikenali dengan “Tiam” atau “Sadao-chang” (Schmutterer, 1993). Di Filipina pula dikenali dengan nama “Marango” atau “Kalantus” (Kikjar, 1995). Manakala di Myanmar pula ianya dikenali dengan nama “Tamaka”.

Kayu yang dihasilkan dari Pokok sentang di kategorikan sebagai kayu kurang popular, sebaliknya kayu dari famili ini telah banyak diperdagangkan di seluruh dunia. Mengikut Mohd. Tamizi (2001) melalui beberapa kajian yang dilakukan di Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia menunjukkan pelbagai barangan boleh dihasilkan. Antaranya adalah perabot dari venir berperekat, perabot kayu padu, pepapan dari venir hirisan, meja, barangan kraf, kabinet dan sebagainya. Warnanya yang kemerahan dan kayunya dalam kumpulan kayu keras ringan adalah sangat menarik dibuat perabot, ukiran, bahan binaan, paneling, papanlapis, kotak bungkusan, rumah, boat, piano, kotak cerut dan sebagainya (Jacob, 1961; Burgess, 1966; Corner, 1988; Schumuttere & Doll, 1993; Noraini, 1997).

Di Papua New Guinea, kayu ini digunakan untuk penghasilan pintu dan kayak (Sunarno *et al.*, 1995; Burgess, 1966; Kijkar & Boontawee 1995).

Sekiranya diperbandingkan kayu ini dengan kayu lain yang diperdagangkan, jelas kita dapati bahawa kualiti kayu ini adalah tinggi. Barangan yang dihasilkan adalah mencapai piawaian antarabangsa. Kajian yang dilakukan oleh Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia mengenai penerimaan pasaran yang telah dijalankan sempena Pameran Perabut Antarabangsa tahun 2000 di Pusat Dagangan Dunia Putra, Kuala Lumpur, didapati lebih 90% pengunjung bersedia menjadikannya perabot rumah dan sedia membelinya dengan meletakkan dalam kategori perabut kelas tinggi ke pertengahan tinggi dari segi mutunya (Mohd. Tamizi *et al.*, 2001).

1.2 OBJEKTIF SECARA AM

1.2.1 Tujuan Kajian

Kajian dilakukan terhadap Pokok sentang memandangkan spesis ini mempunyai potensi besar sebagai pokok hutan peladangan bagi membekalkan kayu untuk masa hadapan. Spesis yang mempunyai ciri-ciri tumbesaran yang cepat memang berpotensi dan menjadi kriteria utama untuk digunakan sebagai pokok peladangan hutan. Tetapi, adakah ianya memenuhi keperluan untuk digunakan sebagai kayu berbagai guna?. Melalui kajian ini diharap ianya memberikan keyakinan terhadap pembuat dasar mengenai potensi penanaman dan penggunaan kayu ini sebagai bahan mentah untuk keperluan negara dimasa depan. Kajian sifat asas ini akan menentukan kualiti hasil akhir yang dikeluarkan. Terutama mengenai umur serta bahagian kayu yang berbeza.



Gambar 1 : Pokok sentang berusia lima tahun
di Plot Percubaan Merlimau, Melaka

1.2.2 Sifat kualiti yang dibuat kajian

Tujuan kajian yang dilakukan didalam tesis ini adalah untuk mengetahui dari segi kualiti serta sifat-sifatnya melalui kajian saintifik bagi menilai mutu Kayu sentang yang berlainan umur iaitu 8 tahun dan 40 tahun. Kayu gubal dan kayu teras dikaji dari segi sifat asas merangkumi ketumpatan, sifat kimia, kandungan abu dan bahan tak organik serta kesannya terhadap kelunturan warna kayu apabila didedahkan kepada cuaca, serta sifat permukaan kayu terhadap sudut sentuhan air, ketahanan geseran, kekasaran permukaan dan sifat anatomi kayu melalui pemerhatian menggunakan mikroskop pengimbas elektron (Scanning electron microscope - SEM).

Melalui kajian ketumpatan, maklumat mengenai sifat kayu ini pada umur dan bahagian yang berbeza akan diperolehi. Ini membantu dari segi keupayaan penggunaan kayu ini serta sifatnya sebelum sesuatu proses dilakukan. Lazimnya ketumpatan kayu yang tinggi mempunyai sifat ketahanan fizikal yang tinggi. Ketumpatan selalunya diberi perhatian dan mempunyai hubungan langsung dengan kekuatan secara am, kekerasan dan kualiti penggunaannya. (Lim, 1983).

Kajian terhadap sifat kimia, abu dan bahan tak organik akan membantu kita mengetahui kandungan bahan kimia pada umur dan bahagian yang berbeza. Kandungan bahan kimia secara langsung dan tidak langsung akan mempengaruhi sifat kayu. Perekatan, kemasiapan, pengeringan, permesinan dan sebagainya akan memberi kesan dengan kehadiran bahan kimia tersebut.

Kajian terhadap kelunturan warna akibat pendedahan kepada pancaran cahaya matahari akan memberi maklumat mengenai sifat kayu ini apabila digunakan untuk menghasilkan barangan bagi kegunaan luaran. Ianya akan menjawab persoalan bagaimana sifat dan kualiti kayu ini sekiranya didedahkan kepada matahari.

Kajian terhadap kekasaran permukaan akan memberi maklumat mengenai sifat permukaan kayu ini samaada ianya jenis kayu yang berira kasar atau halus. Biasanya kayu yang mempunyai permukaan yang kasar ianya mempunyai ira yang terbuka, manakala kayu yang permukaannya halus mempunyai ira yang tertutup. Maklumat ini akan membantu kita bagi merawat permukaan kayu sebelum dan semasa kemasiapan. Kaedah penyediaan permukaan sebelum kemasiapan perlu dilakukan terhadap permukaan kayu yang mempunyai ira yang kasar.

Kajian terhadap daya serapan air dengan menggunakan kaedah sudut sentuhan akan membantu kita menilai sifat kayu ini dari segi serapan air. Sifat ini penting kerana beberapa aktiviti penggunaan kayu melibatkan keupayaan serapan seperti dalam kerja-kerja perekatan dan kemasiapan. Ini kerana aktiviti-aktiviti tersebut melibatkan penggunaan bahan pelarut. Maklumat yang diperolehi akan membantu kita menyediakan bahan perekatan atau bahan kemasiapan yang bersesuaian dengan sifat kayu ini. Pada kebiasaannya, kayu yang mempunyai daya serapan yang tinggi, perekat yang disediakan biasanya mempunyai kandungan bahan pejal yang rendah dan pelarut yang tinggi. Sebaliknya kandungan bahan pejal yang tinggi dan pelarut yang rendah dalam perekat digunakan bagi kayu yang mempunyai sifat daya serapan yang rendah.

Kajian terhadap daya ketahanan geseran dilakukan bagi menguji sifat kayu ini seolah-olah ianya digunakan sepertimana kegunaan sebenar sebagai lantai. Maklumat yang diperolehi akan membantu kita mengetahui sifat kayu ini dan kesesuaian penggunaannya sebagai bahan untuk membuat lantai atau penggunaan yang secukup dengannya. Ketahanan geseran bagi kayu yang berbeza umur dapat diketahui dan kita boleh merancang penggunaan dan kesesuaiannya sekiranya ianya amat berbeza. Sebaliknya, sekiranya maklumat yang diperolehi tidak menunjukkan perbezaan yang ketara, ini membantu kita untuk menggunakan kayu yang berusia muda bagi industri pembuatan lantai atau kegunaan yang setara dengannya.

1.2.3 Mengapa kayu umur 8 dan 40 tahun dipilih dalam kajian ini?

Dalam kajian ini, Kayu sentang berumur 8 tahun dan 40 tahun digunakan. Kayu muda dari ladang diperbandingkan sifatnya dengan kayu yang matang berumur 40 tahun. Keputusan ujian permesinan yang dijalankan terhadap Kayu sentang berumur 8 tahun menunjukkan

ianya sudah boleh digunakan (Mohd. Tamizi *et al.*, 1999). Ini menjadi pendorong untuk kajian selanjutnya diselidiki mengenai kualiti kayu ini dari sifat dan sudut yang lain. Kayu sentang yang berusia 40 tahun diklasifikasikan sebagai kayu yang telah matang dan tumbuh di hutan semulajadi. Ianya ditanam sekitar tahun 50an di Hutan Simpan Bukit Lagong dan sukatan pertama dilakukan pada tahun 1994 setelah sekian lama tumbuh secara terbiar dan semula jadi. Perbandingan dilakukan dengan menggunakan kayu yang jauh lebih muda yang hanya berusia 8 tahun. Maklumat ini penting untuk mengetahui kualiti kayu ini yang diperolehi dalam jangkamasa yang singkat berbanding dengan kualiti kayu yang telah matang. Kayu-kayan dari ladang memerlukan jangkamasa perolehan yang pendek untuk memastikan pulangan pelaburan yang dibuat adalah cepat. Malah ada yang seawal umur 4 tahun terpaksa ditebang bagi proses penjarangan pokok untuk mengalakkan tumbesaran dengan mengurangkan persaingan. Kebanyakan pokok-pokok muda ini perlu digunakan bagi penghasilan barangan yang mempunyai nilai tambah atau berharga untuk menghasilkan pendapatan dan pulangan kepada pihak yang melabur dalam sektor perladangan. Sekiranya kualiti kayu tidak banyak berbeza, dan pulangan pula menguntungkan, ini sudah tentu pelabur yang melabur modal akan memperolehi pulangan dalam jangkamasa singkat dan sudah tentu menguntungkan. Masa bagi penyediaan bahan mentah dapat disingkatkan, ini dapat menjamin bekalan bahan mentah untuk industri kayu-kayan dimasa akan datang. Negara tidak perlu menunggu lama untuk mendapatkan bahan mentah gantian.

BAB 2 : TINJAUAN LITERATUR

2.1 Taburan Pokok Sentang

Mengikut Kijkar (1993), Mabberly & Pannell (1989) & Ahmad & Mohd. Noor (1996), taburan semulajadi Pokok sentang ialah di kawasan hutan tanah pamah di sekitar Malesia, iaitu Sumatera, Malaysia, Papua New Guinea, Thailand dan Filipina. Pada amnya pokok ini ditemui dikawasan tanah rendah (lowland) pada ketinggian sekitar 250 meter (Kijkar, 1995). Memerlukan hujan sekitar 1600mm setahun dan memerlukan cahaya yang banyak. Mengikut Schmutterer (1993), pokok ini telah tersebar luas terutama dikawasan Semenanjung Malaysia lebih kurang 60 tahun lalu dan dikenali sebagai pokok kampung di kawasan Butterworth, Pulau Pinang dan Melaka.

Ini dijelaskan dengan penemuan spesis ini di Pulau Pinang pada tahun 1820. Spesis yang sama juga ditemui di kawasan-kawasan tanah pamah di Kelantan, Terengganu, Perak dan Selatan Thailand.

Lazimnya penyebaran biji Sentang dilakukan oleh kelawar atau kluang. Pokok sentang digunakan di kampung-kampung sebagai pokok untuk turus pagar, pokok teduhan di sekitar rumah dan secara tanaman campuran bersama-sama pokok lain di dalam dusun atau kebun-kebun getah. Di Kelantan terdapat nama-nama kampung seperti Wakaf Sentang, Kampung Sentang dan Madrasah Sentang yang melibatkan nama pokok ini dengan masyarakat.

Pokok ini menghasilkan balak yang berkualiti tinggi dan sesuai bagi tujuan komersial. Faktor inilah yang menjadikan spesis ini semakin mendapat perhatian bagi penubuhan ladang hutan. Penanaman Sentang secara ladang atau melalui program penanaman hutan semula memberi jawapan terbaik kepada masalah kepupusan hutan ekoran kerja-kerja

pembalakan dan pembangunan. Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia dalam kajiannya yang dibuat diHutan Simpan Lagong, Selangor membuktikan Pokok sentang mempunyai kadar pembesaran yang lebih baik daripada Pokok akasia (*Acacia mangium*) dan mudah hidup dalam semua keadaan dan menawarkan pulangan yang menguntungkan.

Merujuk kepada penerbitan bertajuk “Comparative growth rates of Malaysian Trees” diterbitkan dalam “The Malayan Forester” pada tahun 1974 oleh Ng, dan Tang, menunjukkan bahawa *Melia excelsa* (nama lama) sekarang *Azadiractha excelsa* merupakan spesies yang cepat membesar di mana pada usia 35 tahun ianya mencapai ketinggian 33.3 m dengan batang bersih 8.84 m dan ukurlilit 236.22 sm pada paras dada. Hasil pemerhatian yang dibuat mendapati Pokok sentang yang berumur lima tahun mempunyai ukur lilit batangnya diantara 20-30 sm, yang jelas mengatasi pokok-pokok lain seperti Jati, Pain, Mahagoni, Akasia dan Eucalyptus. Satu lagi keistimewaan Pokok sentang ialah ia tidak memerlukan jagaan yang rapi dan bebas dari serangan serangga kerana ia mengeluarkan sejenis bahan kimia yang dinamakan “Azadirachtin” yang boleh digunakan sebagai racun serangga.

2.1.1 Mengapa Sentang ?

Memandangkan kualiti kayu, kadar tumbesaran yang cepat dan menguntungkan, pihak pengusaha di seluruh pelusuk rantau di Semenanjung Malaysia mula menanam secara ladang atau secara kecil-kecilan. Ini menunjukkan suatu penerimaan yang menyeluruh di seluruh negara mengenai keupayaan pokok ini. Perangkaan dalam jadual 2.1 menunjukkan bahawa 1530 hektar telah ditanam dengan Sentang secara ladang dengan umur sekitar 2 hingga 5 tahun. Kadar ini masih terlalu sedikit untuk digunakan bagi industri perkayuan

negara tetapi ianya menjadi pemangkin untuk perkembangan seterusnya. Nilai ini akan terus bertambah dengan adanya publisiti meluas tentang potensi penggunaan kayu ini.

Jadual 2.1 : Taburan keluasan ladang Pokok sentang di Seluruh Semenanjung Malaysia

Negeri	Hektar
Perlis	50
Kedah	106
Perak	334
Negeri Sembilan	256
Johor	265
Kelantan	213
Pahang	116
Terengganu	90
Selangor	50
Melaka	50
Jumlah	1530

Rujukan : Mohd. Nor *et al.*(1999)

2.2 Bentuk fizikal Pokok sentang

Sifat fizikal pokok ini adalah malar hijau yang besar dan berupaya mencapai ketinggian hingga 50 m dan 4 m ukur lilit (Mabberly & Pannell,1989). Mengikut Smith (1952), Sentang merupakan pokok malar hijau yang tinggi dan mempunyai silara yang bulat, terbuka dan tidak seragam. Batang pokok yang tidak mempunyai banir, kulit yang terkopek bewarna coklat dan kulit hari bewarna oren. Pada peringkat awal pertumbuhan, batang Pokok sentang tidak bersisik. Ianya mula bersisik panjang pada usia lebih dari 10 tahun.

Susunan daun berpusar dalam bentuk kompaun yang panjang antara 45-60 sm. Susunan daun berbentuk bujur, di hujung ranting berpelepah dan berselang serta mempunyai pengasuh. Bunganya berwarna hijau keputihan dan berbau. Manakala buahnya berukuran 2.5 - 6.5 sm panjang. Buahnya berwarna hijau dan akan menjadi kuning apabila masak. Bijinya apabila dipotong akan mengeluarkan bau seakan-akan bawang putih dan berat biji benih sekitar 3 – 5 gm sebiji.

2.3 Kayu

Kayu merupakan himpunan sel yang dihasilkan oleh pokok untuk berperanan sebagai fungsi fisiologi. Ianya berkait rapat dengan proses kehidupan pokok. Antara fungsi utama kayu adalah untuk mengalirkan air dan larutan garam mineral terlarut dari akar ke daun untuk penghasilan makanan, menyimpan dan penyebaran bahan makanan simpanan dan menguatkan pokok secara keseluruhan. Bagi pokok muda, kesemua batang adalah terdiri dari kayu gubal dan oleh itu sel pada seluruh batang adalah aktif dalam menyimpan dan mengalirkan sap dan simpanan makanan. Tetapi apabila pokok bertambah tua, sel yang lebih tua menjadi keras dan pokok terpaksa bergantung pada lapisan luar yang baru terjadi untuk terus kekal. Apabila kayu yang lebih tua berhenti berfungsi dari mengambil bahagian dalam proses kehidupan pokok, sel tersebut mati dan berbagai bahan seperti resin, tanin dan gam meresapi dan kadangkala, mengakibatkan perubahan warna pada kawasan yang berkenaan. (Menon, 1971). Akhirnya batang pokok membentuk dua zon iaitu kayu teras dan kayu gubal. Hanya sesetengah spesis dapat dilihat dengan jelas, tetapi sesetengah spesis seperti Kayu getah (*Hevea brasiliensis*), jelutong (*Dyera costulata*) dan pulai (*Alstonia agustiloba*) ianya tidak boleh dibezakan (Menon, 1971).

Terdapat beberapa perbezaan teknikal antara kayu gubal dan kayu teras yang mempengaruhi keupayaan penggunaannya. Ini telah ditakrifkan secara menyeluruh bahawa kayu teras

adalah lebih tahan terhadap serangan serangga dan kulat berbanding kayu gubal. (Menon, 1971). Mengikut Desch, 1981 menyatakan bahawa, pada amnya, boleh dikatakan purata saiz balak yang diperdagangkan mempunyai antara 25 hingga 30 peratus kayu gubal.

2.4 Struktur Kayu sentang

Kayu sentang boleh dikelaskan dalam kumpulan kayu keras ringan ke sederhana. Ianya berwarna kemerahan dan mudah dibezakan antara kayu gubal dan kayu teras. Kayu gubal mempunyai warna putih kekuningan dan sedikit merah manakala kayu terasnya berwarna merah kecoklatan (Anon,1991). Bahagian kayu gubal terletak di antara kambium dan kayu teras. Kayu gubal mengandungi sel hidup dan sel mati dan berfungsi sebagai bahagian utama dalam penyimpanan makanan. Kayu gubal memainkan peranan sebagai pembawa aliran air atau “sap”. Biasanya mempunyai ketebalan sekitar 8 hingga 15 sm sekiranya dilihat pada permukaan keratan rentas perempang kayu-kayu tropika. Manakala bahagian kayu teras mengandungi sel yang tidak aktif dan tidak berfungsi sebagai pembawa air atau penyimpan makanan. Perubahan dari kayu gubal kepada kayu teras diikuti dengan pertambahan kandungan ekstraktif (Miller, 1999). Bagaimanapun tiada pertambahan sel atau pengurangan sel bagi perubahan dari kayu gubal ke kayu teras. Warna Kayu sentang adalah hampir sama dengan Kayu mahagoni dan Kayu khaya. Satu sifat istimewa kayu ini ianya mempunyai tanda seperti kepala pin pada permukaan kayu. Kayu ini mudah dikenali dimana semasa basah ianya mengeluarkan bau seakan-akan bau bawang putih dan hilang apabila kering.

2.5 Sifat fizikal

2.5.1 Ketumpatan

Ketumpatan didefinisikan sebagai berat dibahagi dengan isipadu (Panshin, 1980) dan ianya dinyatakan dalam kilogram per meter padu (kgm^{-3}) . Manakala spesifik graviti kayu

didefinisikan kepada perkadaran ketumpatan berasaskan berat kering ketuhar dibahagi isipadu pada masa kayu basah, pada ketumpatan air disuhu 4 °C (di mana bila densiti air adalah 1 g per sentimeter padu). Ketumpatan adalah suatu yang menjadi piawaian kepada ukuran perbandingan bagi setiap spesis. Kellison dan Gingrich (1984) menyatakan bahawa sifat kekuatan bagi kayu pejal dan pulangan hasil pulpa pada amnya mempunyai hubungan dengan spesifik graviti. Mengikut Ahmad dan Mohd Nor (1996) ketumpatan bagi *A. excelsa* adalah sekitar 450 – 580 kgm⁻³. Ketumpatan merupakan suatu sifat yang kebanyakannya diuji pada peringkat awal. (Burgess, 1966). Beliau merekodkan bahawa ketumpatan kayu *A. excelsa* adalah dalam lingkungan 550 - 650 kgm⁻³ pada peringkat kayu kering udara. Seterusnya kajian yang dilakukan oleh Mohd. Hamami *et al.* (1997) dengan sampel yang diperolehi dari Sabah mendapati purata ketumpatan adalah 606 kgm⁻³. Anon (1997) dengan kajian yang dilakukan di Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia memperoleh ketumpatan 550 - 780 kgm⁻³ pada kandungan lembapan 15 % dari kayu ini yang mempunyai garis lintang 57 sm.

2.5.2 Sifat ketahanan

Kayu sentang tidak tahan digunakan untuk kegunaan luaran. Bahagian kayu gubalnya mudah diserang oleh kulat pewarna sap (Wong, 1982). Sebaliknya bahagian teras ianya lebih tahan kepada serangan serangga. Perubahan kayu dari kayu gubal kepada kayu teras diikuti oleh perubahan pertambahan kandungan ekstraktif. Pada kebiasaannya pertambahan ekstraktif ini akan menghasilkan warna gelap kayu teras (Miller, 1999). Bahan ekstraktif pada kayu teras boleh menyebabkan ianya tahan dari serangan serangga dan kulat. Kandungan bahan ekstraktif pada kayu teras akan memberi kesan kepada kayu seperti mengurangkan kadar serapan, melambatkan proses pengeringan, susah untuk diawet terutama apabila menggunakan tekanan, meningkatnya kestabilan dari perubahan kandungan

lembapan persekitaran, dan juga menyebabkan sedikit pertambahan berat (Miller, 1999). Dari kajian yang dilakukan oleh Othman *at el.*, 1999, mendapati Kayu sentang mempunyai sifat ketahanan semulajadi yang rendah dengan kehilangan berat sebanyak 15.6 % dan 14.5 % terhadap kulat pereput perang dan kulat pereput putih. Bagaimanapun, Kayu sentang mempunyai tahap keupayaan kekal yang sangat baik terhadap bahan kimia “Copper Chromium arsenic” (CCA).

2.6 Sifat mekanikal

Kayu sentang mempunyai kekuatan kelas sederhana dan termasuk dalam kekuatan kelas C (Anon, 1991; Wong, 1982). Ianya dikelaskan bersama Kayu meranti, Nyatoh, Sepetir dan Kayu getah. Dari segi modulus pecahan, mampatan mengikut ira dan sifat kekuatan ricih, ianya adalah lebih tinggi bagi Kayu sentang berbanding dengan Kayu getah. Modulus keanjalan dan sifat rekah adalah lebih rendah dari Kayu getah (Mohd. Nor, 2000). Ini merujuk kepada jadual 2.1, sifat mekanikal kayu diperbandingkan antara Kayu sentang di Thailand dengan Kayu sentang di Malaysia berusia 5 tahun dan 10 tahun serta Kayu getah berusia 14 tahun. Jelas menunjukkan bahawa ketumpatan Kayu sentang adalah lebih tinggi dari Kayu getah walaupun pada usia lebih muda. Malah sesetengah ciri-ciri sifat mekanikal kayu adalah lebih baik seperti ketumpatan, modulus kepecahan, modulus kekenyalan dan kekuatan ricih. Manakala sifat kekuatan mampatan selari ira, kekerasan dan regangan, Kayu sentang adalah lebih rendah dari Kayu getah. Melalui maklumat di jadual 2.2, juga jelas kepada kita mengenai potensi kayu ini dari segi mekanikal.

Jadual 2.2: Sifat mekanikal Kayu sentang berumur 5 dan 10 tahun, Kayu sentang dari Thailand dan Kayu getah berumur 14 tahun adalah seperti berikut:-

Sifat Kayu	Kayu sentang		Kayu getah	
	Thailand	Malaysia (5 tahun)	Malaysia (10 tahun)	Malaysia (14 Tahun)
Kandungan Lembapan (%)	10.5	14.5	15.4	14.58
Ketumpatan	-	0.54	0.65	0.58
Modulus pecah (Nmm ⁻²)	-	77.96	83.1	81
Modulus kekenyalan (Nmm ⁻²)	9770	9425	8647	8564
Mampatan selari ira (Nmm ⁻²)	52	40.46	24.9	33.55
Kekerasan (N)	3980-4050	2939	-	4187
Ricih (Nmm ⁻²)	16	25.17	22.4	12.48
Regangan (Nmm ⁻²)	-	11.90	-	14.47

Sumber : (Shukari, 1994, Noraini, 1997 & Ali, 2000)

2.7 Sifat pengeringan

Mengikut Reyes (1938), kadar pengecutan bagi kayu ini dari basah hingga 15 % kandungan lembapan adalah 2.20 % bagi arah jejari dan 4.30 % bagi arah tangen. Manakala pengecutan kayu terus meningkat pada kayu kering ketuhar iaitu 4.50 % bagi arah jejari dan 7.50 % bagi arah tangen. Dari segi kecacatan pengeringan di dapati ianya sangat kurang kecacatan. Cuma terdapat sedikit masalah berpintal dan pecah hujung (Anon, 1991; Wong, 1982). Masalah ini boleh diatasi dengan penggunaan kayu gegalang dan penyusunan kayu yang baik serta bahagian hujung kayu disapu dengan penyalut.

2.8 Sifat permesinan

Kayu sentang mudah digergaji, diketam, dibentuk, dilarik, dipelas dan sebagainya. Mengikut Mohd Tamizi, (1999) dalam jadual 2.3 menunjukkan hasil ujian pemesinan

permukaan kayu menghasilkan mutu yang agak baik bagi kayu berumur 8 tahun dan 40 tahun. Merujuk kepada buku 100 Malaysian Timber terbitan MTIB (Lembaga Perindustrian Kayu Malaysia) pada tahun 1991, meletakkan sifat permesinannya adalah sangat baik.

Bagi penghasilan venir, balak Sentang mudah dikupas semasa proses tersebut dan tanpa perlu melalui perawatan awal. Sifat pengeringan venir adalah baik dan tidak banyak kecacatan atau masalah. Kajian yang dilakukan oleh Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia mengenai potensi penghasilan venir hirisan menunjukkan tiada masalah bagi penghasilan venir yang berkualiti, malah setanding dengan venir hirisan dari spesies kayu luar negeri seperti Oak, Birch, Mapple dan Mahogani.

Jadual 2.3 : Sifat-sifat permesinan terhadap Kayu sentang

Jenis Permesinan	Sifat Kerja Permesinan	Mutu Siap
Pengergarjian	Mudah	Baik
Pengetaman	Mudah	Baik
Melubang	Mudah	Baik
Membentuk	Mudah	Sangat Baik
Melarik	Mudah	Sangat Baik
Pempelasan	Mudah	Sangat Baik

Sumber : (Mohd. Tamizi *at el.*, 1999).

2.9 Sifat kemasiapan dan penglitupan

Kemasiapan dan penglitupan yang dilakukan terhadap Kayu sentang menggunakan kemasiapan nitroselulosa (NC), pemangkin asid (AC) dan poliuretana (PU) laker memberikan keputusan yang amat baik. Bagaimanapun kemasiapan dan perwarnaan bagi

kayu banyak bergantung kepada penggunaan akhir sesuatu barangan yang dihasilkan. (Mohd. Nor *et al.*, 2000).

2.10 Sifat kimia

Kayu pada prinsip kimianya terbentuk dari elemen karbon, hidrogen, oksigen dan sedikit kehadiran nitrogen. Komponen organik utama didalam kayu dipanggil selulosa, hemiselulosa dan lignin. Nisbah mengikut peratusan berdasarkan berat kering ketuhar adalah 40-45 peratus selulosa, 25-35 peratus lignin bagi kayu lembut dan 17-25 peratus lignin bagi kayu keras. Hemiselulosa adalah 20 peratus pada kayu lembut dan 15-35 peratus pada kayu keras (Tsoumis, 1991). Maklumat terperinci seperti dinyatakan pada jadual 2.4.

Jadual 2.4 : Kandungan komponen kimia kayu (%)

Komponen	Kayu lembut	Kayu Keras
Holoselulosa	59.8 – 80.9	71.0 – 89.1
Selulosa	30.1 – 60.7	31.1 – 64.4
Polioses	12.5 – 29.1	18.0 – 41.2
Pentosans	4.5 – 17.5	12.6 – 32.3
Lignin	21.7 – 37.0	14.0 – 34.6
Ekstraktif, air panas	0.2 – 14.4	0.3 – 11.0
Ekstraktif, air sejuk	0.5 – 10.6	0.2 -8.9
Ekstraktif, eter	0.2 – 8.5	0.1 – 7.7
Abu	0.02 – 1.1	0.1 – 5.4

Sumber : (Tsoumis, 1991)

2.10.1 Bahan ekstraktif

Di dalam kayu terdapat tiga unsur utama iaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Ia adalah Komponen makro molekular dan komponen utama dalam membina dinding sel bagi kayu. Sebagai tambahan kepada komponen utama, kayu mengandungi bahan komponen tambahan

yang boleh dilarut dengan air dan pelarut organik yang diberi nama bahan ekstraktif. (Yuki, 1991). Unsur kimia ini terkandung didalam dinding sel kayu (Zabel, 1992). Peratus bahan ekstraktif dalam sel kayu adalah kecil iaitu 5 - 10 peratus. Mengikut Thomas (1976) kandungan bahan ekstraktif pada kayu keras adalah sekitar 3 – 5 peratus manakala bagi kayu lembut adalah 2 - 3 peratus. Yuki (1991) menjelaskan bahawa dalam kebanyakan kes, ekstraktif adalah berbeza antara famili maupun spesis kayu. Terdapat juga perbezaan kandungan bahan ekstraktif diperolehi dari kayu gubal dan kayu teras. Tetapi kayu teras biasanya mengandungi bahan ekstraktif yang lebih tinggi. (Thomas, 1976: Saka, 1991).

Bahan ekstraktif seperti karbohidrat, protein dan garam tak organik boleh dikeluarkan dari serbuk kayu dengan menggunakan larutan air. Bahan ekstraktif seperti asid lemak, asid resin, lilin, tanin dan bahan pewarna pula boleh dilarutkan dengan menggunakan pelarut seperti eter, acetons, benzena, etanol, dichlorometana atau gabungan pelarut. (Fengel & Wegener, 1989).

Kandungan unsur protein boleh ditemui di dalam kambium, xilem peringkat awal terjadi dan sel parenkima. Protein adalah sumber asas bagi nitrogen dalam kebanyakan kayu, ianya adalah rendah di dalam kebanyakan kayu berbanding dengan tumbuhan lain. Ianya sekitar 0.03% di dalam kayu teras dan 0.1% di dalam kayu gubal muda. (Zabel *et al.* 1992). Bahan-bahan bukan organik yang tertentu seperti garam kalsium dan silika tidak larut dalam pelarut-pelarut organik, tetapi bahan-bahan ini masih dianggap sebagai bahan ekstraktif kerana bahan-bahan ini merupakan sebahagian dinding sel (Tsoumis, 1991). Bahan ekstraktif menyebabkan warna pada kayu, bau, rasa dan ketahanan kepada kerosakan dan sebagainya (Yuki, 1991). Warna merupakan sifat kayu yang paling jelas dan nyata. Ia penting terutamanya jika kayu berkenaan digunakan sebagai hiasan (Rowe, 1989). Warna yang jelas sebahagian besarnya disebabkan oleh berbagai-bagai ekstraktif yang terdapat

dalam dinding sel kayu teras. Pada beberapa kayu ianya dikeluarkan untuk digunakan sebagai pewarna (Desch, 1981). Mengikut Miller, (1999) Kandungan ekstraktif dalam kayu teras berkemungkinan memberi kesan kepada kayu dimana ia akan mengurangkan ketelapan menyebabkan kadar pengeringan menjadi perlahan dan lebih sukar untuk dikeringkan, meningkatkan kestabilan kayu dalam perubahan kandungan lembapan dan meningkatnya berat kayu tersebut pada isipadu yang sama.

2.10.2 Pengaruh bahan ekstraktif terhadap penggunaan kayu.

Bahan ekstraktif boleh memberi kesan terhadap perekatan, kemasiapan, pengeringan, pemotongan, pemulpaan dan melunturkan kayu (Yuki, 1991). Ini biasanya berlaku pada spesies kayu yang mempunyai resin. Bagi sesetengah proses melibatkan suhu yang tinggi, akan menyebabkan bahan ekstraktif tersebar diserata permukaan kayu. Kelikatan bahan ekstraktif ini menyebabkan terhalangnya secara fizikal keupayaan perekat melekat pada kayu. Proses menghasilkan pulpa juga banyak dipengaruhi oleh jumlah dan jenis bahan ekstraktif (Tsoumis, 1991). Bahan ekstraktif memberikan corak estatika yang menarik bagi sesetengah kayu. Malah ekstraktif membantu memberi ketahanan semula-jadi terhadap serangan kulat dan serangga. Bahan deposit keras seperti kalsium karbonat dan silika akan menyebabkan mata pisau menjadi cepat tumpul. (Simpson & Ten, 1999). Sesetengah ekstraktif boleh dijadikan ubat-ubatan. Malah bahan ekstraktif telah banyak dikomersialkan dengan penghasilan berbagai ubatan, bahan kosmetik dan sebagainya. Bahan deposit keras seperti kalsium karbonat dan silika akan menyebabkan mata pisau menjadi cepat tumpul. (Simpson & Ten, 1999).

2.10.3 Kandungan abu dan komponen tak organik

Bahan logam selalunya menyerap masuk ke dalam pokok melalui sistem akar dan membawanya keseluruh bahagian pokok semasa pertumbuhan (Saka, 1991). Kandungan abu dalam kayu kebiasaannya antara 0.2 – 1.0 %. Kandungan abu biasanya mengandungi unsur-unsur bahan tak organik seperti kalsium, kalium, magnesium, karbonat, fosforus, silika dan sulfat (Check, 1937; Fernanded, 1900). Unsur tak organik jarang sekali melebihi 1% (Zabel & Morell, 1992). Saka (1991) mendapati kandungan bahan tak organik adalah sekitar 0.2 hingga 0.5 % bagi kayu temperet, tetapi ianya adalah lebih tinggi bagi kayu tropika (Saka, 1991). Manakala komposisi utama di dalam abu kayu adalah kalium, kalsium, magnesium dan juga silika bagi kes kayu tropika. (Fengel & Wegener, 1989). Dalam banyak kes, unsur atau elemen alkali dan alkali bumi seperti kalium, kalsium dan magnesium menguasai 80 % dari jumlah bahan tak organik. Bahan mineral atau tak organik ini adalah keras dan akan menumpulkan peralatan. Ianya kadang-kadang menyumbang kepada jaluran warna pada sesetengah kayu (Check, 1937).

2.11 Kualiti kayu

2.11.1 Sifat kriteria warna

Nilai warna digambarkan berada pada kedudukan tiga dimensi seperti sebuah bebola. Sesuatu nilai yang diperolehi menggambarkan ianya duduk dalam satu kordinat paksi tiga dimensi tersebut. Nilai "L" adalah menggambarkan kedudukan dari warna putih ke hitam, Nilai "a" adalah menggambarkan kemerahan mana kala nilai "b" adalah untuk menggambarkan nilai kekuningan. Warna kayu juga boleh diukur mengikut konsep ini. Warna kayu dan perubahan berlaku pada kayu amat penting untuk menentukan kualiti sesuatu jenis kayu. Mengikut Minemura (1998), ia menyatakan melalui ujikaji yang telah

dijalankan di dapati kayu-kayu Malaysia mempunyai berbagai warna. Contoh nilai warna kayu di Malaysia terdapat pada jadual 2.4. Perubahan warna akan berlaku sekiranya kayu didedahkan kepada cahaya , udara atau kepanasan. Kebanyakan kayu akan menjadi gelap dengan perubahan umur dan unsur lain yang menyebabkan keusangan. Sebagai contoh Kayu mahagoni, akan menjadi usang di bawah pancaran sinaran cahaya matahari yang kuat tetapi menjadi gelap pada pancaran yang sederhana (Desch, 1981).

Jadual 2.5 : Warna kayu-kayu popular Malaysia yang hampir dengan warna

Kayu sentang

Nama Kayu	Kriteria perbezaan warna		
	L*	a*	b*
Nyatoh	49.96	13.98	20.44
Meranti Merah Tua	50.96	12.30	20.90
Meranti Merah Muda	62.19	10.96	18.79
Meranti Bakau	58.19	8.57	19.75
Terentang	74.56	5.78	12.83

Sumber : Minemura *et al.* (1998).

2.12 Sudut sentuhan air

Sudut sentuhan adalah suatu kaedah yang memberikan gambaran terhadap daya penyerapan perekat dan bahan kemasipan terhadap permukaan kayu. Ianya menjadi suatu kaedah penting bagi mengetahui keupayaan serapan perekatan kedalam kayu. Penyerapan cecair yang tinggi dapat dikesan menggunakan sudut sentuhan nilai sudut sentuhan yang diperolehi adalah kecil. Serapan yang susah akan menyebabkan sudut sentuhan yang terbentuk adalah besar (Minford, 1991). Berbagai kaedah digunakan oleh pengkaji-pengkaji bagi menentukan

sudut sentuhan. Pembentukan sudut sentuhan cecair yang dititikan di permukaan kayu akan memberi gambaran terhadap daya serapan sesuatu bahan. Kaedah menggunakan pipet bagi menitiskan 50 μ l cecair di atas permukaan kayu dan seterusnya gambar yang terbentuk diambil dengan menggunakan kamera video dilakukan oleh Zang *et al.* (1997). Manakala Kalnins dan Feist (1993), mengukur sudut sentuhan dengan menggunakan automatik mikropipet untuk menjatuhkan 25 μ l dan gambar bentuk titisan diambil dalam masa 2 saat selepas jatuhnya cecair di permukaan kayu.

Komposisi bahan kimia mempengaruhi tenaga hidroskopik dipermukaan kayu yang menyebabkan tinggi dan rendahnya keupayaan daya serapan air. Permukaan kayu berbentuk topografi yang mempunyai permukaan berlurah dan meninggi. Bentuk topografi inilah yang menghasilkan kekasaran pada permukaan kayu dan secara tidak langsung akan meninggalkan kesan terhadap sudut sentuhan air.

2.13 Kesan cuaca terhadap kayu

Kayu yang terdedah kepada persekitaran luaran mengalami degradasi fotokimia yang diakibatkan oleh cahaya lampau ungu (UV). Mengikut Zabel (1992), perubahan warna pada kayu yang baru berlaku selepas beberapa minggu didedahkan pada luaran dan cuaca panas. Semua spesis kayu yang terdedah kepada luaran bertukar warna daripada warna kuning pucat ke warna coklat seterusnya kepada warna kelabu selepas 180 hari pendedahan. Penyahwarnaan yang ketara berlaku di antara 90 hingga 120 hari (Rowell, 1984). Kayu mengandungi “stilbenes” atau “leucoanthocyanidins” yang boleh menukarkan warna cerah kepada warna gelap oleh cahaya. Sebaliknya kayu yang mengandungi pewarna “quinonoid” boleh merubah dari warna gelap kepada cerah oleh cahaya (Yuki, 1991). Kayu mudah luntur warnanya oleh cahaya dan haba serta berwarna akibat asid, alkali, ion besi atau mikro

organisma. Degradasi ini pada dasarnya berlaku di dalam komponen lignin dan mengakibatkan perubahan warna cirian. Lignin bertindak sebagai perekat dalam kayu, yang menyatukan serabut selulosa. Akibatnya, permukaan kayu menjadi lebih kaya dengan kandungan selulosa apabila lignin mengdegradasi. Berbanding dengan lignin, selulosa adalah kurang tahan terhadap degradasi lampau ungu. Serabut yang terikat dengan longgar ini dibasuh keluar dari permukaan semasa hujan dan mendedahkan lignin baru kepada tindak balas kedegradasian. Warna bagi kayu yang terdedah di luar berubah dengan begitu cepat disebabkan tindak balas kimia atau degradasi fotokimia (fotopengoksidaan) kayu yang disebabkan oleh cahaya matahari. Perubahan warna ini berlaku akibat penguraian lignin dalam sel kayu permukaan dan perubahan ini terjadi hanya 0.05 mm hingga 2.5 mm dipermukaan kayu.

BAB 3 : KAJIAN ASAS TERHADAP KETUMPATAN KAYU

3.1 Tujuan

Kayu mempunyai ruang kosong atau sebahagian ruang kosong yang dipenuhi udara, air, lembapan, atau bahan lain. Ruang kosong atau rongga yang ditelapi oleh bahan bukan berkayu adalah rongga sel sedangkan bahan kayu sebenar tertumpu kepada dinding sel. Kadar dinding sel kepada rongga sel mungkin banyak berbeza antara kayu yang berlainan spesis dan perbezaan ini mengakibatkan perbezaan berat antara kayu yang berlainan. Ketumpatan kayu ditakrifkan sebagai jisim per unit isipadu dan diperolehi dengan membahagikan berat dengan isipadu. Maklumat ketumpatan adalah penting diketahui bagi memberikan gambaran kekuatan serta ketahanan sesuatu kayu. Nilai ketumpatan memberi panduan secara am terhadap kualiti kayu. Ketumpatan selalunya akan mempunyai hubungan terus dengan kekuatan, kekerasan dan ketahanan geseran bagi kayu pada umumnya (Lim, 1983). Ketumpatan yang rendah akan memudahkan pemrosesan seperti mengerat, mengetam, melubang dan pempelasan. Sifat kekuatan kayu pada umumnya berkadar terus dengan ketumpatan kayu di mana semakin tinggi ketumpatan, semakin kuat kayu tersebut dari segi kekuatan mekanik.

Dalam kajian ini dua peringkat umur kayu digunakan iaitu dari Pokok sentang yang berusia 40 tahun dan 8 tahun. Setiap peringkat umur diasingkan bahagian gubal dan teras. Ini bertujuan untuk menentukan perbezaan ketumpatan antara umur dan bahagian kayu yang berbeza. Perbandingan dilakukan antara kayu berusia 8 tahun dengan kayu berusia 40 tahun. Perbandingan antara bahagian gubal dan teras pada kedua-dua peringkat umur juga dikaji. Dari maklumat ketumpatan yang diperolehi kita dapat membezakan dengan jelas kualiti kayu yang diperolehi dari umur dan bahagian kayu yang berbeza.

3.2 Penyediaan sampel dan ujian

Ujian dijalankan dengan menggunakan piawaian “America Society for Testing and Materials (ASTM) 2395-83. Method B - Volume by water immersion” (2000). Kayu Pokok Sentang (*A. excelsa*) dari spesies yang sama digunakan sebagai bahan ujikaji. Cuma lokasi dan umur yang berbeza. Pokok sentang berumur 8 tahun tumbuh secara ladang dari benih yang sama dari pokok induk di Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia, Kepong. Manakala Pokok sentang berusia 40 tahun ditanam secara ladang juga di plot percubaan Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia dan dibiarkan tumbuh secara sendiri tanpa rawatan, seolah-olah tumbuh meliar dan membentuk hutan. Pokok sentang berumur 8 tahun dengan perempang aras dada 22.25 sm dan ketinggian batang 14.35 meter ditebang pada 7 Januari 1998. Pokok sentang yang berumur 40 tahun dengan perempang aras dada 38.50 sm dan ketinggian batang 18.30 meter ditebang pada 20 Disember 1997. Pengambilan sampel diambil dari lokasi yang berhampiran. Kayu balak ini dibelah dengan menggunakan gergaji gelung di makmal pemprosesan kayu gergaji. Bahagian gubal dan teras diasingkan mengikut peringkat umur. Pengasingan sampel dilakukan seperti gambarajah 3.1. Kayu sentang yang berumur 8 tahun dan 40 tahun dari bahagian gubal dan teras diambil secara random dari papan yang dihasilkan semasa pembelahan seperti dalam gambarajah 3.1. Papan yang diperolehi dipotong kepada saiz 20 mm x 20 mm x 20 mm untuk ujian.

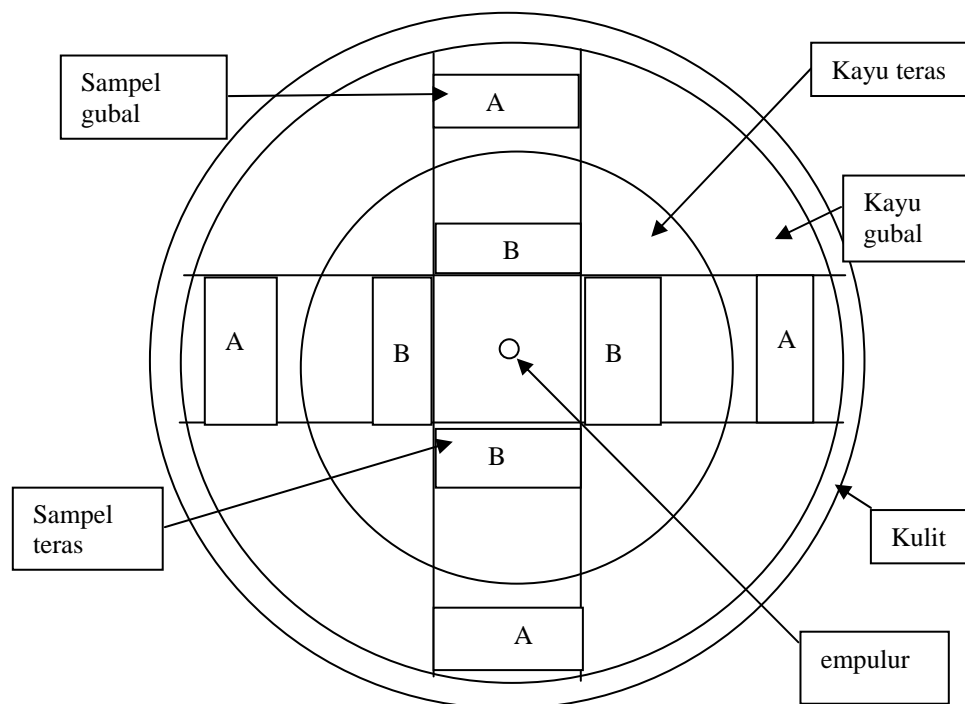
Sampel kayu terlebih dahulu ditimbang dengan ketepatan 0.001 gm pada masa ujian dilakukan. Selepas itu isipadu sampel ditentukan menggunakan kaedah penyerakkan isipadu air. Ini dilakukan dengan meletakkan bikar berisi air suling diatas penimbang. Berat bikar berisi air, dikosongkan bacaanya pada alat penimbang. Seterusnya batang jarum pada kaki-retod diturunkan setelah dilekatkan sampel. Setelah bacaan diambil,

sampel kayu dikeluarkan dan dikeringkan dengan menggunakan ketuhar pada suhu $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Sampel disejukkan dalam desikator dan ditimbang beratnya.

Ketumpatan dikira dengan berasaskan isipadu basah dan berat selepas dikering ketuhar.

Bagi mencari nilai ketumpatan, fomulasi berikut digunakan :-

$$\text{Ketumpatan} = [(\text{Berat kering ketuhar})/(\text{Isipadu kayu basah})]$$



Gambarajah 3.1: Menunjukkan kaedah pembelahan kayu balak untuk dijadikan sampel dari bahagian gubal dan teras.

3.3 Keputusan dan perbincangan

3.3.1 Keputusan kajian asas terhadap ketumpatan kayu

Jadual 3.1 : Purata ketumpatan kayu mengikut umur dan bahagian kayu.

Umur kayu	Bahagian kayu	Ketumpatan (kgm^{-3})	
8 tahun	Kayu gubal	Purata	485.7
		Minimum	482.3
		Maksimum	488.3
		Sp	2.0
	Kayu teras	Purata	535.7
		Minimum	528.2
		Maksimum	543.2
		Sp	5.8
40 tahun	Kayu gubal	Purata	454.3
		Minimum	449.9
		Maksimum	458.7
		Sp	3.3
	Kayu teras	Purata	555.4
		Minimum	548.4
		Maksimum	562.4
		Sp	5.4

(Sp = Sisihan piawai)

Jadual 3.2 : Purata ketumpatan mengikut perbezaan bahagian

Bahagian Kayu	Ketumpatan (kgm^{-3})	
Kayu gubal	Purata	470.0
	Minimum	449.9
	Maksimum	488.3
	Sp	16.0
Kayu teras	Purata	545.6
	Minimum	528.2
	Maksimum	562.4
	Sp	11.5

(Sp = Sisihan piawai)

3.4 Perbincangan terhadap ketumpatan kayu

Keputusan nilai purata ketumpatan diringkaskan dalam jadual 3.2. Dimana nilai purata kayu berumur 8 tahun adalah di antara 482.3 kgm^{-3} hingga 543.2 kgm^{-3} . Manakala nilai purata bagi kayu berumur 40 tahun adalah antara 449.9 kgm^{-3} hingga 562.4 kgm^{-3} . Nilai purata yang diperolehi hampir menyamai apa yang dilaporkan oleh Anon (1997) ianya adalah 480 kgm^{-3} . Bagaimanapun apa yang dinyatakan oleh Hamami *et al.* (1997) ianya lebih tinggi iaitu 610 kgm^{-3} . Ketumpatan yang diperolehi adalah rendah dari yang diperolehi oleh Hamami, ini mungkin sampel yang digunakan dari lokasi yang berlainan. Banyak faktor yang boleh mempengaruhi ketumpatan kayu seperti genetik kayu atau baka, jenis tanah, taburan hujan, rawatan dan sebagainya.

Julat perbezaan antara kayu gubal dan teras bagi kayu berumur 8 tahun adalah 60.9 kg berbanding dengan julat perbezaan antara kayu gubal dan teras bagi kayu berumur 40 tahun adalah 105.5 kg. Ini menggambarkan kayu berumur atau lebih tua, perbezaan kayu teras dan kayu gubal adalah lebih besar atau ketara berbanding dengan kayu yang masih muda. Ini menunjukkan perbezaan jarak umur antara gubal dan teras. Dari pemerhatian terhadap sampel ini kayu yang berumur tua ianya memberikan perbezaan ketumpatan yang besar antara kayu gubal dan kayu teras.

Perbandingan ketumpatan antara bahagian kayu, jelas menunjukkan purata ketumpatan kayu gubal bagi kayu berumur 8 tahun dan 40 tahun adalah 470 kgm^{-3} . Purata ketumpatan kayu teras bagi kedua-dua kumpulan umur adalah 545 kgm^{-3} . Nilai yang diperolehi adalah dalam lingkungan ketumpatan yang dinyatakan oleh Mohd. Nor dan Ahmad (1990) iaitu antara 450 hingga 580 kgm^{-3} .

Ketumpatan kayu amat dipengaruhi oleh ketebalan dinding sel. Jika dinding sel tebal maka ketumpatan akan meningkat, dan jika ketebalan dinding sel nipis ketumpatan akan rendah. Ini bererti ketebalan dinding sel bahagian teras adalah lebih tebal berbanding sel bahagian gubal. Ini memberikan kita gambaran dari segi umur, bahagian gubal 40 tahun mempunyai dinding sel yang paling nipis dan bahagian teras mempunyai dinding sel yang paling tebal. Dinding sel kayu berusia 8 tahun antara gubal dan teras tidak banyak berbeza. Ketebalan dinding sel pula bergantung kepada pertumbuhan pokok tersebut. Ini dipengaruhi oleh alam sekeliling pokok tersebut seperti hujan, kesuburan tanah, cuaca, baja, garam galian dan sebagainya. Jelas kepada kita, maklumat diatas menjelaskan bahawa umur dan bahagian kayu juga memainkan peranan dalam menentukan tebal dan nipisnya sel dinding kayu.

3.5 Kesimpulan

Keputusan dari kajian ini diperhatikan ketumpatan kayu teras yang berusia tua adalah lebih tinggi berbanding dengan kayu teras berusia muda. Tetapi ianya agak berbeza pada kayu bahagian gubal. Perbandingan antara bahagian kayu di dapati ketumpatan bahagian teras adalah lebih tinggi dari bahagian gubal. Dalam kajian ini, kayu gubal dari kayu yang tua mempunyai ketumpatan yang rendah berbanding dengan ketumpatan kayu gubal dari pokok yang lebih muda. Julat perbezaan ketumpatan bagi kayu bahagian gubal dan teras adalah lebih tinggi bagi pokok yang lebih tua. Julat perbezaan ketumpatan antara bahagian gubal dan teras adalah kecil bagi pokok yang berusia muda. Nilai ketumpatan kayu berusia 8 tahun adalah rendah sedikit dari kayu getah. Ketumpatan kayu berusia 40 tahun ianya hampir menyamai ketumpatan Kayu getah. Ini bererti kayu ini tidak mempunyai masalah dalam penggunaan maupun menggantikan Kayu getah pada masa akan datang.