

SIFAT-SIFAT ANATOMI DAN KIMIA KAYU GETAH
JUVENIL (HEVEA BRASILIENSIS) KLON LATEKS
BALAK RRIM 2009 DAN RRIM 2024

JUNAIZA BINTI AHMAD ZAKI

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA
2010

PENGHARGAAN

Alhamdulillah, bersyukur kepada ALLAH S.W.T kerana dengan izinNYA, akhirnya dapat disiapkan tesis in dengan jayanya selepas pelbagai kesusahan dan kesukaran yang dihadapi.

Ucapan jutaan terima kasih dan penghargaan yang tinggi buat dua orang tulang belakang bagi kajian ini, penyelia projek Prof. Dr. Wan Rosli Wan Daud (USM) dan penyelia lapangan dari UiTM Pahang Prof. Dr. Suhaimi Muhammed. Tanpa keduanya pincanganlah kajian ini.

Seterusnya kepada pembantu-pembantu makmal baik di USM mahupun di UiTM yang juga telah banyak membantu di dalam penggunaan radas, bahan kimia dan juga masa yang diperuntukkan bagi melicinkan kerja-kerja makmal. Buat rakan-rakan di UiTM Pahang, Pak Shaikh, Dr. Wan Mohd. Nazri dan lain-lain terima kasih atas tunjuk ajar yang diberikan.

Akhir sekali kepada keluarga, suami dan anak-anak tercinta, terima kasih kerana terus bersabar sementara saya menyiapkan penulisan ini. Jasa kalian semua hanya ALLAH yang dapat membalasnya.

ISI KANDUNGAN

Penghargaan.....	ii
Isi Kandungan.....	iii
Senarai Jadual.....	viii
Senarai Rajah.....	x
Senarai Gambar.....	xi
Senarai Singkatan.....	xii
Senarai Simbol.....	xiii
Abstrak.....	xv
Abstract.....	xvii

1.0 - PENGENALAN

1.1 Umum.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Justifikasi.....	3
1.4 Objektif.....	4

2.0 - TINJAUAN LITERATUR

2.1 Pembentukan Kayu.....	5
2.1.1 Kayu Lembut.....	7
2.1.2 Kayu Keras.....	7
2.1.3 Kayu Juvenil.....	7

2.2	Kayu getah.....	8
2.2.1	Klon Lateks Balak.....	12
2.2.2	Klon Lateks Balak Kumpulan I.....	14
2.2.3	Klon Lateks Balak Kumpulan II.....	15
2.2.4	Ciri-ciri Klon Kumpulan II.....	16
2.3	Ciri-ciri Anatomi	
2.3.1	Maklumat asas.....	19
2.3.2	Gentian.....	21
2.3.3	Vesel.....	23
2.3.4	Parenkima.....	26
2.4	Komposisi Kimia Kayu.....	27
2.4.1	Selulosa.....	28
2.4.2	Hemiselulosa.....	31
2.4.2.1	Hemiselulosa Kayu Keras.....	32
2.4.2.2	Hemiselulosa Kayu Lembut.....	33
2.4.3	Lignin.....	34
2.4.4	Ekstraktif.....	37
2.5	Ciri-ciri Fizikal	
2.5.1	Kandungan Lembapan.....	38
2.5.2	Graviti Spesifik.....	39
3.0 - BAHAN DAN TATACARA		
3.1	Penebangan dan Persampelan.....	40
3.2	Analisis Kimia Kayu.....	45

3.2.1	Penentuan Kandungan Lembapan Serbuk Kayu.....	45
3.2.2	Penentuan Keterlarutan Kayu dalam Air Sejuk.....	46
3.2.3	Penentuan Keterlarutan Kayu dalam Air Panas.....	47
3.2.4	Penentuan Keterlarutan Kayu dalam 1% NaOH.....	48
3.2.5	Penentuan Kandungan Abu dalam Kayu.....	49
3.2.6	Penentuan Keterlarutan Kayu dalam Alkohol-Toluena.....	50
3.2.7	Penentuan Kandungan Lignin dalam Kayu.....	51
3.2.8	Penentuan Kandungan Holoselulosa dalam Kayu.....	52
3.2.9	Penentuan Kandungan α -selulosa dalam Kayu.....	53
3.3	Penilaian Ciri Anatomi Kayu.....	55
3.3.1	Proses Pewarnaan dan Penyahidratan.....	57
3.3.2	Proses Lekatan.....	57
3.3.3	Ukuran Kepadatan Vesel.....	59
3.3.4	Penentuan Diameter Vesel.....	59
3.4	Proses Pemisahan Gentian.....	61
3.5	Penentuan Graviti Spesifik.....	63
3.6	Analisis Statistik.....	65

4.0 - KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

4.1	Pengenalan.....	66
4.2	Analisis Kimia Kayu Klon Lateks Balak.....	66
4.2.1	Analisis Statistik.....	68
4.2.2	Kesan Klon dan Ketinggian Pokok Terhadap Analisis Kimia Kayu	69
4.2.2.1	Keterlarutan Kayu dalam Air Sejuk dan Air Panas.....	69

4.2.2.2	Keterlarutan Kayu dalam 1% NaOH	70
4.2.2.3	Keterlarutan Kayu dalam Alkohol-Toluena.....	71
4.2.2.4	Kandungan Abu dalam Kayu.....	71
4.2.2.5	Kandungan Lignin dalam Kayu.....	72
4.2.2.6	Kandungan Holoselulosa dalam Kayu.....	73
4.2.2.7	Kandungan α -selulosa dalam Kayu.....	74
4.3	Sifat-sifat Anatomi Kayu.....	76
4.3.1	Analisis Statistik.....	80
4.3.2	Kesan Klon Terhadap Sifat-sifat Anatomi.....	81
4.3.3	Kesan Ketinggian Pokok Terhadap Sifat-sifat Anatomi.....	82
4.3.4	Kesan Jarak dari Kulit ke Empulur Terhadap Sifat-sifat Anatomi.....	83
4.4	Morfologi Gentian.....	85
4.4.1	Analisis Statistik.....	86
4.4.2	Kesan Klon Terhadap Morfologi Gentian.....	87
4.4.3	Kesan Ketinggian Pokok Terhadap Morfologi Gentian.....	88
4.4.4	Kesan Jarak dari Kulit ke Empulur Terhadap Morfologi Gentian.....	89
4.5	Sifat Fizikal.....	91
4.5.1	Analisis Statistik.....	93
4.5.2	Kesan Klon Terhadap Sifat Fizikal.....	94
4.5.3	Kesan Ketinggian Pokok Terhadap Sifat Fizikal.....	95
4.5.4	Kesan Jarak dari Kulit ke Empulur Terhadap Sifat Fizikal.....	96

5.0 - KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1 Kesimpulan.....98

5.2 Cadangan.....101

RUJUKAN102

SENARAI JADUAL

Mukasurat

2.1	Eksport produk dari kayu getah 1998-2003 (Rm juta)	9
2.2	Purata harga domestik bagi kayu balak, kayu gergaji, papan lapis dan MDF di Semenanjung Malaysia, Disember 2009 (RM per m ³)	11
2.3	Kriteria untuk mengkategorikan klon.	13
2.4	Hasil purata (Kg/Ha/ Thn) klon-Klon lateks balak siri RRIM 2000	16
2.5	Prestasi ukurlilit (cm) klon lateks balak siri RRIM 2000 dalam percubaan klon skala kecil	17
2.6	Anggaran isipadu kayu bagi klon-klon lateks balak kumpulan II	18
2.7	Purata peratusan komposisi kimia di dalam kayu lembut dan kayu keras	27
2.8	Komposisi kimia kayu getah berbanding dengan kelapa sawit (EFB)	28
4.1	Analisis kimia bagi klon lateks balak <i>Hevea brasiliensis</i> RRIM 2009 dan RRIM 2024	68
4.2	Rumusan ANOVA terhadap analisis kimia kayu	69
4.3	Kesan klon dan ketinggian terhadap komponen kimia kayu	75
4.4	Analisis korelasi terhadap komponen kimia kayu	75
4.5	Nilai purata bagi sifat-sifat anatomi klon RRIM 2009	78
4.6	Nilai purata bagi sifat-sifat anatomi klon RRIM 2024	78
4.7	Klasifikasi kepadatan vesel	79
4.8	Klasifikasi diameter vesel	80
4.9	Rumusan ANOVA terhadap sifat-sifat anatomi	81
4.10	Kesan klon terhadap sifat-sifat anatomi kayu	82
4.11	Kesan ketinggian terhadap sifat-sifat anatomi	83
4.12	Kesan jarak dari kulit ke empulur terhadap sifat-sifat anatomi	84
4.13	Analisis korelasi terhadap sifat anatomi	85

4.14	Nilai purata bagi morfologi gentian klon RRIM 2009	86
4.15	Nilai purata bagi morfologi gentian klon RRIM 2024	86
4.16	Rumusan ANOVA terhadap morfologi gentian <i>hevea brasiliensis</i>	87
4.17	Kesan klon terhadap morfologi gentian	88
4.18	Kesan ketinggian pokok terhadap morfologi gentian	89
4.19	Kesan jarak dari kulit ke empulur terhadap morfologi gentian	91
4.20	Analisis korelasi terhadap morfologi gentian	91
4.21	Nilai purata bagi sifat fizikal klon RRIM 2009	92
4.22	Nilai purata bagi sifat fizikal klon RRIM 2024	92
4.23	Pengkelasan kayu-kayan Malaysia	93
4.24	Rumusan ANOVA terhadap sifat fizikal <i>hevea brasiliensis</i>	93
4.25	Kesan klon terhadap sifat fizikal	94
4.26	Kesan ketinggian pokok terhadap sifat fizikal	95
4.27	Kesan jarak dari kulit ke empulur terhadap sifat fizikal	96
4.28	Analisis korelasi terhadap sifat fizikal	97

SENARAI RAJAH

	Mukasurat
2.1 Struktur molekul selulosa (Fengel dan Wegener, 1989)	30
2.2 Formula ringkas bagi glukomanan (Sjöström, 1993)	33
2.3 Formula ringkas bagi galaktoglukomanan. Unit gula : β -D-glukopiranososa (Glc <i>p</i>) ; β -D-manopiranososa (Man <i>p</i>) ; β -D-galaktopiranososa (Gal <i>p</i>) (Sjöström,1993)	33
2.4 Struktur unit-unit asas lignin. p-kumaril alkohol (I); koniferil alkohol (II); sinapil alkohol (III) (Rowell, 1984)	36
3.1 Persampelan yang digunakan di dalam kajian ini	41
3.2 Cakera yang dipotong kepada blok-blok kayu bersaiz 2cm x 2cm	42

SENARAI GAMBAR

Mukasurat

2.1	Tilosis yang terdapat dalam kayu getah klon lateks balak dengan 4x pembesaran kanta	25
2.2	Keratan tangen kayu getah dengan 10x pembesaran kanta	25
3.1	Mesin penghancur kayu	43
3.2	Mesin penapis	44
3.3	Mikrotom gelangsar	56
3.4	Keratan rentas bagi mengukur kepadatan vesel dengan 4x pembesaran kanta	58
3.5	Keratan rentas bagi mengukur diameter vesel dengan 10x pembesaran kanta	60
3.6	Ukuran panjang gentian dengan 4x pembesaran kanta	62
3.7	Ukuran bagi diameter gentian dan lumen dengan 10x pembesaran kanta	62
3.8	Alat penimbang graviti spesifik	64
4.1	Vesel berbilang jejari antara 2 hingga 5 pada bahagian berdekatan empulur bagi klon RRIM 2009 dengan 4x pembesaran kanta	77
4.2	Kepadatan vesel pada dua klon kayu getah dengan 4x pembesaran kanta	79

SENARAI SINGKATAN

AT	-	Alkohol-Toluena
AP	-	Air Panas
AS	-	Air Sejuk
LGM	-	Lembaga Getah Malaysia
FRIM	-	Forest Research Institute of Malaysia
LTC	-	Latex Timber Clone
RRIM	-	Rubber Research Institute of Malaysia
MTIB	-	Malaysian Timber Industry Board
TAPPI	-	Technical Association of Pulp and Paper Industry
IAWA	-	International Association of Wood Anatomists
ASTM	-	American Society of Testing and Materials
ANOVA	-	Analysis of Variance
DP	-	Darjah Pempolimeran
PB	-	Prang Besar
SSCT	-	Small Scale Clone Trial

SENARAI SIMBOL

cm	-	sentimeter
cm ³	-	sentimeter padu
ml	-	mililiter
g	-	gram
mm ²	-	millimeter persegi
mm	-	millimeter
k.k	-	kering ketuhar
k.l	-	kandungan lembapan
µm	-	mikrometer
OH	-	hidroksil
α	-	Alfa
β	-	Beta
γ	-	Gama
µ	-	Mikron
±	-	lebih kurang
°C	-	darjah Celsius
%	-	peratus
:	-	nisbah
Df	-	Darjah pembebasan
Kg/ha/thn	-	kilogram per hektar per tahun
Kg/pkk/toreh	-	kilogram per pokok per toreh
cm/thn	-	sentimeter per tahun
kg/m ³	-	kilogram per meter padu

m^3/pokok - meter padu per pokok

**SIFAT-SIFAT ANATOMI DAN KIMIA KAYU GETAH JUVENIL (*Hevea
brasiliensis*) KLON LATEKS BALAK RRIM 2009 DAN RRIM 2024**

ABSTRAK

Di Malaysia, kayu getah (*Hevea brasiliensis*) telah menjadi salah satu bahan asas yang penting dan mendapat permintaan yang tinggi di dalam industri yang berasaskan kayu. Oleh itu, Lembaga getah Malaysia (LGM) telah memperkenalkan klon-klon lateks balak untuk menampung kekurangan bekalan kayu getah. Namun begitu, maklumat mengenainya masih lagi terhad terutama yang berkaitan dengan kesan umur dan klon yang berbeza. Dalam kajian ini, dua aspek yang dikaji adalah berkenaan dengan ciri-ciri anatomi dan komposisi kimia terhadap ketinggian pokok dan jarak dari kulit ke empulur untuk dua jenis klon lateks balak yang berbeza (RRIM 2009 dan RRIM 2024) pada umur yang sama iaitu lingkungan 3 hingga 4 tahun. Keputusan bagi kepadatan dan diameter vesel menunjukkan bahawa faktor klon dan jarak dari kulit ke empulur tiada perbezaan yang signifikan kecuali pada ketinggian pokok di mana bahagian atas mencatatkan kepadatan vesel yang tinggi dan bahagian bawah pula mencatatkan diameter vesel yang tinggi kerana kedua-duanya saling berkait antara satu dengan yang lain. Dari sudut keliangan, klon RRIM 2024 menunjukkan nilai yang lebih tinggi berbanding klon RRIM 2009. Morfologi gentian yang terdiri daripada panjang gentian, diameter gentian dan ketebalan dinding sel menunjukkan kesan yang berbeza bergantung kepada jenis morfologi yang diukur. Ketiga-tiga aspek ini menunjukkan perbezaan yang signifikan terhadap ketinggian pokok, di mana bahagian bawah mencatatkan nilai yang tinggi berbanding dengan bahagian atas. Namun bagi faktor klon pula, ianya hanya signifikan terhadap panjang dan diameter gentian yang mana klon RRIM 2024 menunjukkan nilai yang lebih tinggi berbanding klon RRIM 2009. Sementara untuk faktor jarak kulit ke empular, ia hanya signifikan terhadap panjang gentian. Nilai graviti spesifik yang diperolehi menunjukkan perbezaan yang sangat signifikan terhadap klon, ketinggian dan jarak kulit ke empulur terhadap klon RRIM 2024. Bahagian bawah pokok dan bahagian yang berdekatan dengan kulit mencatatkan nilai yang tinggi. Untuk keputusan analisis kimia kayu, terdapat perbezaan yang

signifikan mengikut klon dan ketinggian pokok terhadap kandungan α -selulosa, holoselulosa, lignin, abu dan 1% NaOH, di mana kesemua nilai yang diperolehi pada bahagian bawah adalah lebih tinggi kecuali bagi kandungan lignin dan klon RRIM 2024 mempunyai nilai yang lebih tinggi berbanding klon RRIM 2009. Dari sudut keterlarutan pula, keterlarutan di dalam alkohol-toluena memberikan keputusan yang hanya signifikan terhadap ketinggian pokok. Manakala untuk keterlarutan air sejuk, faktor klon dan ketinggian tiada memberi perbezaan signifikan. Bagi keterlarutan air panas pula, ianya hanya signifikan terhadap faktor klon sahaja. Secara keseluruhannya, kajian ini mendapati klon RRIM 2024 menunjukkan ciri-ciri pertumbuhan yang lebih baik berbanding klon RRIM 2009.

ANATOMICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF JUVENILE LATEX

TIMBER CLONE RUBBERWOOD (*Hevea brasiliensis*)

RRIM 2009 AND RRIM 2024

ABSTRACT

Rubber wood or its scientific name (*Hevea brasiliensis*) has become one of the most important raw materials and is highly demanded in Malaysian wood-based industry. As a result, Lembaga Getah Malaysia (LGM) had introduced the latex timber clone to overcome the shortage of rubber wood. However, there is still very limited information such as the effects of different ages and clones. In this study, two aspects viz. anatomical and chemical properties of tree heights and distances from near bark to near pith for two different types of latex timber clones (RRIM 2009 and RRIM 2024) of the same age between 3-4 years were investigated. The results for vessel frequency and vessel diameter showed no significant difference for clone and the distance from near bark to near pith except for tree height where the vessel frequency at the top portion are greater and the bottom portion gave a higher number for vessel diameter because both characteristics were related to each other. With regards to porosity, RRIM 2024 clone register a higher value as compared to RRIM 2009. Fiber morphology which consisted of fiber length, fiber diameter and cell wall thickness showed different effects depending on the different types of morphology measured. All three aspects showed significant differences on the tree height in which the bottom portion had a higher value than the top portion. As for the clone factor, it only showed significant difference for fiber length and fiber diameter which RRIM 2024 had higher value compared to RRIM 2009 clone. In addition, the distance from near bark to near pith was only significant towards fiber length. The specific gravity value showed a very significant difference for clone, tree height and distance from near bark to near pith towards the RRIM 2024 clone. The bottom portion and the distance from near bark showed a higher value. For the chemical analysis of wood, it showed a significant difference on clone and tree height for α -cellulose, holocellulose, lignin, ash and 1% NaOH where all the values were higher at the

bottom portion except for the lignin content, and RRIM 2024 clone registering a higher value as compared to RRIM 2009. With regards to solubility, the alcohol-toluene gave only significant difference on the tree height. As for the cold-water solubility, it showed no significant difference on clone and tree height and for hot water solubility, it was only significant on clone factor. Overall, this study found that the RRIM 2024 clone showed better growth performance compared to RRIM 2009 clone.

1.0 PENGENALAN

1.1 Umum

Kayu merupakan salah satu daripada sumber alam semulajadi yang memainkan peranan penting dalam kehidupan seharian manusia. Yang mana, kita menggunakannya untuk perabot, papan gentian, papan lapis dan juga bernilai sebagai bahan binaan. Kayu juga merupakan bahan asas bagi pulpa dan kertas, gentian, bahan pengisi dan pelbagai produk lain lagi.

Oleh yang demikian, anatomi kayu merupakan perkara asas yang perlu diketahui dalam bidang sains dan teknologi kayu ini. Pengecaman kayu samada melalui sifat fizikal mahu pun struktur dalamannya akan dapat memberikan gambaran yang terperinci tentang keunikan sesuatu spesies kayu dan sekaligus dapat diaplikasikan kepada produk yang bersesuaian.

Lazimnya kayu getah menjadi sumber penting bagi penghasilan perabot dan lain-lain produk seperti anak tangga, lantai parkey, kor papan blok, papan berketumpatan sederhana dan panel dinding. Industri perabot di Malaysia pada hari ini banyak bergantung kepada spesies kayu getah. Pada tahun 1998, industri berasaskan kayu getah menghasilkan pulangan melebihi RM 3.5 bilion. Kayu getah lebih dikenali dengan nama "*Malaysian Oak*" dan "*White Mahogany*" di pasaran dunia. Warna putih krim yang ada pada spesies ini menjadikannya sangat sesuai untuk pembuatan perabot. Secara keseluruhannya, kayu getah mempunyai ciri pemesinan yang baik untuk pemotongan, membuat lubang, senang dipaku dan untuk perekatan. Ini seterusnya menjadikan perabot dari kayu getah mudah dikemas siap seperti mewarna (Hong, 1995).

Sebelum ini, pokok getah hanya mempunyai nilai ekonomi yang rendah dan digunakan sebagai kayu api oleh masyarakat kampung (Salleh, 1993). Memandangkan permintaan yang tinggi terhadap perabot kayu getah, bekalan dijangka tidak lagi mencukupi pada masa hadapan.

Inisiatif telah diambil oleh pihak RRIM (Institut Penyelidikan Getah Malaysia) dan Jabatan Perhutanan melalui kajian bersama memperkenalkan kayu getah jenis Klon Lateks Balak. Klon Kumpulan I ini diperkenalkan pada awal tahun 90an dan pada awal tahun 2000 bagi Klon Kumpulan II. Setiap kumpulan klon ini mempunyai ciri-ciri yang telah ditentukan dan ciri-ciri tersebut adalah lebih baik daripada kayu getah asal.

Melalui kajian ini, Klon Lateks Balak dari Kumpulan II telah dipilih bagi melihat anatomi kayu dari aspek struktur dalamannya beserta komponen-komponen kimianya. Klon-klon yang telah ditebang bagi tujuan ini adalah RRIM2009 dan RRIM 2024.

1.2 Permasalahan

Walaupun spesies *Hevea brasiliensis* ini banyak ditanam di Malaysia dan semakin mendapat tempat sebagai bahan mentah bagi industri perabot, namun maklumat mengenainya masih lagi kurang terutamanya yang berkaitan dengan kesan umur dan klon yang berbeza. Kajian terhadap penggunaan akhir kayu getah harus berterusan agar ianya dapat menyumbangkan maklumat dari masa ke semasa. Maklumat yang diperlukan adalah berkaitan dengan kualiti kayu yang merangkumi ciri-ciri fizikal, mekanikal dan juga anatomi. Tiada kajian yang mendalam dilakukan bagi mengetahui bentuk variasi dan juga hubungan antara ciri-ciri klon. Memahami ciri-ciri kayu getah ini adalah kunci kepada penggunaan kayu yang lebih baik dan berkualiti pada masa hadapan.

1.3 Justifikasi

Kepentingan kayu sebagai sumber bahan mentah telah pun diketahui. Yang mana ianya digunakan sebagai bahan padu, gentian, sumber penghasilan tenaga dan juga sebagai bahan kimia. Oleh itu, amat penting untuk mengetahui dan memahami ciri-ciri asas kayu mahupun kualiti kayu bagi kepelbagaian penggunaan. Maklumat terperinci dan tepat mengenai spesies-spesies kayu yang ditemui masih sangat kurang terutama bagi struktur anatomi dan ciri fizikal kayu (Haygreen dan Bowyer, 1982). Ciri-ciri yang dinyatakan adalah diperlukan untuk pemilihan bahan bagi produk seperti papan lapis, papan gentian, pulpa dan kertas dan papan serpai.

Klon kayu getah Kumpulan II ini diperkenalkan pada awal tahun 2000. Memandangkan pengetahuan tentang klon ini lebih kepada sifat-sifat fizikal, jadi kajian ini akan lebih menjurus kepada sifat-sifat struktur dalaman serta komponen-komponen kimia yang terdapat pada kayu getah yang berlainan iaitu RRIM2009 dan RRIM2024. Sekaligus dapat menyumbangkan maklumat tentang klon ini sebagai sumber kayu balak yang penting pada masa hadapan.

1.4 Objektif Penyelidikan

Penyelidikan ini dijalankan untuk mengkaji sifat-sifat anatomi dan kimia kayu serta sifat fizikal kayu getah klon lateks balak. Ianya merangkumi kesan terhadap klon, ketinggian pokok dan juga jarak dari kulit ke empulur. Sifat anatomi adalah merujuk kepada sifat keliangan dan morfologi gentian. Sifat-sifat kimia pula adalah merangkumi analisis terhadap komponen kimia kayu dan akhir sekali adalah graviti spesifik bagi sifat fizikal. Objektif-objektif penyelidikan ini ialah:

1. Mengkaji sifat-sifat anatomi dan sifat fizikal dua klon kayu getah yang berlainan (RRIM 2009 dan RRIM 2024).
2. Menilai variasi sifat-sifat kimia pada klon kayu getah yang berlainan.

2.0 TINJAUAN LITERATUR

2.1 Pembentukan kayu

Kayu merupakan bahan bergentian yang terdapat pada batang, dahan dan akar tumbuhan berkayu. Kayu terbahagi kepada dua iaitu bahagian xilem, kulit dalam dan kulit luar. Kulit dalam merupakan sel-sel floem yang dihasilkan oleh kambium. Sel-sel ini berfungsi sebagai laluan makanan. Apabila sel-sel baru terbentuk, sel-sel terdahulu di dalam kulit dalam akan tertolak ke arah luar, berhenti berfungsi dan mati. Sel-sel mati tersebut seterusnya membentuk kulit luar. Kulit luar akan merekah dan luruh dengan meningkatnya umur pokok serta menghalang lembapan dari keluar.

Pertumbuhan pokok kayu berlaku melalui dua proses yang berlaku secara serentak iaitu pertumbuhan primer atau juga dikenali sebagai pertumbuhan apikal dan pertumbuhan sekunder. Pertumbuhan apikal ini berlaku pada bahagian ranting atau hujung dahan. Kesan daripada tindakan ini akan menyebabkan pokok menjadi tinggi. Manakala pertumbuhan sekunder atau penebalan sekunder pula berpunca daripada pembahagian sel di zon kambium yang terletak antara zon floem dan xilem. Pembahagian sel ke arah luar pokok membentuk kulit kayu dan ke arah dalam akan membentuk xilem (kayu). Aktiviti ini akan menyebabkan diameter serta ukur lilit pokok bertambah. Kambium menghasilkan sel-sel hidup yang dikenali sebagai xilem di bahagian kayu. Seterusnya sel-sel tersebut mula membesar, membeza dan berfungsi sebagai pengangkut air dan mineral, setor penyimpan makanan atau penyokong mekanikal. Apabila usia pokok bertambah, lapisan sel-sel baru terhasil berhampiran kambium dan menambahkan diameter pokok. Horvath (2005) mendapati bahawa pokok yang pesat membesar, mempunyai diameter gentian maksimum, dan pokok yang lambat

pertumbuhannya, mempunyai diameter gentian yang pendek. Sel-sel lama dalam kayu gubal mula mati dan terbentuklah lapisan kayu teras. Oleh itu, kayu teras terdiri daripada sel-sel yang tidak aktif tetapi memberi kekuatan mekanikal pada pokok. Kebiasaannya, kayu teras berwarna lebih gelap dari kayu gubal kerana pembedapan bahan ekstraktif di dalam selnya.

Empulur merupakan tisu lembut parenkima yang terletak di tengah-tengah batang pokok. Jika dilihat dari pandangan keratan rentas batang pokok, empulur kayu keras terdiri daripada berbagai-bagai bentuk (bulat, segitiga, bintang dan bujur), warna dan struktur (padu, poros dan berlubang). Manakala empulur kayu lembut pula adalah seragam (Alvinn De, 1964; Harlow dan Harrar, 1958). Satah tersebut ialah rentas, jejari dan tangen. Perbezaan yang ketara dapat dilihat di antara ketiga-tiga satah tersebut dengan mata kasar. Melalui satah tersebut juga, identiti sesuatu spesies dapat dicam berdasarkan sifat anatominya (selalunya dengan bantuan kanta pembesar atau mikroskop).

Secara amnya, kayu telah dikategorikan kepada dua kumpulan iaitu kayu keras dan kayu lembut. Walaupun begitu, nama-nama ini hanyalah sebagai satu pengkelasan sahaja dan bukan berkaitan dengan nilai kekerasan sebenar sesuatu kayu. Ada antara kayu lembut yang lebih keras daripada kayu keras dan sebaliknya. Pertumbuhan pokok berkayu di kawasan iklim sederhana begitu aktif pada musim bunga dan panas tetapi terbantut pada musim luruh dan sejuk. Pertumbuhan di kawasan tropika pula, berlaku pada sepanjang tahun (Desch, 1981).

2.1.1 Kayu Lembang

Kayu lembut merupakan kayu yang berasal daripada pokok yang secara botaninya merupakan tumbuhan *gymnospermae* atau konifer yang majoritinya berbentuk kon. Selalunya ia berdaun tirus dan berdaun sepanjang tahun. Kayu lembut tidak mempunyai vesel tetapi mempunyai trakeid yang berfungsi sebagai penguat dan penyalur bahan galian. Manakala sel parenkima pula berperanan sebagai setor dan penghantar makanan tersimpan. Contoh kayu lembut adalah pain dan spruce yang boleh diperolehi di kawasan beriklim sederhana. Di Malaysia pula terdapat tiga spesies kayu lembut iaitu damar minyak, podo dan sempilur tetapi hanya damar minyak yang mempunyai nilai komersial. Ianya sesuai dijadikan permukaan papan lapis dan panel hiasan dinding (Suhaimi, 2006).

2.1.2 Kayu Keras

Kayu keras pula berasal daripada pokok secara botaninya merupakan tumbuhan *angiospermae* yang berbentuk rendang. Selalunya berdaun lebar dan gugur pada musim luruh dan sejuk. Contoh kayu keras di kawasan beriklim sederhana ialah kayu poplar dan oak. Kayu meranti dan kempas pula merupakan contoh yang terdapat di Malaysia. Kayu keras mempunyai struktur anatomi yang lebih kompleks daripada kayu lembut. Gentian atau sel-sel utama dalam kayu keras ialah gentian, vesel dan parenkima.

2.1.3 Kayu Juvenil

Pada amnya, pembentukan kayu juvenil masih lagi kabur. Walaubagaimanapun, berdasarkan kepada ciri-ciri tertentu, kayu juvenil dapat dibezakan daripada kayu matang. Pada tahun pertama pertumbuhan, pokok menghasilkan kayu juvenil, zon di

mana pertambahan kayu bermula dari empulur ke bahagian luar (Kretschmann *et. al*, 1993). Di bawah pengurusan perladangan yang intensif, pokok yang telah dibaikbiak boleh membesar dengan mencapai saiz balak dan dapat ditebang pada umur yang muda (Kretschmann *et. al*, 1993). Semasa penghasilan kayu juvenil, pertumbuhan diameter pokok adalah sangat baik. Secara keseluruhan, kayu juvenil mempunyai ciri-ciri seperti graviti spesifik yang rendah, kurang kuat, gentian pendek, dinding sel yang nipis, kandungan selulosa yang rendah, kekuatan yang rendah, sel lumen yang besar, dan kandungan lignin yang tinggi apabila dibandingkan dengan kayu matang (Yeh *et. al*, 2005). Kayu juvenil mempunyai peratusan lignin yang tinggi, xilan, ekstraktif dan kandungan lembapan yang tinggi serta kandungan holoselulosa dan α -selulosa yang rendah (Bao *et. al*, 2001). Analisis komposisi kimia bagi *Pinus resinosa* berdasarkan kepada umur menunjukkan bahawa kandungan lignin di dalam kayu juvenil adalah 2% lebih tinggi daripada kayu matang (Larson, 1966).

Walau bagaimanapun, dalam kebanyakan kayu keras, terutamanya kayu keras liang selerak, perbezaan ciri-ciri kayu juvenil dan kayu matang adalah terlalu kecil, dan hanya memberi kesan minor pada ciri-ciri produk tertentu sahaja.

2.2 Kayu getah

Kayu getah (*Hevea brasiliensis*) telah diperkenalkan di Malaya pada kurun ke 19 dari Brazil. Biji benih yang pertama telah dibawa masuk dan ditanam di Kuala Kangsar, Perak pada tahun 1877. Pokok getah yang ditanam sebelum tahun 1980 hanyalah bertujuan untuk penghasilan susu getah sahaja. Selepas penghasilan susu getah menurun pada lingkungan umur 25-30 tahun, pokok getah ini akan ditebang untuk penanaman semula. Pokok getah yang ditebang akan hanya dibakar atau dijadikan kayu api kerana

tiada memberi nilai ekonomi. Tetapi menjelang tahun 1980an, kayu getah telah mula menjadi sumber bahan mentah yang penting bagi industri perabot kayu di Malaysia.

Pada penghujung tahun 1970an, kayu getah mula menjadi bahan komersial bagi industri di Malaysia. Kajian dari FRIM menunjukkan bahawa kayu getah mempunyai potensi untuk digunakan sebagai produk papan gentian (Peel, 1959) dan pulpa (Peel dan Peh, 1961). Malaysia telah menjadi negara pertama yang mengeksport kayu getah dan seterusnya dijadikan rujukan dan peneraju bagi pemprosesan dan penggunaan kayu getah.

Jepun merupakan antara negara yang awal telah mengimport produk kayu getah dan kayu getah balak dari Malaysia (Hong dan Sim, 1994). Ini kerana kayu getah mempunyai warna cerah serta sifat kerja kayu yang baik. Pada hari ini, kayu getah telah menjadi sumber utama dalam industri berasaskan kayu terutamanya bagi penghasilan perabot dan produk kayu komposit seperti papan gentian ketumpatan sederhana (MDF) serta papan serpai (Jadual 2.1).

Jadual 2.1 Eksport produk dari kayu getah 1998-2003 (RM juta)

Produk	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Kayu gergaji	35	0	0	87	92	60
Perabot	2,597	3,120	3,535	3,023	3,339	3,736
Moulding	135	168	313	224	229	208
MDF	591	634	823	873	867	979
Papan serpai	119	120	160	134	116	102
Kayu kumai & tanggam	232	250	269	243	261	281
Jumlah	3,709	4,292	5,100	4,585	4,903	5,366

(MTIB;Johari,2000)

Memandangkan permintaan kayu getah yang sentiasa tinggi daripada pihak-pihak pengilang terutamanya perabot, adalah disyorkan supaya penanaman klon getah diperkenalkan dengan meluas kepada penanam getah. Ini kerana klon getah ini dapat memberikan potensi hasil kayu yang tinggi disamping hasil lateksnya. Klon balak lateks ini menunjukkan bentuk pertumbuhan yang baik seperti kesuburan pertumbuhan dan mempunyai batang yang panjang dan lurus. Harga kayu getah juga lebih rendah jika dibandingkan dengan spesies kayu dari hutan (Jadual 2.2).

Jadual 2.2 Purata harga domestik bagi kayu balak, kayu gergaji, papan lapis dan MDF di Semenanjung Malaysia, Disember 2009 (RM per m³)

Spesies	Balak	Kayu gergaji			
	18'' keatas	GMS	Kepingan	Scantlings	
KAYU KERAS BERAT					
Chengal	2,360	4,900	3,080	5,400	
Balau	1,890	3,200	2,830	3,100	
Balau Merah	1,270	1,700	1,380	1,500	
Merbau	1,270	2,700	1,820	2,900	
Kayu keras capca	630	1,200	920	1,250	
KAYU KERAS SEDERHANA					
Keruing	810	1,450	930	1,550	
Kempas	815	1,500	940	1,600	
Kapur	800	1,300	1,040	1,450	
Mengkulang	800	1,250	910	1,380	
Tualang	690	930	770	1,150	
Capca	580	1,000	680	1,100	
KAYU KERAS RINGAN					
Meranti Merah Tua	875	1,880	1,280	2,050	
Meranti Merah Muda	830	1,490	1,000	1,600	
Meranti Merah	840	1,770	1,020	1,800	
Meranti Kuning	800	1,040	880	1,450	
Meranti Putih	790	1,080	870	1,220	
Mersawa	770	1,330	890	1,490	
Nyatoh	825	1,630	900	1,750	
Sepetir	540	1,100	800	1,150	
Jelutong	730	1,350	890	1,380	
Ramin	1,630	3,400	2,450	3,500	
Capca	510	952	580	985	
KAYU GETAH	BALAK 120	KAYU GERGAJI			
		1'' x 1''	2'' x 2''	3'' x 3''	4'' x 4''
		692	826	907	939
PAPAN LAPIS 4' X 8' (RM per keping)	4mm	6mm	9mm	12mm	
	14.50	22.00	34.00	44.00	
MDF 4' X 8' (RM per keping)	4mm	6mm	9mm	12mm	
	12.40	16.30	22.40	29.00	

(MTIB,2009)

2.2.1 Klon Lateks Balak (LTC)

Pokok getah di ladang dan kebun-kecil pada masa ini merupakan sumber untuk kayu getah sahaja. Oleh yang demikian, bagi memastikan industri yang berasaskan kayu mendapat sumber kayu yang berkualiti serta bekalan lateks secara berterusan, program pembiakan getah harus memberi keutamaan kepada klon-klon kayu yang dapat cepat membesar dan seterusnya menghasilkan kayu getah dan lateks yang tinggi (Buletin Getah Asli, 1999). Klon lateks balak (LTC) merupakan klon-klon yang mempunyai hasil pengeluaran lateks dan kayu getah yang tinggi (LGM, 2003).

Institut Penyelidikan Getah Malaysia (RRIM) yang kini dikenali sebagai Lembaga Getah Malaysia (LGM) telah menjalankan kajian semenjak 1928 dan telah berjaya meningkatkan hasil lateks melalui kacukan dan pemilihan daripada 550 kg/ha/thn kepada lebih 2500 kg/ha/thn bagi klon yang dipilih baru-baru ini (Buletin Getah Asli, 1998). Pokok getah merupakan pokok saka, dan program pembiakan getah mengambil masa yang lama dan mahal. Program ini menitikberatkan ketepatan percubaan, pendekatan pantas dan ekonomi percubaan dalam mengesyorkan bahan tanaman kepada industri. Jangkamasa pembiakan dan pemilihan telah dapat dipendekkan daripada 25-30 tahun kepada 15 tahun melalui kultivar baru yang telah dimajukan. Ini melibatkan pemilihan awal di tapak semaian, penghasilan anak benih progeni hasil pendebungaan tangan, menguji progeni elit di ladang dengan rekabentuk eksperimen yang betul sebelum ianya boleh disyorkan sebagai penanaman komersial.

Pada tahun 1996, di bawah projek pembangunan bersepadu, penanaman klon balak lateks terpilih daripada Syor Penanaman RRIM. Melalui penanaman klon baru ini telah memupuk kesedaran dan minat tentang penanaman semula dengan klon balak lateks yang mampu memberikan hasil yang tinggi. Di samping itu, maklumat agronomi

seperti pengawalan rumpai, pembubuhan baja, amalan perladangan, sistem torehan dan rangsangan serta pengawalan penyakit bagi klon baru ini boleh digunapakai dan diawasi. Terdapat dua kumpulan klon yang telah diperkenalkan. Kriteria untuk mengkategorikan klon ini disenaraikan di dalam Jadual 2.3. Kumpulan I terdiri daripada klon-klon yang telah mempunyai rekod data hasil dan ciri-ciri sekunder sekurang-kurangnya lima tahun dalam percubaan-percubaan skala besar seperti Projek Pembangunan Terkawalselia dan Percubaan Klon Skala Besar. Bagi Kumpulan II pula, klon-klon ini baru diperkenalkan berdasarkan kepada lima tahun data hasil dan ciri-ciri sekunder dalam Percubaan Klon Skala Kecil (SSCT). Maklumat-maklumat lain seperti keadaan tanah, iklim serta persekitaran belum lagi diperolehi. Walau bagaimanapun, pada peringkat awalan ini, klon-klon dari Kumpulan II ini mempunyai kadar potensi yang memberangsangkan.

Jadual 2.3: Kriteria untuk mengkategorikan klon

Kumpulan	Klon
Kumpulan I	Hasil purata untuk torehan lima tahun pertama menggunakan system torehan $\frac{1}{2}S$ d/3 dalam persekitaran berlainan mestilah sekurang-kurangnya 1,000 kg/ha/thn dan jumlah isipadu kayu sekurang-kurangnya 0.6m ³ /pokok pada umur 10 tahun.
Kumpulan II	Hasil purata untuk torehan lima tahun menggunakan sistem torehan $\frac{1}{2} S$ d/3 dalam Percubaan Klon Skala Kecil mestilah sekurang-kurangnya 20% lebih tinggi dari klon kawalan iaitu PB 260. anggaran jumlah isipadu kayu mestilah sekurang-kurangnya 0.6m ³ /pokok pada umur 10 tahun.

(Syor Penanaman Getah, Lembaga Getah Malaysia (LGM) 2003)

2.2.2 Klon Lateks Balak Kumpulan I

Kumpulan I merujuk kepada klon atau bahan tanaman dengan rekod terbukti. Data klon-klon ini telah diperolehi dengan diuji sekurang-kurangnya lima tahun dalam skala yang besar dan dalam penanaman komersial. Oleh yang demikian, petani bebas untuk menanam dari Kumpulan I dengan tanpa had keluasan. Sebanyak dua puluh empat klon dari Kumpulan I yang disyorkan untuk ditanam dalam Syor Penanaman RRIM dahulu, sembilan daripadanya telah dikeluarkan kerana prestasi hasil tidak memberangsangkan, ciri-ciri pertumbuhan yang tidak dikehendaki, kerentanan terhadap kerosakan angin dan kerentanan terhadap penyakit daun tempatan. Klon-klon tersebut adalah RRIM 600, RRIM 712, PB 28/59, PB 217, PB 235, PB 255, PR 255, PR 261 dan RRIC 100. Klon-klon Kumpulan I yang lain adalah disyorkan supaya ditanam di kebun kecil dan estet tanpa had keluasan tanaman. Baki lima belas klon di dalam kumpulan ini yang mana lapan daripadanya adalah klon-klon lateks balak iaitu RRIM 908, RRIM 911, RRIM 921, RRIM 936, PB 260, PB 350, PB 355 dan PB 359. Klon-klon ini mempunyai hasil lateks dan balak yang tinggi. Secara umumnya, klon lateks balak ini mempunyai batang yang licin, lurus dan tegak. Manakala yang lainnya adalah klon-klon lateks iaitu RRIM 901, RRIM 937, RRIM 938, RRIM 940 PB 280, PB 366 dan PM 10. Klon-klon ini pula memberikan pengeluaran lateks yang tinggi, tetapi rendah hasil balaknya (LGM, 2003).

2.2.3 Klon Lateks Balak Kumpulan II

Kumpulan II merujuk kepada klon-klon dengan maklumat hasil dan prestasi pertumbuhan yang terhad. Klon-klon ini telah dipilih dalam Percubaan Klon Skala Kecil (SSCT) berdasarkan kepada rekod lima tahun bersama ciri sekunder terselia. Kumpulan II ini mengandungi empat puluh klon yang mana tiga belas daripadanya adalah Siri RRIM 900 (Pemilihan Kedua), dan dua puluh tujuh klon untuk Siri RRIM 2000 (Pemilihan Pertama) dan Siri RRIM 2000 terbaru (Pemilihan Kedua). Prestasi bagi klon-klon siri RRIM 2000 berpotensi mengeluarkan hasil lateks dan kayu balak yang tinggi. Klon-klon lateks balak ini cepat membesar dan dapat ditoreh lebih awal. Klon-klon lateks balak adalah RRIM 928, RRIM 929, RRIM 2001, RRIM 2002, RRIM 2008, RRIM 2009, RRIM 2014, RRIM 2015, RRIM 2016, RRIM 2020, RRIM 2023, RRIM 2024, RRIM 2025 dan RRIM 2026.

Bagi Siri RRIM 2000 (Pemilihan Pertama), lapan klon telah dicadangkan pada tahun 1995. Klon-klon ini memberikan hasil lateks yang tinggi, juga mempunyai isipadu kayu yang tinggi serta pertumbuhan yang cergas. Oleh yang demikian, ianya sesuai bagi pengeluaran hasil balak dan lateks. Klon-klon tersebut adalah RRIM 2001, RRIM 2002, RRIM 2008, RRIM 2009, RRIM 2014, RRIM 2015, RRIM 2016 dan RRIM 2020 (Buletin Getah Asli, 1998). Kesemua data yang diperolehi bagi Kumpulan II ini dikumpul daripada SSCT di Stesen Penyelidikan di Sg. Buloh, Selangor dan Kota Tinggi, Johor.

2.2.4 Ciri-ciri Klon Kumpulan II

Untuk memastikan penghasilan yang lebih baik, usaha-usaha agresif telah dijalankan secara berterusan. Ini telah menghasilkan empat lagi klon yang mempunyai isipadu kayu dan hasil lateks yang tinggi. Klon-klon ini adalah RRIM 2023, RRIM 2024, RRIM 2025 dan RRIM 2026. Purata hasil lima tahun pertama penorehan adalah memperoleh 2822 kg/ha/thn iaitu 130-160% jika dibandingkan dengan PB 260 (Jadual 2.4).

Jadual 2.4 : Hasil purata (Kg/Ha/ Thn) klon-klon lateks balak siri RRIM 2000*

Bahan Tanaman	Tahun Torehan					Purata kg/pkk/toreh
	1	2	3	4	5	
RRIM 2001	1695	2048	4568	2561	3376	2850
RRIM 2002	1455	2152	3410	2355	2366	2348
RRIM 2008	1512	2321	2955	3506	3135	2686
RRIM 2009	1887	1852	2509	2500	2636	2277
RRIM 2014	1063	1839	2555	2819	1757	2007
RRIM 2015	2506	2234	2941	2833	3286	2760
RRIM 2016	2173	2499	2923	2946	2369	2582
RRIM 2020	1691	1860	2526	2517	2564	2232
RRIM 2023	1989	2976	3480	2825	2848	2822
RRIM 2024	1509	2802	2828	3482	3158	2685
RRIM 2025	1921	2915	3174	2793	2967	2700
RRIM 2026	1450	2075	2172	3118	2410	2204
RRIM 2027	2381	2447	3349	3526	3477	3036

*Hasil diekstrapolasi dari Percubaan Klon Skala Kecil

(Buletin Getah Asli, Edisi Khas 1999)

Manakala ukurlilit pada umur lima tahun adalah 47.4 - 53.1sm dan 79.4 - 91.4sm pada umur sepuluh tahun (LGM Monograf, 2003) (Jadual 2.5). Nilai ini adalah lebih tinggi daripada PB 260. Penambahan ukurlilit yang tinggi semasa pokok masih muda membolehkan pokok getah ini ditoreh lebih awal dari yang sepatutnya. Jumlah isipadu

kayu pula bagi klon masing-masing adalah 0.81 meter padu (RRIM 2023), 1.24 meter padu (RRIM 2024), 1.87 meter padu (RRIM 2025) dan 1.11 meter padu (RRIM 2026) pada umur 14 hingga ke 21 tahun (Jadual 2.6). Oleh itu, empat klon ini mempunyai hasil balak yang tinggi dan sesuai bagi pengeluaran lateks dan balak. Dua puluh lima klon yang lain bagi Kumpulan II, hanya sesuai untuk hasil lateks sahaja kerana rendah dari segi hasilan kayu.

Jadual 2.5 Prestasi ukurlilit (cm) klon lateks balak siri RRIM 2000 dalam percubaan klon skala kecil

Bahan Tanaman	Pertambahan ukurlilitan (cm/thn)	
	Tahun ke 5	Tahun ke 10
RRIM 2001	53.4	71.0
RRIM 2002	52.9	78.6
RRIM 2008	60.0	93.1
RRIM 2009	54.1	87.3
RRIM 2014	55.9	90.0
RRIM 2015	56.9	85.3
RRIM 2016	53.1	87.2
RRIM 2020	56.2	79.4
RRIM 2023	53.1	79.4
RRIM 2024	53.0	87.6
RRIM 2025	47.4	91.4
RRIM 2026	52.7	85.2

* Ukurlilit klon latek balak siri RRIM 2000 menunjukkan pertumbuhan yang cepat. (Buletin Getah Asli, Edisi Khas 1999)

Jadual 2.6 Anggaran isipadu kayu bagi klon lateks balak kumpulan II)

Bahan Tanaman	Umur (Tahun)	Isipadu Batang (m ³ /pokok)	Isipadu Kayu Kanopi (m ³ /pokok)	Jumlah Isipadu kayu (m ³ /pokok)
RRIM 928	21	0.59	0.15	0.74
RRIM 929	21	0.60	0.60	1.20
RRIM 2001	17	0.41	0.82	1.23
RRIM 2002	17	0.44	0.66	1.10
RRIM 2008	14	0.33	0.99	1.32
RRIM 2009	14	0.34	0.34	0.68
RRIM 2014	14	0.53	0.80	1.33
RRIM 2015	14	0.43	0.87	1.30
RRIM 2016	14	0.43	0.85	1.28
RRIM 2020	14	0.36	0.63	1.00
RRIM 2023	14	0.35	0.46	0.81
RRIM 2024	14	0.52	0.74	1.26
RRIM 2025	14	0.63	1.20	1.87
RRIM 2026	14	0.66	0.45	1.11
RRIM 2027	16	0.60	0.70	1.30

(Buletin Getah Asli, Edisi Khas 1999)

Kesimpulannya, bagi memastikan industri kayu getah mendapat bekalan kayu berterusan pada masa yang akan datang, pelbagai usaha sedang difikirkan oleh pihak yang berkenaan. Tetapi di dalam jangka masa pendek ini, penanam-penanam getah digalakkan untuk menanam klon-klon yang telah dibuktikan berjaya bagi penghasilan kayu atau lateks. Terdapat kira-kira dua puluh tiga klon yang terdiri daripada Kumpulan I dan Kumpulan II yang telah disyorkan oleh Lembaga Getah Malaysia untuk penanam-penanam getah iaitu RRIM 908, RRIM 911, RRIM 921, RRIM 928, RRIM 929, RRIM 936, PB 260, PB 350, PB 355, PB 359, RRIM 2001, RRIM 2002, RRIM 2008, RRIM 2009, RRIM 2014, RRIM 2015, RRIM 2016, RRIM 2020, RRIM 2023, RRIM 2024, RRIM 2025, RRIM 2026 dan RRIM 2027 (Buletin Getah Asli, 1998).

2.3 Ciri-Ciri Anatomi

2.3.1 Maklumat Asas

Anatomi *Hevea brasiliensis* telah dikaji oleh beberapa orang penyelidik (Babilioff, 1923; Vijendra Rao *et. al*, 1983; Suhaimi, 1989).

Di Malaysia, ciri-ciri kayu getah ini telah dikaji sejak awal tahun 50'an lagi oleh penyelidik dari Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (FRIM) (Thomas dan London, 1953). Walau bagaimanapun, potensi sebenar kayu getah masih lagi belum diekplotasi sepenuhnya.

Menurut Sekhar (1989), kayu getah adalah berwarna putih kuning apabila ditebang dan akan bertukar kepada coklat cerah beserta warna merah jambu semasa proses pengeringan. Liang atau salur lateks dijumpai dengan banyak pada hampir keseluruhan bahagian pokok kecuali dalam kayu, tetapi kebiasaannya, juga ditemui di dalam tisu xilem.

Anatomi kayu merupakan asas yang paling penting dalam bidang Sains dan Teknologi Kayu (Suhaimi, 2006). Bagi mengetahui kegunaan sesuatu spesies kayu, adalah penting untuk mengkaji struktur dalaman serta sifat fizikal kayu tersebut. Ini kerana dengan maklumat yang diperolehi, nilai serta kebolehan spesies tersebut boleh dipelbagaikan (Ani dan Lim, 1991). Pemahaman tentang anatomi kayu menjadi dasar kepada aspek pemprosesan, pembuatan dan penggunaan produk berasaskan kayu (Suhaimi, 2006). Ini bagi menjamin kualiti produk yang dihasilkan.

Kayu getah tergolong dalam kategori kayu keras ringan yang berketumpatan kurang daripada 720kg/m^3 . Sifat-sifat fizikal kayu di dalam kategori ini tidak tahan pada iklim tropika tetapi tahan terhadap iklim sederhana. Kegunaannya pula adalah umum tetapi sesuai juga untuk perabot, panel hiasan dan lain-lain. Bahan awet sangat

diperlukan bagi mengelak serangan daripada agen perosak. Antara spesies lain dalam kumpulan ini adalah Jelutong (*Dyera costulata*), Nyatuh (*Palaquium xanthochymum*), Meranti (*Shorea spp.*) dan Sesenduk (*Endospermum malaccense*) (Balan Menon, 1971).

Warna kayu gubal dan kayu teras tidak banyak berbeza untuk kayu getah. Manakala warna kayu getah pula adalah putih atau krim cair. Bagi permukaan kayu yang berketam pula tidak berkilau. Parenkima yang wujud pada permukaan tangen pula akan menimbulkan tanda zigzag dan tekstur kayu pula adalah dari sederhana kasar ke kasar dan sekata. Kayu getah bukan dari jenis klon ini mempunyai ira kayu daripada lurus ke berpintal sedikit dan kayu getah tidak mempunyai ketahanan apabila bersentuhan dengan tanah atau apabila dibiarkan terdedah kepada udara. Keistimewaan kayu getah adalah kandungan kanjinya pada sel parenkima yang dapat dilihat apabila dititiskan dengan larutan iodin pada keratan jejari (Suhaimi, 2006).

Bagi kayu beriklim tropika tiada gelang pertumbuhan yang dihasilkan tetapi disebabkan jalur parenkima ia mungkin menyerupai gelang pertumbuhan. Kayu getah mempunyai vesel tunggal yang mana ianya bersaiz sederhana besar ke besar. Tetapi kebanyakan vesel adalah berpasangan jejari sehingga 4 vesel. Ada juga yang mencapai 5 ke 8 vesel. Susunan vesel pula tidak sekata. Terdapat banyak tilosis yang dijumpai pada vesel kayu getah. Parenkimanya pula adalah dari jenis apotrakea dan boleh dilihat dengan mata kasar dan taburannya adalah jalur jarak tidak seragam yang menghubungkan ruji ke ruji membentuk corak seperti pukut. Terdapat juga parenkima paratrakea di sekitar vesel. Ruji kayu getah adalah sederhana halus dan boleh dilihat ketara pada permukaan rentas tetapi tidak pada permukaan jejari (Suhaimi, 2006). Ciri istimewa kayu getah adalah kandungan kanji yang banyak dijumpai pada semua sel

parenkima dan sebahagian sel ruji (Suhaimi, 2006) pada kayu gubal berbanding kayu teras.

2.3.2 Gentian

Gentian hanya terdapat di dalam kayu keras sahaja. Ianya berfungsi sebagai memberi kekuatan mekanikal. Gentian mempunyai ciri berdinding tebal dengan hujung yang tertutup juga lebih tirus berbanding dengan sel trakeid. Panjang gentian adalah diantara 0.7 mm hingga 3 mm dengan purata yang kurang daripada 2 mm (Richard, 1980) dan purata diameternya ialah 0.1 – 0.5 μm (Panshin dan De Zeeuw, 1970). Kebisaannya, kandungan gentian adalah 50% atau lebih bagi isipadu kayu (Gottwald, 1972). Dalam kebanyakan kajian, semakin tinggi peratus gentian akan memberi nilai graviti spesifik yang tinggi juga.

Kualiti gentian yang terhasil per nilai sesuatu kayu adalah bergantung kepada ciri-ciri bahan asas yang digunakan. Ini termasuklah spesies, faktor pertumbuhan, ketumpatan kayu, kaitan antara kayu awal dan kayu akhir, umur pokok, keadaan sampel dan kecacatan (Panshin dan De Zeeuw, 1970). Horvath (2005) mendapati bahawa pokok yang pesat membesar, mempunyai diameter gentian yang maksimum, dan pokok yang lambat pertumbuhannya, mempunyai diameter gentian yang pendek. Kebiasaannya, gentian pendek mempunyai diameter yang besar dan gentian yang panjang mempunyai diameter yang kecil.

Panjang gentian merupakan pekara yang paling penting bagi pembuatan kertas dalam menentukan sifat-sifat kertas, terutama kekuatan. Sifat-sifat penting yang lain adalah nisbah lumen sel, lebar dan ketebalan dinding sel dan nisbah panjang gentian kepada lebar (Anon., 1972). Kajian Horvath (2005), terhadap beberapa spesies pokok

mendapati bahawa panjang gentian pada bahagian berdekatan dengan empulur adalah diantara 0.6 dan 0.7 mm dan dalam jangkamasa 10 tahun, panjang gentian ini boleh mencapai nilai yang konsisten antara 1.00 dan 1.36 mm, bergantung kepada ketinggian pokok.

Ashaari (1986) menyatakan bahawa panjang gentian antara dua klon kayu getah tidak begitu sama dengan peningkatan ketinggian. Pada mana-mana ketinggian, bagi kedua-dua klon panjang gentian meningkat pada kedudukan daripada empulur dengan panjang maksimum 2.0 – 2.6 mm. Beliau (Ashaari, 1980), juga menyatakan bahawa panjangnya adalah sederhana dengan purata 1.1 mm. Umumnya, panjang gentian meningkat dari zon juvenil, mencapai panjang maksimum pada zon berdekatan dengan kulit sebelum menurun. Menurut Peel dan Peh (1961), purata panjang gentian adalah lebih kurang 1.5 mm pada purata diameter apabila dalam keadaan kering lebih kurang 22 mikron dengan dinding sel kering kira-kira 2.8 mikron tebal serta basah kira-kira 5 mikron.

Sekhar (1989) menyatakan bahawa purata panjang gentian lebih kurang 1.5 mm dan diameter apabila kering adalah lebih kurang 22 mikron. Ketebalan dinding sel apabila kering adalah kira-kira 2.8 mikron. Purata panjang gentian yang diukur oleh Bhatt dan rakan-rakan (1984) adalah 1.189 mm. Sekhar (1989) juga menyatakan bahawa nilai maksimum dan minimum adalah tinggi berbanding dengan spesies kayu pulpa seperti *Eucalyptus* spp., *Gmelina arborea* dan lain-lain.

Ini akan memberikan sifat kekuatan yang lebih baik bagi pembuatan pulpa dan kertas daripada kayu getah berbanding pembuatan kertas daripada kayu keras tropikal yang lain. Panjang gentian akan meningkat daripada empulur hingga ke bahagian kulit walaupun dinyatakan akan menurun pada berdekatan dengan kulit. Peratusan gentian

tidak menunjukkan sebarang variasi signifikan samada daripada batang hingga ke silara atau dari empulur hingga kulit (Bhatt, *et. al*, 1984).

2.3.3 Vesel

Seperti gentian, sel-sel vesel hanya terdapat dalam kayu keras sahaja. Vesel atau liang adalah tiub kapilari seperti sel-sel yang tersusun secara menegak sepanjang paksi pokok dan berfungsi sebagai pengaliran sap atau mineral-mineral daripada akar hingga ke silara. Ia merupakan sel yang paling penting pada struktur kayu keras dan ia memberi ciri khas bagi membezakan kayu keras dan kayu lembut (Suhaimi, 2006). Oleh itu lazimnya kayu keras juga dikenali sebagai kayu berliang. Pada permukaan membujur vesel ini kelihatan seperti calar-calar atau lurah dan pada permukaan keratan rentas ia kelihatan seperti bujur atau bulat yang lebih dikenali sebagai *pore*. Hujung sel vesel adalah terbuka dengan potongan lurus atau menyerong. Saiz vesel, kumpulan dan cara susunannya adalah penting bagi pengecaman sesuatu spesies. Panjang vesel ini dianggarkan daripada 0.18 mm hingga 1.3 mm dan lebarnya dari 20 μm hingga ke 330 μm (Richard, 1980). Diameter vesel meningkat dengan cepat pada 10-20 tahun pertama dan kemudian akan mencapai nilai yang konsisten (Horvath, 2005). Kajian beliau juga menunjukkan bahawa kadar pertumbuhan jejari memberi kesan terhadap panjang gentian.

Di bahagian kayu teras, vesel sudah tidak berfungsi sebagai pengangkut lagi. Fungsinya telah berubah sebagai setor dan dipenuhi oleh tilosis (Esau, 1965). Tilosis mengandungi protoplasma sel parenkima mati, resin, kanji gam, kristal dan lain-lain. Kewujudan tilosis juga boleh disebabkan oleh jangkitan virus dan kulat (Koran dan Côté, 1965).

Vesel kayu getah mempunyai *simple perforation*, sederhana besar ke besar, sedikit bilangan tunggal dan majoriti berpasangan jejari atau berbilang hingga mencapai 4 liang. Kebiasaannya, bilangan jejari 5 hingga 8 vesel mungkin dijumpai (Hong dan Sim, 1994). Analisis mikroskop mendapati bahawa vesel mencapai saiz 200 mikron pada diameter tangen dan terdapat tiga ke empat vesel tunggal di dalam per milimeter persegi (Sekhar, 1989).

Menurut Suhaimi (2006), terdapat dua kandungan dalam liang yang memberi ciri penting dalam pengecaman spesies kayu iaitu tilosis dan deposit. Tilosis adalah struktur yang menyerupai belon, mempunyai lapisan yang nipis seperti buih (Gambar 2.1). Kayu getah adalah antara kayu yang mempunyai banyak tilosis pada liangnya selain keruing, balau dan bitis. Manakala, deposit adalah bahan yang bergam, bersulfur atau berkapur dalam vesel yang terhasil daripada proses mendakan bahan galian apabila ia tidak lagi aktif sebagai penyaluran air.