

**KESAN RAWATAN HABA TERHADAP SIFAT-SIFAT FIZIKAL, MEKANIKAL
DAN DAYA KETAHANAN ROTAN MANAU (*Calamus manan*)**

Oleh

SAIFUL LIZAN BIN MAHZAN

Tesis dihantar untuk memenuhi keperluan pengijazahan

Sarjana sains

Universiti Sains Malaysia

Disember 2004

PENGHARGAAN

Saya ingin mengucapkan syukur kepada Allah S.W.T. yang memberikan saya kekuatan dan semangat untuk menyiapkan kajian ini. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada individu yang banyak membantu selama ini:

Profesor Madya Dr. Othman Sulaiman sebagai penyelia dengan memberi sokongan yang berterusan, inspirasi, cadangan dan tunjuk ajar untuk menyiapkan kajian ini.

Profesor Madya Dr. Rokiah Hashim (USM) yang banyak membantu, memberi sokongan dan cadangan dalam kajian ini.

En Hashim Wan Samsi, dari Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (FRIM), yang memberi cadangan dan juga menyediakan tempat tinggal selama saya berada di FRIM

Profesor Madya Dr. Lee Chow Yang dan En. Peng Soon dari pusat Pengajian Biologi bahagian Entamologi yang membantu dalam kajian mengenai serangan anai-anai.

Tidak dilupakan kepada pembantu-pembantu makmal dan juruteknik di FRIM dan Universiti Sains Malaysia; En Rahim dan Cik. Noraida Bukhari untuk pertolongan yang diberikan sepanjang kajian ini.

Rakan seperjuangan dari Pusat Pengajian Teknologi Industri, Bahagian Teknologi Biosumber, Kertas dan Penglitup. Tidak dilupakan orang yang disayangi Cik Noor Azlin Bt Ali Bagas atas sokongan dan kata-kata perangsang yang di berikan.

Akhir sekali, khas untuk keluarga dirumah terutamanya ayah saya, Mahzan bin Hj Ali, Arwah ibu Fatimah Bt Hj Abdul Kadir, abang-abang, kakak-kakak dan adik saya untuk sokongan yang diberikan (moral, kewangan dan nasihat) terutamanya dikala masa susah.

Kandungan

Penghargaan	i
Kandungan	ii
Senarai rajah	vii
Senarai Jadual	xii
Abstrak	xiv
Abstract	xvi
1. Pengenalan	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Objektif	3
2. Tinjauan Literatur	4
2.1 Rotan	4
2.1.1 Pengenalan	4
2.1.2 Taksonomi, Sumber dan Habitat	6
2.1.3 Morfologi dan Pertumbuhan	7
2.1.4 Penanaman semula rotan	9
2.1.5 Spesis rotan <i>Calamus manan</i>	11
2.2 Ciri-ciri rotan	12
2.2.1 Sifat Anatomi	12
2.2.2 Sifat fizikal	14
2.2.2.1 Kandungan lembapan	14
2.2.2.2 Graviti spesifik	15

2.2.2.3 Pengecutan dan pengembangan	16
2.2.3 Sifat Mekanikal	17
2.2.4 Sifat Kimia	19
2.3 Pengawetan	20
2.3.1 Pengenalan	20
2.3.2 Kulat	21
2.3.3 Serangga	22
2.3.4 Teknik perlindungan	24
2.3.5 Teknik pengawetan dan bahan pengawet	25
2.3.6 Rawatan Haba	27
2.3.6.1 Pengenalan	27
2.3.6.2 Proses rawatan haba	28
2.3.6.2.1 Proses rawatan haba-rendaman minyak	29
2.3.6.3 Jenis medium pemanas	30
2.3.6.4 Proses tranformasi kimia	31
2.3.6.4 Kesan rawatan haba	37
2.4 Minyak sawit	38
2.4.1 Ciri-ciri minyak sawit	38
2.4.2 Komposisi minyak sawit	39
3. Proses rawatan sampel ujikaji	40
3.1 Pemilihan sampel	40
3.2 Proses rawatan	41
3.3 Keputusan rawatan	43

4. Sifat fizikal rotan manau (<i>Calamus manan</i>) yang telah dirawat	45
4.1: Pengenalan	45
4.2: Bahan dan kaedah	45
4.2.1: Peratus penyerapan minyak	45
4.2.2: Kandungan Lembapan	46
4.2.3: Pengecutan isipadu.	46
4.2.4: Graviti spesifik	47
4.2.5: Pengembangan ketebalan dan Penyerapan air	47
4.3: Keputusan dan Perbincangan	49
4.3.1: Penyerapan minyak	49
4.3.2: Kandungan Lembapan	52
4.3.3: Pengecutan isipadu	54
4.3.4: Graviti spesifik	56
4.3.5: Pembengkakkan ketebalan dan Penyerapan air	59
4.4: Kesimpulan	63
5. Ciri-ciri rotan manau (<i>Calamus manan</i>) yang telah dirawat	65
5.1: Bahan dan kaedah	65
5.1.1: Spektrometri transformasi gelombang inframerah (FTIR)	65
5.1.2: Mikroskop elektron Penskanan (SEM).	66
5.2: Keputusan dan Perbincangan	67
5.2.1: Spektrometri transformasi gelombang inframerah (FTIR)	67
5.2.2: Mikroskop elektron Penskanan (SEM).	72
5.3: Kesimpulan	77

6. Sifat-sifat mekanikal rotan manau (<i>Calamus manan</i>) yang telah dirawat	79
6.1: Pengenalan	79
6.2: Bahan dan kaedah.	79
6.2.1: Ujian kekuatan lenturan	79
6.2.2: Ujian ricihan mengikut arah gentian	81
6.2.3: Ujian mampatan mengikut arah gentian	82
6.3: Keputusan dan Perbincangan	83
6.3.1: Ujian kekuatan lenturan (MOE dan MOR)	83
6.3.2: Ujian pemampatan dan ricihan	87
6.4: Kesimpulan	89
7. Sifat ketahanan semulajadi rotan manau (<i>Calamus manan</i>) yang telah dirawat	90
7.1 Bahan dan kaedah	90
7.1.1: Ujian <i>soil Burial</i> .	90
7.1.2: Ujian anai-anai	91
7.2: Keputusan dan Perbincangan.	94
7.2.1: Ujian <i>Soil Burial</i> .	94
7.2.2: Ujian anai-anai.	97
7.2.2.1: Peratus kehilangan berat.	97
7.2.2.2: Purata serangan anai-anai.	100
7.3: Kesimpulan	101

8. Sifat pendedahan terhadap cuaca semulajadi kesan pengaruh pertumbuhan kulat ke atas rotan manau (<i>Calamus manan</i>) yang telah dirawat	103
8.1: Bahan dan kaedah	103
8.1.1 Kestabilan warna dan pertumbuhan kulat	103
8.2: Keputusan dan perbincangan	105
8.2.1: Kestabilan warna.	105
8.2.2: Purata pertumbuhan kulat.	116
8.3: Kesimpulan	118
9. Perbincangan keseluruhan	119
10. Kesimpulan keseluruhan	123
11. Cadangan masa hadapan	124
Rujukan	125
Lampiran	134
Lampiran A- Beberapa jenis bahan pengawet anti serangga dan kulat	134
Lampiran B- Langkah pemprosesan rotan berdiameter besar	135
Lampiran C- Langkah pemprosesan rotan berdiameter kecil	136
Lampiran D- Rotan genera di kawasan tropika dan sub topika	137

SENARAI RAJAH

Rajah 2.1	Proses penguraian hemiselulosa	32
Rajah 2.2	Proses pembelahan lignin pada C-alpha dan O ₄	33
Rajah 2.3	Pembentukan jambatan metilena dan rantaian eter dari struktur positif lignin.	34
Rajah 2.4	Pembentukan rantaian eter dan jambatan metilena	35
Rajah 2.5	Proses esterifikasi.	36
Rajah 3.1	Sistem rawatan haba di FRIM	41
Rajah 3.2	Perbandingan suhu pada kedudukan pengawal suhu alat termogandingan yang berbeza pada proses rawatan haba pada suhu 80°C	43
Rajah 3.3	Perbandingan suhu pada kedudukan pengawal suhu alat termogandingan yang berbeza pada proses rawatan haba pada suhu 100°C	44
Rajah 3.4	Perbandingan suhu pada kedudukan pengawal suhu alat termogandingan yang berbeza pada proses rawatan haba pada suhu 120°C	44
Rajah 4.1	Peratus penyerapan minyak dengan perbezaan suhu dan masa rawatan haba.	49
Rajah 5.1	Perbezaan spektrum FTIR bagi sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba pada 80°C dengan tempoh masa berlainan	69

Rajah 5.2	Perbezaan spektrum FTIR bagi sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba pada 100°C.	70
Rajah 5.3	Perbezaan spektrum FTIR bagi sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba pada 120°C	70
Rajah 5.4	Perbezaan spektrum FTIR bagi sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba pada tempoh masa 10 minit	71
Rajah 5.5	Perbezaan spektrum FTIR bagi sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba pada tempoh masa 20 minit	71
Rajah 5.6	Perbezaan spektrum FTIR bagi sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba pada tempoh masa 30 minit	72
Rajah 5.7	Mikrograf tisu parenkima rotan <i>Calamus manan</i> bagi sampel kawalan pada pemotongan keratan rentas dengan pembesaran 1000 X	74
Rajah 5.8	Mikrograf tisu parenkima rotan <i>Calamus manan</i> pada 120°C/30 min rawatan haba pada pemotongan keratan rentas dengan pembesaran 1000 X.	74
Rajah 5.9	Mikrograf tisu parenkima rotan <i>Calamus manan</i> pada 120°C/30 min rawatan haba pada pemotongan keratan rentas dengan pembesaran 3000 X.	75
Rajah 5.10	Mikrograf sampel tisu parenkima rotan <i>Calamus manan</i> kawalan pada pemotongan jejarian dengan pembesaran 1000 X.	75
Rajah 5.11	Mikrograf tisu parenkima rotan <i>Calamus manan</i> pada 120°C/30	76

	min rawatan haba pada pemotongan jejarian dengan pembesaran 1000 X.	
Rajah 5.12	Mikrograf metaxilem sampel kawalan rotan <i>Calamus manan</i> pada keratan rentas dengan pembesaran 100 X.	76
Rajah 5.13	Mikrograf metaxilem sampel rawatan haba pada 120°C/30 minit rotan <i>Calamus manan</i> pada keratan rentas dengan pembesaran 1000 X.	77
Rajah 6.1	Ujian ricihan mengikut arah ira sampel rotan <i>Calamus manan</i>	82
Rajah 6.2	Ujian kekuatan lenturan (MOR) pada sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba dan kawalan.	83
Rajah 6.3	Modulus kekenyalan ujian kekuatan lenturan ke atas rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba dan kawalan.	85
Rajah 6.4	Ujian kekuatan mampatan ke atas rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba dan kawalan.	87
Rajah 6.5	Ujian kekuatan ricihan rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba dan kawalan.	88
Rajah 7.1	Sistem skala kadar serangan anai-anai	93
Rajah 7.2	Peratus kehilangan berat rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba dan kawalan pada suhu dan tempoh masa rawatan yang berbeza selepas 1 bulan pendedahan terhadap anai-anai dari spesies <i>Captotermes havilandi</i> .	98

Rajah 7.3	Purata serangan anai-anai keatas rotan <i>Calamus manan</i> yang telah dirawat dan sampel kawalan pada suhu dan tempoh masa rawatan haba yang berbeza selepas 1 bulan pendedahan terhadap anai-anai dari spesis <i>Captotermes havilandi</i> .	100
Rajah 8.1	Gambarajah warna sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba dan sampel kawalan pada pendedahan luaran bagi bahagian epidermis.	107
Rajah 8.2	Gambarajah warna sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba dan sampel kawalan pada pendedahan luaran bagi keratan jejarian.	108
Rajah 8.3	Gambarajah warna sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dengan rawatan haba dan sampel kawalan dengan pendedahan dalaman bagi keratan jejarian dan epidermis pada bahagian atas rotan	108
Rajah 8.4	Perbezaan warna semasa pendedahan cuaca luaran pada keratan jejarian rotan <i>Calamus manan</i> yang telah dirawat pada tempoh masa 30 minit rawatan haba dalam tempoh 6 bulan.	109
Rajah 8.5	Perbezaan warna semasa pendedahan cuaca luaran pada epidermis sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang telah dirawat pada tempoh masa 20 minit rawatan haba dalam tempoh 6 bulan.	110
Rajah 8.6	Perbezaan warna semasa pendedahan cuaca luaran pada epidermis sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang telah dirawat pada tempoh masa 30 minit rawatan haba dalam tempoh 6 bulan	111
Rajah 8.7	Perbezaan warna semasa pendedahan cuaca luaran pada keratan jejarian rotan <i>Calamus manan</i> yang telah dirawat pada tempoh masa 10 minit rawatan haba dalam tempoh 6 bulan.	112
Rajah 8.8	Perbezaan warna semasa pendedahan cuaca luaran pada keratan jejarian rotan <i>Calamus manan</i> yang telah dirawat pada tempoh	113

	masa 20 minit rawatan haba dalam tempoh 6 bulan	
Rajah 8.9	Perbezaan warna semasa pendedahan cuaca luaran pada keratan jejarian rotan <i>Calamus manan</i> yang telah dirawat pada tempoh masa 30 minit rawatan haba dalam tempoh 6 bulan.	114
Rajah 8.10	Perbezaan warna semasa pendedahan cuaca dalaman pada keratan jejarian rotan <i>Calamus manan</i> yang telah dirawat pada suhu 120 ⁰ C/30 minit rawatan haba dalam tempoh 6 bulan.	115

SENARAI JADUAL

Jadual 2.1	Anggaran komposisi daun rotan <i>Calamus manan</i> (manau) dan beberapa produk pertanian yang digunakan sebagai bahan utama dalam pemrosesan makanan ikan (Nur Supardi <i>et al.</i> , 1944).	6
Jadual 2.2	Kawasan penanaman semula rotan di Malaysia (Nur Supardi, 2000).	11
Jadual 2.3	Sifat mekanikal rotan <i>Calamus manan</i> (Razak <i>et al.</i> , 2000).	19
Jadual 2.4	Perbezaan keputusan kehilangan berat dengan kaedah rawatan haba berasaskan minyak dan udara (air treated) (Rapp dan Sailer, 2001)	29
Jadual 4.1	Analisa varians rawatan haba terhadap sifat fizikal rotan <i>Calamus manan</i> pada 3 posisi berbeza dan 9 jenis rawatan yang berbeza berdasarkan 3 pembolehubah bersandar pada tahap 5% kebolehpercayaan.	51
Jadual 4.2	Peratus kandungan lembapan rotan tanam <i>Calamus manan</i> sebelum dan selepas rawatan haba serta peratus perbezaanya.	53
Jadual 4.3	Peratus pengecutan isipadu sampel rawatan rotan tanam <i>Calamus manan</i> sebelum dan selepas rawatan haba serta peratus perubahannya.	55
Jadual 4.4	Nilai graviti spesifik untuk sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang dirawat dan tidak dirawat sebelum dan selepas rawatan serta	57

	peratus perubahannya	
Jadual 4.5	Peratus pengembangan ketebalan sampel rotan <i>Calamus manan</i> didalam air dan larutan 18% natrium hidroksida selepas 24 jam.	60
Jadual 4.6	Peratus penyerapan air sampel yang telah dirawat dan kawalan didalam air dan larutan 18% natrium hidroksida	61
Jadual 6.1	Analisa varians rawatan haba terhadap sifat mekanikal rotan <i>Calamus manan</i> pada 3 posisi berbeza dan 9 jenis rawatan yang berbeza berdasarkan 4 pembolehubah bersandar pada tahap 5% kebolehpercayaan.	84
Jadual 7.1	Peratus kehilangan berat dan kandungan lembapan untuk sampel rotan <i>Calamus manan</i> yang telah dirawat dan kawalan selepas 2 bulan pendedahan terhadap tanah.	95
Jadual 7.2	Analisa varians rawatan haba terhadap sifat ketahanan semulajadi rotan <i>Calamus manan</i> pada 3 posisi berbeza dan 9 jenis rawatan yang berbeza berdasarkan 8 pembolehubah bersandar pada tahap 5% kebolehpercayaan.	97
Jadual 8.1	Analisa varians sampel rawatan haba pada 3 posisi yang berbeza dan 9 rawatan yang berbeza berdasarkan 2 pembolehubah bersandar pada 5% takat perbezaan ketara sifat pendedahan luaran rotan <i>Calamus manan</i> .	107
Jadual 8.2	Purata pertumbuhan kulat pada pendedahan cuaca luaran keratan jejarian dan epidermis rotan <i>Calamus manan</i> yang telah dirawat dengan rawatan haba dalam tempoh 6 bulan.	116

ABSTRAK

Objektif penyelidikan ini adalah untuk menentukan kesan dan keberkesanan rawatan haba secara rendaman minyak terhadap sifat fizikal, mekanikal dan ketahanan semulajadi rotan *Calamus manan*. Teknik rawatan haba ini menggunakan suhu, tempoh masa rawatan dan posisi rotan *Calamus manan* sebagai parameter. Tahap suhu digunakan adalah 80°C, 100°C dan 120°C, tempoh rawatan selama 10 minit, 20 minit dan 30 minit serta posisi rotan seperti bawah (25% ketinggian), tengah (50% ketinggian) dan atas (75% ketinggian). Sifat fizikal rotan yang dirawat didapati amat dipengaruhi oleh faktor posisi rotan, suhu dan tempoh masa rawatan. Bagi peratus kandungan lembapan, nilainya menurun dengan aplikasi rawatan haba dengan peningkatan suhu dan tempoh masa digunakan. Kesan daripada penyerapan minyak menyebabkan berlakunya sedikit peningkatan nilai graviti spesifik dengan aplikasi rawatan haba. Rawatan haba ini juga dapat meningkatkan kestabilan dimensi rotan *Calamus manan*. Peningkatan ketinggian posisi rotan menyebabkan penurunan kestabilan dimensi rotan. Didapati terdapat peningkatan kekuatan modulus kekenyalan dengan rawatan haba namun terdapat penurunan sifat mekanikal bagi kekuatan modulus pecahan, ricihan dan mampatan. Pengaplikasian rawatan haba pada suhu 100°C dan ke atas dilihat dapat meningkatkan sifat ketahanan semulajadi rotan *Calamus manan* dari serangan anai-anai dan kulat pereput di mana semakin tinggi suhu rawatan akan menurunkan peratus kehilangan berat dan purata serangan anai-anai. Faktor masa rawatan dilihat tidak memberikan kesan yang nyata terhadap sifat ketahanan semulajadi. Rawatan haba menggunakan minyak sawit,

menunjukkan ia mempunyai tahap kestabilan warna yang rendah dan tidak dapat menghalang kesan pewarnaan dari ujian pendedahan luaran.

ABSTRACT

THE EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE PHYSICAL, MECHANICAL PROPERTIES AND DURABILITY OF RATTAN MANAU (*CALAMUS MANAN*)

The objective of this study is to determine the effect of heat treatment on rattan manau (*Calamus manan*) and the effectiveness of oil bath heat treatment on physical, mechanical properties and natural durability. The heat treatment process used a combination of temperature, time of treatment and rattan position as parameters. Temperature of 80°C, 100°C and 120°C, time of treatment 10 minutes, 20 minutes and 30 minutes and basal (25% height), middle (50% height), top position (75% height) of rattan were used. Physical properties were effected by position, temperature and time of treatment. The percentage of moisture content decreased with heat treatment progressively with increase of temperature and time of treatment. There is a small increase in value of specific gravity due to oil adsorption during treatment. There is also an increase in dimensional stability of rattan *Calamus manan* with heat treatment due to decrease in hygroscopicity properties. Heat treated samples showed an increase in modulus elasticity, a decrease in modulus rupture, shear and compression properties. Application of heat treatment at 100°C temperature and above enhanced durability against termites and soft rots. An increased in temperature decreased the percentage of weight loss and attack againts termite. Time of treatment did not show any particular pattern and there is no significant different in durability properties. Application of heat

treatment using oil palm show that it has a low colour stability and cannot prevent discoloration due to natural weathering.

1. PENGENALAN

1.1 Latar belakang

Rotan merupakan salah satu hasil keluaran hutan bukan kayu yang amat penting di Malaysia dan juga salah satu sumber berharga bagi negara kita. Hasil rotan boleh diperbaharui serta dipelbagaiguna dan pada masa yang sama telah menjadi sumber pendapatan hampir 0.5 juta penduduk dunia yang terlibat dalam perdagangan rotan. Industri rotan juga membuka peluang pekerjaan kepada hampir 120, 000 orang di Malaysia dalam aktiviti-aktiviti penuaian, pemprosesan dan pembuatan perabot (Whitmore, 1973; Aminuddin dan Abd Latif, 1992; Dransfield dan Manokaran, 1993; Appanah *et al.*, 1998).

Spesis *Calamus* merupakan genera terpenting dan terbesar dalam keluarga rotan di mana taksonominya tersebar meluas di seluruh dunia dari Afrika barat hingga ke Fiji dan dari Selatan China hingga ke Queensland. Spesis *Calamus manan* merupakan salah satu spesis rotan berdiameter lebar yang terpenting dalam keluarga *Calamus* selain daripada spesis *Calamus tumidus*, *Calamus scipionum*, *Calamus caesius* dan *Calamus trachyoleus* dan mempunyai nilai komersial yang tinggi kerana mempunyai warna kulit kuning cerah yang lebih cantik, sifat kekuatan mekanikal dan fizikal yang lebih baik. Ia juga dipilih untuk projek penanaman semula di negara kita dan juga negara lain seperti Indonesia (Corner, 1966; Dransfield, 1974; Nainggolan, 1985; Aminuddin, 1985; Silitonga, 1987; Abd Latif dan Siti Norralakmam, 1992).

Industri rotan masih menggunakan bahan kimia seperti boraks, dielderin, natrium pentachlorophenate sebagai bahan pengawet untuk menghindar serangan organisma perosak seperti serangga dan kulat terutamanya kulat perwarna. Secara tidak langsung penggunaan bahan kimia ini boleh memudaratkan samada semasa pemprosesan terhadap pekerja dan alam sekitar serta semasa penggunaannya oleh pengguna (**Lampiran A**) (Norani *et al.*, 1985; Tamizi *et al.*, 1992).

Kini terdapat satu kaedah pengawetan tanpa bahan kimia yang dikenali sebagai rawatan haba yang dibangunkan dan dipatenkan oleh beberapa penyelidik dari benua Eropah yang memberikan penambahbaikan terhadap sifat fizikal mekanikal dan ketahanan semulajadi (Syrjanen dan Kestopuu, 2001; Jamsa dan Viitaniemi, 2001; Leithoff dan Peek, 2001; Rapp dan Sailer, 2001). Pemprosesan rotan yang melibatkan proses pendidihan yang juga merupakan sejenis rawatan haba masih tidak dikaji secara saintifik untuk membuktikan keberkesanannya (**Lampiran B dan C**) (Yudodibroto, 1985a; Razak *et al.*, 2001).

Kajian ini dijalankan untuk menyelidik keberkesanan rawatan haba dalam perusahaan rotan dinegara ini. Kajian ini akan menggunakan rotan tanaman ladang *Calamus manan* berusia 11 tahun dan minyak sawit sebagai medium pemanas berdasarkan kepada faktor minyak sayuran terpenting di Malaysia mudah didapati, ekonomik dan sekata pemanasannya serta lebih mesra alam sekitar (Tomlinson, 1961).

1.2 Objektif

Objektif kajian ini adalah untuk menilai beberapa perkara yang berikut:

- 1-Mengkaji kebolehawetan rotan manau (*Calamus manan*) tanaman ladang menggunakan minyak sawit sebagai bahan pengawet dalam proses rawatan haba.
- 2-Untuk menentukan kesan rawatan haba ke atas sifat ketahanan semulajadi, sifat pendedahan cuaca, fizikal, kimia, ciri anatomi serta kesan perubahan terhadap kekuatan mekanikal rotan manau (*Calamus manan*) tanaman ladang.
- 3-Untuk mengkaji variasi di antara parameter iaitu ketinggian rotan, suhu dan tempoh masa rawatan haba yang digunakan.

2. TINJAUAN LITERATUR

2.1 Rotan

2.1.1 Pengenalan

Rotan merupakan pepohon palma yang memanjat yang termasuk dalam kumpulan utama Lepidocaryoid keluarga palma. Perkataan rotan itu sendiri pada asalnya didapati dari perkataan Melayu *raut* iaitu berkaitan dengan kerja-kerja pembersihan, pemisahan batang rotan untuk digunakan sebagai bahan mentah perabot oleh penuai rotan (Corner, 1966; Moore, 1973; Bhat, 1992).

Rotan mendapat permintaan yang tinggi dalam bentuk bahan mentah ataupun produk disebabkan oleh sifat kekuatannya, kebolehlenturan, keserataan dan kepelbagaian penggunaannya. Kegunaan utamanya adalah sebagai bahan mentah dalam industri pemrosesan perabot rotan sehingga barangan seharian penduduk desa seperti bakul, perangkap ikan, tikar, struktur layang-layang, batang payung dan buaian (Dransfield, 1979; Manokaran, 1990; Bhat, 1992; Lakshmana, 1993).

Selain daripada batang rotan, terdapat juga beberapa bahagian rotan yang biasa digunakan oleh penduduk luar bandar seperti daun, buah dan rebung untuk pelbagai kegunaan seharian mereka. Buah rotan boleh digunakan dalam aktiviti memasak dan juga perubatan. Sebagai contoh, buah rotan dari spesis *Calamus paspalanthus* dan *Calamus ornatus* yang masam rasanya digunakan sebagai alternatif kepada asam jawa dalam

masakan (Dransfield, 1992). Menurut Dransfield (1979) pula, buah rotan yang diperolehi daripada beberapa spesis *Daemonorops* dikenali sebagai *dragon's blood* telah digunakan dalam pembuatan ubatan cina serta sebagai varnis dan pewarna.

Daun rotan dari spesis *Daemonorops leptopus* pula digunakan sebagai kertas pembalut rokok oleh orang-orang asli. Daun rotan dari spesis *Daemonorops calicarpa* pula boleh digunakan sebagai atap untuk dijadikan pondok sementara. Daun-daun rotan dari spesis *Calamus manan* yang mempunyai kandungan gentian dan protien yang tinggi adalah amat sesuai digunakan sebagai makanan binatang dan sesuai sebagai bahan dalam pemprosesan makanan ikan seperti juga makanan ikan yang lain seperti jagung, kulit beras dan *Palm kernel cake* (Jadual 2.1) (Nur Supardi *et al.*, 1994).

Rebung rotan dari spesis *Plectocomiopsis margarite*, *Daemonocrops margaritae* dan *Calamus simplicifolius* boleh dijadikan sumber sayuran juga mengandungi kandungan nutrien seperti protein, lemak, karbohidrat, vitamin C dan gula (sukrosa, fruktosa, glikosa, maltoheptosa). Ia juga mempunyai kandungan lemak yang rendah berbanding sayuran lain serta mengandungi tujuh belas asid amino termasuk tujuh asid amino yang penting untuk manusia (Lakhsmana, 1993; Nur Supardi *et al.*, 1994).

Jadual 2.1: Anggaran komposisi daun rotan *Calamus manan* (manau) dan beberapa produk pertanian yang digunakan sebagai bahan utama dalam pemrosesan makanan ikan.

Bahan	Anggaran komposisi (%)					Jumlah Tenaga (Cal g-1)
	<i>Crude Protein</i>	<i>Crude Lipid</i>	Gentian	Abu	Kelembapan	
Daun rotan manau	14	2.8	39	6.4	7.4	*
<i>Rice bran</i>	13	10.1	11.7	12.3	8.9	4587
<i>Copra cake meal</i>	19.9	11	16.9	5.8	8.2	4565
<i>Corn meal</i>	8.8	4.9	1.8	1.7	9.5	4254
<i>Palm kernel cake(PKC)</i>	15.5	3.7	22.6	4.5	8.3	*

*(Tidak diperolehi)

Sumber: Nur Supardi *et al.*, (1994)

2.1.2 Taksonomi, Sumber dan Habitat

Rotan merupakan tumbuhan palma berduri yang termasuk dalam kumpulan *Lepidocaryoid* yang merupakan kumpulan terbesar dalam keluarga palma. Ia hidup semulajadi di dalam hutan tropika Asia Tenggara dan dikaitkan dengan perkembangan beberapa kebudayaan asli di benua ini (Tomlinson, 1961; Corner, 1966; Moore, 1973).

Rotan boleh dijumpai di kawasan habitat pantai air masin dan paya sehingga ke altitud 2000 meter dengan kawasan yang mempunyai teduhan. Ini meliputi kawasan di semua jenis hutan yang padat dengan kepelbagaian hidupan dan bahan organik di kawasan rendah. Kawasan taburan rotan pula boleh didapati di kawasan Asia pasifik dan barat Afrika biasanya tertumpu dibeberapa bahagian pusat Asia tenggara dan Malaysia (**Lampiran D**). Di kawasan Asia tenggara sahaja terdapat hampir 600 spesis rotan. Ini

termasuk spesies *Calamus* yang mempunyai 72 spesies dan *Daemonorops*, 32 spesies (Moore, 1973; Dransfield, 1974; Dransfield 1979; Manokaran, 1990).

Secara spesifiknya, di Malaysia terdapat hampir 123 spesies rotan daripada 220 spesies palma liar dan di Semenanjung Malaysia sendiri terdapat hampir 32.8 juta kelompok rotan komersial yang terdiri dari 9.2 juta kelompok rotan manau; 2.9 juta kelompok rotan sega (*Calamus caesius*); 8.6 juta kelompok rotan *castaneus* dan 12.1 juta kelompok rotan dahan (*Korthalsia* spp.) (Whitmore, 1973; Nur Supardi, 2000).

2.1.3 Morfologi and Pertumbuhan

Rotan mempunyai batang yang secara relatifnya kecil tetapi melampaui berbentuk silinder, permukaan yang licin bersama nod dan internod yang amat jelas kelihatan. Panjang internod pula meningkat dengan peningkatan ketinggian dan proses pertumbuhan dan pematangan berlaku melalui proses pemanjangan bahagian internodnya (Corner, 1966; Ani dan Lim, 1990; Manokaran, 1990).

Pertumbuhan rotan adakalanya secara berasingan dan juga berkelompok bersama dan akan memanjat dan meliliti pokok-pokok berhampiran untuk mendapatkan cahaya menggunakan organ memanjat dikenali *cirrus* dan *flagellum*. Dalam spesies tumbuh berkelompok, terdapat tunas yang tumbuh pada pangkal batang rotan yang asal seterusnya akan tumbuh sebagai batang baru dan proses ini akan berterusan berulang kali seperti juga morfologi batang dari keluarga palma yang lain (Tomlinson, 1961; Manokaran, 1990).

Diameternya pula berbeza dari satu spesis dengan spesis yang lain dalam lingkungan 3-60 mm. Diameter rotan juga berbeza di dalam satu batang rotan di mana diameter rotan meningkat dari pangkal ke hujung rotan. Diameter bagi rotan amat penting kerana ia digunakan sebagai salah satu parameter dalam penggredan rotan dalam menentukan nilai sesuatu rotan sebelum ianya di proses. Proses penggredan rotan terbahagi kepada 5 kumpulan utama iaitu i) 18-24 mm ii) 25-29mm (kelas 1), iii) 30-34mm (kelas 2), iv) 35-40 mm v) >40 mm (kelas 3) (Tomlinson, 1961; Choo dan Daljeet, 1985; Dransfield dan Manokaran, 1993).

Selain diameter rotan, permukaan batang rotan merupakan bahagian yang amat penting dalam menyumbang kepada nilai rotan dipasaran. Kebanyakan warna kulit rotan adalah berwarna hijau ketika muda dan kekuningan, lebih berkilat, kuning krim bila matang. Permukaan dan panjang batang rotan kebiasaanya berbeza dari satu spesis dengan spesis yang lain bergantung pada masa penuaian, sebagai contoh spesis *Korthalsia* mempunyai permukaan kasar, kekuatan yang tinggi, coklat kemerahan, *Calamus ceasius* pula mempunyai warna coklat pucat kekuningan, berkilau dan *Calamus manan* (panjang mencecah 200 m), *Calamus castaneus* (sangat pendek) (Dransfield, 1974; Bhat, 1992; Razak *et al.*, 2001).

Proses penebalan batang rotan bermula pada rebung muda disebabkan oleh peningkatan tenaga pertumbuhan primer yang biasanya bergantung kepada faktor alam sekitar. Keadaan anatomi batang rotan menunjukkan terdapat hubungkait dengan struktur

monokotiledon di mana tiada terdapat proses penebalan sekunder. Epidermis batang rotan pula dilapisi oleh 'tretraytic stomata' dan diselaputi oleh lapisan silika. Morfologi epidermis rotan ini juga amat sesuai digunakan untuk membezakan satu spesis rotan dengan spesis rotan yang lain (Tomlinson, 1961; Dransfield, 1974; Bhat, 1992; Weiner dan Liese, 1994).

2.1.4 Penanaman semula rotan

Pada masa ini, terdapat permintaan yang amat tinggi pada produk rotan di pasaran antarabangsa. Walaubagaimanapun, kebanyakan negara pengeluar produk rotan hanya bergantung kepada hasil rotan daripada hutan asli hingga menyebabkan sumber rotan dari hutan asli semakin berkurangan. Oleh itu beberapa kajian telah dijalankan terhadap kepentingan penanaman semula dari aspek kesesuaian kawasan (altitud), tanah, keperluan cahaya, keperluan pembajaan, jarak tanaman dan kos penyenggaraan (Johari dan Che Aziz, 1982; Aminuddin, 1985; Suboh *et al.*, 2000).

Penanaman semula rotan yang pertama di Semenanjung Malaysia telah dijalankan di sepanjang sungai Pahang dan projek percubaan penanaman seluas 0.6 hektar spesis rotan *Calamus manan* juga telah dijalankan di hutan simpan Sungai Buloh, Selangor (Brown, 1913; Johari dan Che Aziz, 1982; Tan, 1992).

Kawasan penanaman rotan yang sesuai secara amnya adalah di kawasan tanah yang subur, sentiasa lembap dan di kawasan yang lapang tetapi masih terdapat pokok

sebagai sokongan untuk pertumbuhan rotan. Sebagai contoh, beberapa kawasan yang sesuai untuk penanaman rotan adalah seperti di kawasan tanaman pokok getah dan kelapa sawit di mana secara tidak langsung dapat meningkatkan pengeluaran kelapa sawit itu sendiri. Walaubagaimanapun didapati kadar pertumbuhan rotan adalah rendah dan masih memerlukan kajian yang lebih mendalam (Dransfield, 1974; Aminuddin, 1985; Suboh *et al.*, 2000).

Projek penanaman semula spesis rotan dengan menumpukan kepada beberapa spesis yang mempunyai nilai ekonomi yang tinggi dipasaran seperti, *Calamus manan*, *Calamus caesius* dan *Calamus scipionium* sedang dijalankan. Di Semenanjung Malaysia, projek penanaman semula rotan yang terbesar banyak di jalankan di beberapa kawasan di Pahang, Perak, Kelantan dan Trengganu. Keluasan tanaman ini mencecah sehingga 5689 hektar di kawasan beraltitud di antara 500-700 m (Jadual 2.2) (Aminuddin, 1985; Nur Supardi, 2000).

Tahap kematangan penanaman semula spesis rotan *Calamus manan* boleh ditentukan melalui beberapa petunjuk iaitu: 1) Ketumpatan kering oven mencapai 0.40g/cm^3 , 2) Kandungan lembapan kurang dari 130%, 3) Kualiti rotan yang baik dan halus permukaanya, 4) warna batang bertukar dari hijau kepada kekuningan (Liese dan Aminuddin, 1990; Nur Supardi dan Abdul Latif, 1991).

Beberapa masalah yang dihadapi dalam projek penanaman semula ini adalah pertumbuhan rotan yang perlahan iaitu hampir 10 tahun atau lebih untuk matang dan

hasil penanaman boleh dituai sekali sahaja walaupun ia mempunyai nilai komersial yang tinggi (Dransfield dan Manokaran, 1975; Dransfield, 1979; Nur Supardi dan Abdul Latif, 1991).

Jadual 2.2: Kawasan penanaman semula rotan di Malaysia.

Negeri	>90	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	Jumlah
Johor	241	18		14		100		154				527
Kedah	129	80	100	90	100							499
Kelantan	186	30	17	90	55	170	120	280	210	150	100	1408
Melaka	37		87		10	50	50					234
N.9	179	50	100	155	100	100	235	100	100	50	50	1219
Pahang	1213	339	284	790	798	1118	1149	1014	1040	800	800	934
Perak	174	1	127	131	169	100	100	60	100	200	150	1312
Perlis	12		10	10	10		5					47
P.Pinang	1				4							5
Selangor	521	100	60	50	25	100		50	50	50	20	1026
T'ganu	635	100		210	100	117	243	200	150	180	100	2035
Jumlah	3328	718	785	1540	1371	1855	1902	1858	1650	1430	1220	17657

Sumber: Nur Supardi, (2000) * Kawasan dalam hektar

2.1.5 Spesis rotan *Calamus manan*

Calamus manan yang lebih dikenali sebagai rotan manau di kawasan setempat juga merupakan salah satu spesis rotan yang terpenting dalam keluarga *Calamus* dan juga spesis utama dalam perdagangan rotan. Dianggarkan hampir 35.6% dari perdagangan rotan dunia menggunakan rotan *Calamus manan*, oleh itu rotan jenis ini mempunyai permintaan yang amat tinggi (Tomlinson, 1961; Ani *et al.*, 1991).

Ia tumbuh secara berasingan dan merupakan tumbuhan memanjat menggunakan organ *cirrus* serta boleh memanjang sehingga 100m. Ia mempunyai saiz diameter yang

besar dan boleh mencecah sehingga 8 cm tetapi mengecil sedikit dibahagian pangkal (2.5cm). Permukaan epidermis rotan ini berwarna hijau gelap semasa muda dan coklat kekuningan apabila matang dan diselaputi oleh lilin serta duri-duri berwarna gelap yang tersusun di sisinya ataupun berselerak. Buku diselaputi oleh kelopak yang amat ketara dan terdapat batang daun (petiole) yang pendek serta mempunyai internod yang panjangnya boleh mencapai sehingga 40 cm (Dransfield, 1979).

Habitat bagi rotan *Calamus manan* ini selalunya terdapat di kawasan penyaliran yang baik, tanah yang senantiasa lembap, di kawasan lereng bukit dan lembah beraltitud di antara 200m hingga 1000m. Ia lebih mudah dijumpai di kawasan semenanjung Malaysia, Sumatra dan kadangkala terdapat di kawasan Borneo (Dransfield, 1979; Nainggolan, 1985).

2.2 Ciri- ciri rotan

2.2.1 Sifat Anatomi

Anatomi rotan merupakan satu ciri yang amat penting kerana mempunyai hubungkait yang menentukan sifat mekanikal dan fizikal spesies rotan. Oleh itu anatomi rotan juga merupakan faktor mempengaruhi kualiti sesuatu rotan itu. Selain itu juga, sifat anatomi rotan juga digunakan untuk menentukan spesies rotan dan juga sifat morfologi keluarga palma. Paksi sel rotan tidak dipengaruhi oleh kehadiran bahagian nod yang menyebabkan rotan mempunyai sifat kebolehlenturan yang tinggi (Yududibroto, 1980; Weiner dan Liese, 1988; Bhat, 1992).

Secara amnya, struktur keratan rentas batang rotan boleh dibahagikan kepada tiga bahagian utama iaitu periferi, korteks dan kawasan dalam silinder. Batang rotan mempunyai struktur anatomi monokotiledon yang mengandungi berkas vaskular yang tertanam pada kawasan parenkima. Struktur berkas vaskular dikelilingi oleh floem, xilem, sel gentian dan sel parenkima (Liese dan Aminuddin, 1990; Ani dan Lim, 1990; Bhat, 1992).

Saiz berkas vaskular menunjukkan penurunan yang ketara dari bahagian tengah ke periferi disebabkan oleh lapisan luar batang rotan yang keras tetapi kekerapan berkas vaskular dan saiz metaxilem tidak berubah disetiap ketinggian. Secara longitud (membujur) pula, saiz berkas vaskular berkurang dari bawah (akar) ke atas (pucuk) di kawasan periferi (Tomlinson, 1961; Bhat *et al.*, 1990; Ani *et al.*, 1991; Abd.latif *et al.*, 1996).

Berkas vaskular ini selalunya dikenali sebagai tisu konjugatif, di mana corak susunannya terbahagi kepada dua bentuk utama. Bentuk pertama adalah bertaburan dan terpisah kepada dua kumpulan iaitu berkas vaskular yang kecil (mengandungi satu metaxilem dan floem) berdekatan periferi dan berkas vaskular yang besar (mengandungi 2 metaxilem) berada dikawasan pertengahan batang. Bentuk kedua pula menunjukkan kedudukan berkas vaskular yang bertaburan ke seluruh bahagian jika dilihat dari pandangan keratan rentas batang seperti yang terdapat pada buluh (Bhat *et al.*, 1990).

Walaupun berkas vaskular ini tersebar secara rawak tetapi setiap berkas vaskular membentuk satu laluan yang berterusan dari pucuk hingga ke akar batang rotan dan setiap dari berkas vaskular mengandungi floem, metaxilem (yang membina xilem) dan dikelilingi oleh gentian dan lapisan parenkima yang terletak di kawasan parenkima (Yudodibroto, 1985b; Sutjipto, 1988; Weiner dan Liese, 1988; Ani *et al.*, 1991; Zaidon *et al.*, 1996).

2.2.2 Sifat fizikal

Terdapat tiga ciri fizikal yang penting digunakan dalam penggredan dan kesesuaian penggunaannya iaitu diameter batang rotan, panjang internod dan graviti spesifik. Beberapa kajian telah di jalankan untuk mengetahui serba sedikit tentang ciri-ciri asas tentang rotan dengan tujuan untuk memaksimumkan penggunaan rotan sebagai bahan pembuatan (Yudodibroto, 1980; Bhat dan Renuka, 1986; Bhat *et al.*, 1991; Lakhsamana, 1993; Zaidon *et al.*, 1996; Rozaini, 1998).

2.2.2.1 Kandungan Lembapan

Seperti juga kayu, rotan merupakan salah satu bahan higroskopik disebabkan oleh kehadiran bahan kimia utama dinding sel seperti holoselulosa dan lignin yang bersifat hidrofilik. Rantain polimer bagi bahan ini mengandungi kumpulan hidroksil yang berupaya menarik air samada dalam bentuk cecair atau lembapan melalui ikatan hidrogen. Ini boleh menyebabkan kandungan lembapan bagi rotan berubah dengan

perubahan kelembapan sekeliling serta keadaan atmosfera, di mana rotan mempunyai kandungan lembapan yang rendah pada musim kering dan tinggi pada keadaan lembap disebabkan oleh variasi ciri anatomi (Sjostrom, 1993; Razak *et al.*, 2001).

Kebanyakan kehilangan atau penyerapan kandungan lembapan berlaku dari bahagian hujung rotan berbanding di bahagian permukaan disebabkan proses penyejatan air dari permukaan dihalang oleh kehadiran lapisan epidermis yang mengandungi kumpulan amorfus SiO_2 . Dari segi kekuatan rotan pula, kandungan lembapan mempengaruhi sifat kekuatan jika di bawah paras takat tepu gentian (T.T.G.=30%) (Chu, 1975; Weiner dan Liese, 1994; Zaidon *et al.*, 1996).

Jika dilihat dari faktor ketinggian batang rotan, kandungan lembapan meningkat dari bahagian bawah (akar) hingga ke pucuk (atas) di bahagian nod dan internod tetapi secara relatifnya ia lebih tinggi di bahagian nod daripada internod serta meningkat dengan peningkatan diameter rotan dari bahagian bawah hingga ke atas. Semua keadaan ini disebabkan oleh keadaan dinding sel yang lebih tebal, diameter metaxilem yang lebih kecil dan berkas vaskular yang besar di bahagian bawah rotan (Casin, 1975; Peki dan Kenobe, 1991; Abdul latif *et al.*, 1996; Rozaini 1998).

2.2.2.2 Graviti spesifik

Kebiasannya, graviti spesifik dinyatakan sebagai nisbah ketumpatan bahan kepada ketumpatan air. Secara amnya, graviti spesifik bagi rotan berbeza di antara 0.45-

0.8. Nilainya lebih tinggi di bahagian bawah rotan dan menurun dengan peningkatan dari segi ketinggian serta terdapat perbezaan kecil di antara nod dan internod. Nilai graviti spesifik yang rendah pada bahagian teratas rotan menunjukkan bahawa bahagian atas rotan mempunyai kekuatan mekanikal yang rendah, tidak matang dan tidak sesuai untuk digunakan apabila sifat kekuatan dan keboleluran rotan diperlukan (Casin, 1975; Bhat dan Renuka, 1986; Liese dan Aminuddin, 1990; Ani dan Lim., 1990; Peki dan Kenobe, 1991; Rozaini, 1998).

Nilai graviti spesifik juga meningkat secara eksponen merentasi batang rotan dari pertengahan batang ke arah periferi yang disebabkan oleh kehadiran kekerapan berkas vaskular yang lebih tinggi dari sel gentian di kawasan tengah batang rotan berbanding kawasan periferi. Terdapat hubungkait yang amat ketara di antara graviti spesifik dan sifat kekuatan rotan dan dianggap sebagai petunjuk yang penting untuk menentukan ciri-ciri rotan dan kesesuaian untuk penggunaan rotan yang meluas (Bhat *et al.*, 1990; Bhat *et al.*, 1991; Wan Tarmeze, 1994).

2.2.2.3 Pengecutan dan pengembangan

Selain daripada kandungan lembapan dan graviti spesifik, kestabilan dimensi merupakan aspek fizikal yang penting di mana nilainya ditunjukkan sebagai peratus pengecutan dan pengembangan yang menjadi kriteria penting dalam penggunaan produk akhir terutamanya yang terdedah kepada persekitaran luar (Haron *et al.*, 1989; Rozaini, 1998; Razak dan Hashim, 2002;).

Pengecutan rotan bermula pada paras kandungan lembapan yang lebih tinggi dari 30%. Sifat pengecutan rotan dalam ukuran diameter batang rotan berbeza dari spesis ke spesis rotan yang lain serta meningkat dari bawah batang rotan ke bahagian atas rotan yang boleh dipengaruhi oleh faktor ketumpatan, kandungan lembapan dan kekerapan kehadiran berkas vaskular (Razak *et al.*, 2001).

Peratus pengecutan bagi rotan juga lebih tinggi berbanding kayu disebabkan oleh nisbah kandungan gantian yang rendah berbanding isipadu batang rotan. Terdapat variasi dalam peratus pengecutan secara tangen dari kawasan dalam ke luar batang rotan disebabkan oleh perbezaan struktur anatomi dan ketumpatan yang menyebabkan kesan proses pengeringan seperti perekahan (Bhat, 1992; Razak *et al.*, 2001).

2.2.3 Sifat-sifat Mekanikal

Sifat mekanikal rotan telah pun dikaji oleh beberapa penyelidik terdahulu (Yudodibroto, 1980; Goh, 1982; Haron *et al.*, 1989; Bhat *et al.*, 1991; Bhat, 1992; Wan Tarmeze *et al.*, 1993) menggunakan sampel bersaiz penuh (round form) tetapi masih terdapat kekurangan dari segi penyelidikan dan laporan tentang sifat kekuatan spesis rotan di Malaysia (Aminuddin dan Abd. Latif, 1992). Mengikut beberapa penyelidik terdahulu kesemua spesis rotan boleh dikategorikan berdasarkan kepada 3 kelas kekuatan iaitu Kelas 1) MOR dan UTS (Kekuatan tensil maksimum) >70 MPa, Kelas 2) MOR dan UTS 45-70 MPa, Kelas 3) Kurang dari 45 MPa (Bhat *et al.*, 1991).

Secara amnya, sifat kekuatan rotan (pemampatan, ricihan, pemecahan dan kekenyalan) banyak bergantung kepada nilai graviti spesifik rotan itu sendiri di mana dengan peningkatan nilai graviti akan memberikan kesan kekuatan terutamanya kepada kekuatan pemecahan (MOR) dan kekuatan tensil. Ini disebabkan oleh nilai graviti spesifik itu sendiri bergantung kepada peratusan kehadiran gentian (sel sklerenkima) disekeliling berkas vaskular dalam batang rotan. Oleh itu nisbah gentian yang tinggi per unit kawasan memberikan sifat kekuatan yang tinggi (Yudodibroto, 1980; Sutjipto, 1988; Liese dan Aminuddin, 1990; Bhat *et al.*, 1991; Bhat, 1992).

Kesan kandungan lembapan juga memberikan kesan terhadap kekuatan mekanikal di mana dengan penurunan nilai kandungan lembapan secara tidak langsung akan meningkatkan sifat kekuatan rotan tersebut. Ini disebabkan oleh akibat pengurangan kandungan lembapan menyebabkan ikatan kovalen dinding sel akan semakin hampir dan semakin kuat (Haron *et al.*, 1989; Tsoumis, 1991; Bhat *et al.*, 1996).

Antara faktor lain yang memberi kesan kepada sifat mekanikal ialah spesis, umur dan posisi batang rotan, di mana sifat kekuatan pada rotan matang (tua) lebih tinggi daripada rotan muda dan dibuktikan dengan sifat kekuatan lebih tinggi di bahagian bawah rotan (sel matang) daripada bahagian atas rotan (muda) yang disebabkan oleh kehadiran kekerapan sel gentian yang tinggi serta berdinding sel lebih tebal menyebabkan bahagian bawah mempunyai sifat kekakuan dan kekerasan yang lebih tinggi (bahagian sel matang) berbanding posisi atas yang mengandungi sel muda (Jadual 2.3). Selain itu, sifat mekanikal juga didapati berbeza di antara spesis rotan disebabkan oleh variasi dari

ketebalan dinding sel gentian (Yudodibroto, 1980; Bhat *et al.*, 1990; Bhat *et al.*, 1991; Abd. Latif dan Siti Norralakmam, 1992; Rozaini, 1998; Razak *et al.*, 2000).

Jadual 2.3: Sifat mekanikal rotan *Calamus manan*

Posisi	Ketumpatan asas	Pemampatan MOR(MPa)	Kekuatan lenturan	
			MOR(MPa)	MOE(MPa)
1	0.56	7.73	119.11	3963.94
2	0.54	6.60	112.54	3594.48
3	0.47	6.43	102.42	2847.81
4	0.46	5.46	95.52	2193.62
5	0.44	5.03	85.09	2054.14
6	0.44	4.68	80.47	1963.36
7	0.43	4.59	79.80	1911.43
8	0.41	4.19	72.55	1732.91
9	0.40	4.11	69.67	1663.33
10	0.39	3.91	63.49	1432.73
11	0.37	3.74	57.40	1384.18
12	0.34	3.38	56.73	1215.60

Sumber: Razak *et al.*, (2000)

2.2.4 Sifat kimia

Kajian terhadap sifat kimia rotan *Calamus manan* oleh Ani *et al.* (1991) yang diambil dari Pusat Penyelidikan Perhutanan Malaysia menunjukkan bahawa terdapat beberapa kandungan kimia utama seperti holoselulosa (80%), alpha-selulosa (35%), alkali terlarut (30%) dan kandungan kanji (10%). Terdapat juga beberapa kandungan yang minor seperti alkohol benzene terlarut (5%).

Bahagian bawah rotan mengandungi kandungan holoselulosa yang tinggi dan menunjukkan corak penurunan dengan peningkatan ketinggian (pucuk). Bahagian teratas

rotan pula menunjukkan peratus tertinggi kandungan ekstraktif terlarut seperti alkohol benzene, alpha selulosa, kanji dan alkali terlarut berbanding dengan bahagian bawah rotan. Peratus kandungan alpha selulosa dan alkali terlarut pula, terdapat penurunan dari bahagian atas ke bawah rotan (Ani *et al.*, 1991).

2.3 Pengawetan rotan

2.3.1 Pengenalan

Rotan merupakan satu bahan asli yang boleh reput jika terdedah kepada serangan perosak biologi. Rotan mengandungi bahan organik seperti kanji, gula, lignin, ekstraktif tanin, bahan tak organik seperti silika dan beberapa lagi jenis garam yang dijadikan tempat berlindung bagi perosak biologi dan keupayaan menguraikan bahan ini akan memusnahkan struktur kimia rotan (Wong, 1988).

Kemusnahan bahan berkayu ini bermula apabila mikroorganisma mempunyai kebolehan untuk menyerang lignin samada semasa proses penstoran, penggunaan atau sebelum ditebang. Antara langkah untuk mengatasi masalah serangan biologi terhadap rotan adalah melalui proses pengawetan menggunakan bahan kimia. Terdapat dua organisma utama yang menyerang produk rotan sama ada semasa digunakan atau penstoran iaitu serangga dan kulat (Kirk, 1975).

2.3.2 Kulat

Kulat merupakan organisma yang boleh hidup di dalam rotan yang mengandungi kandungan lembapan antara 20-25%. Kulat memerlukan masa yang singkat untuk menyerang rotan. Serangan kulat ke atas rotan boleh mengambil masa dalam 24 jam. Sesetengah kulat yang dikenali sebagai kulat perwarna di mana ia hanya memberikan kesan pewarnaan kepada permukaan rotan dan tidak memberikan kesan kepada nilai kekuatan rotan tersebut. Namun ia memberikan kesan kepada kualiti dan nilai produk yang dikeluarkan. Ini akan menyumbang kepada kerugian para pengusaha rotan (Casin, 1985; Ramon, 1985; Tamizi *et al.*, 1992).

Terdapat beberapa jenis spesis kulat yang menyerang rotan pada peratus kelembapan melebihi takat tepu gantian. Ini termasuk *Ischnoderma* spp, *Coriolus* spp, *Pycnoporus sanguineus* and *Schizophyllum commune*. Terdapat juga sesetengah spesis kulat boleh menyerang rotan walaupun kandungan lembapan berada di bawah 15% sebagai contoh: *Trichoderma* spp., *Botrytis* spp and *Aspergillus niger* (Tamizi *et al.*, 1992).

Faktor utama serangan kulat adalah kehadiran sumber makanan dan nutrien seperti kanji, asid organik dan gula. Suhu di antara 25-40°C di kawasan pengumpulan rotan, kandungan lembapan yang tinggi (> 20%) dan ketumpatan bahan berkayu yang rendah juga menjadi faktor serangan kulat. Serangan kulat boleh bermula sebaik sahaja rotan dituai dan dalam serangan ini, kulat menggunakan bekalan makanan yang berada di

antara rongga sel dan tidak merosakkan dinding sel (Casin, 1985; Norani *et al.*, 1985; Wong, 1988; Tamizi *et al.*, 1992;).

Kulat yang menyerang bekalan makanan dalam dinding sel dikenali sebagai kulat pewarna. Kulat ini tidak merosakkan dinding sel manakala kulat yang menyerang dan memusnahkan dinding sel serta memberi kesan kepada kekuatan rotan yang dikenali sebagai kulat pereput lembut, kulat perwarna perang dan kulat perwarna putih. Kulat pereput perang dan pereput lembut hanya menyerang polisakarida, pentosan, selulosa dan tidak menyerang lignin dan kulat perwarna putih menyerang kesemua komponen termasuk lignin tetapi tidak menyerang selulosa (Kirk, 1975; Wong, 1988; Hong, 1988).

Serangan kulat perwarna boleh dikenalpasti dengan perwarna yang berlaku seperti perbezaan kepelbagaian warna kelabu, biru muda dan biru gelap serta terdapat tompokan, jaluran dan bintik-bintik. Kesan perwarna pada permukaan rotan selalunya disebabkan oleh kulat perwarna dari spesis *Ceratocystis spp.* dan *Dipodia spp.* yang menjangkiti tisu rotan dengan struktur vegetatifnya yang dikenali sebagai hifa (Arenas, 1966; Sulthoni, 1987).

2.3.3 Serangga

Serangga merupakan salah satu organisma perosak bahan berkayu dan bukan kayu yang juga memberikan kesan yang buruk terhadap industri rotan. Kadangkala, kehadiran serangan kulat menggalakkan serangan serangga, di mana secara mekanikal

kulat melembutkan substrat dan ini memudahkan proses penebukan lubang oleh serangga. Spesies serangga yang utama yang menyerang rotan adalah *powder-post beetles* (keluarga *Bostrychidae*) atau lebih dikenali sebagai 'bukbok'. Terdapat empat jenis serangga dalam spesies ini iaitu *Dinoderus minutus*, *Heterobostrychus aequalis*, *Sinoxylon anale* and *Minthea ruqicollis* (Norani *et al.*, 1985; Vonkaluang, 1988; Tamizi *et al.*, 1992).

Di kawasan tropika, 'bukbok' boleh menyerang bahan berkayu yang mempunyai kandungan lembapan di antara 10-50 peratus yang disebabkan oleh faktor yang sama seperti serangan kulat iaitu kehadiran sumber makanan seperti kanji, asid organik dan gula. Proses serangan serangga bermula apabila serangga betina (bukbok) bertelur di dalam rekahan dan bahagian permukaan rotan yang agak kasar. Larva yang menetas keluar dari telur akan mencernakan karbohidrat (gula dan kanji) sebagai sumber tenaga dan kitaran hidupnya di antara 45-170 hari bergantung kepada jenis serangga. Kitaran hidup serangga terutamanya pengeraman telur banyak dipengaruhi oleh suhu persekitaran, di mana jika suhu persekitaran tinggi maka tempoh pengeraman adalah singkat (Casin, 1985; Vongkaluang, 1988; Tamizi, *et al.*, 1992).

Aktiviti-aktiviti ini menyebabkan berlakunya pembentukan lubang-lubang halus pada permukaan rotan yang selalunya berbentuk bulat atau ovul. Pembentukan lubang ini akan menyebabkan penurunan dari segi kekuatan rotan (Vonkaluang, 1988).

2.3.4 Teknik perlindungan

Kulat dan serangga merupakan benda hidup yang memerlukan air, udara, suhu yang sesuai dan makanan untuk menyempurnakan kitar hidupnya. Jika salah satu faktor ini tiada maka sukar untuk serangga dan kulat hidup. Secara praktikal terdapat beberapa cara untuk mengelak berlakunya kerosakan pada rotan iaitu i) memusnahkan/singkir agen keperluan pertumbuhan, ii) penggunaan pengawetan bahan kimia, iii) penggunaan agen anti-air iv) stor simpanan perlu ada sistem pengudaran yang baik (Tamizi *et al.*, 1992).

Proses penebangan/penuaian rotan hendaklah dilakukan dalam musim kering untuk memudahkan proses rawatan antikulat. Merawat batang rotan dengan racun anti kulat boleh dilakukan di tempat penebangan dijalankan ataupun dalam tempoh masa 12 jam di kilang pemprosesan rotan. Proses merebus rotan juga boleh digunakan untuk mengelakkan dari serangan organisma perosak di mana proses perebusan akan mempercepatkan proses pengeringan serta dapat membunuh telur dan larva serangga yang sedia ada dalam rotan (Arenas, 1966; Yudodibroto, 1985a; Casin, 1985; Tamizi *et al.*, 1992).

Rotan yang telah dirawat dengan bahan antikulat perlu dikeringkan menggunakan kaedah kering udara atau tanur untuk menurunkan kandungan lembapan kepada 20 peratus. Kawasan penyimpanan rotan juga perlu dipastikan sentiasa bersih dan mempunyai pengudaraan yang baik (Arenas, 1966; Tamizi *et al.*, 1992).