

Fit in
1996
0053



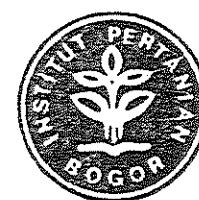
PENGARUH PELUNAKAN DENGAN DIMETIL SULFOKSIDA TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK ROTAN



Olet

MERI SUWIRMAN

F 28. 0434



1969

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
B O G O R



Meri Suwirman F 28.0434. Pengaruh Pelunakan dengan Dimetil Sulfoksida terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Rotan. Dibawah bimbingan Suhadi Hardjo, MSc. dan Ir.Osly Rachman, MS.

RINGKASAN

Rotan merupakan salah satu komoditi ekspor penting bagi Indonesia yang mempunyai peranan cukup besar sebagai sumber mata pencaharian, penyerapan tenaga kerja dan sumber devisa. Salah satu langkah dalam rangkaian proses pengolahan rotan adalah pembengkokan (bending), yang umumnya dilakukan dengan pemanasan menggunakan api, perebusan dan steaming. Kenyataannya, sering terjadi kerusakan selama proses karena tingkat kekakuan rotan berbeda-beda.

Alternatif lain yang sudah banyak diterapkan dalam pembengkokan kayu adalah menggunakan bahan kimia yang bertujuan melunakkan komponen selulosa melalui pemekaran rantai-rantai polimer penyusun selulosa. Metoda tersebut dapat juga diterapkan pada rotan karena memiliki komposisi kimia yang sama dengan kayu. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pelunakan dengan dimetil sulfoksida (DMSO) pada berbagai tingkat konsentrasi, terhadap sifat fisik dan mekanik beberapa jenis rotan sehingga dapat meningkatkan kemudahan rotan untuk dibengkokkan.

Bahan baku yang digunakan adalah rotan Manau (*Calamus manan* Miq.), rotan Batang (*Daemonorops robustus* Warb.) dan rotan Minong (*Calamus optimus*). Rotan direndam dalam larutan dimetil sulfoksida pada suhu 82°C selama 8 jam. Parameter hasil adalah kemudahan pelengkungan dan kerusakan, MOE (modulus elastisitas), mulur, rasio E/P (rasio elastisitas-plastisitas), susut volume dan nilai kilap.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan empat kali ulangan. Jenis rotan (β) dibagi menjadi tiga kelompok yaitu : rotan Manau (β_1),



rotan Batang (S2) dan rotan Minong (S3). Faktor perlakuan adalah konsentrasi larutan DMSO (π) dengan 5 taraf : 0 persen (π_1), 5 persen (π_2), 10 persen (π_3), 15 persen (π_4) dan 20 persen (π_5).

Densitas dan kerapatan ikatan pembuluh ketiga jenis rotan berturut-turut dari yang tertinggi adalah rotan Batang, rotan Minong dan rotan Manau dengan nilai masing-masing $0,56 \text{ (g/cm}^3)$ dan $4,24 \text{ (bh/mm}^2)$; $0,52 \text{ (g/cm}^3)$ dan $3,51 \text{ (bh/mm}^2)$; $0,50 \text{ (g/cm}^3)$ dan $3,46 \text{ (bh/mm}^2)$.

Rotan Batang paling sukar dibengkokkan. Kemudahan pelengkungan rotan Batang dimulai pada taraf konsentrasi larutan 15 persen dan rotan Minong pada taraf konsentrasi larutan 5 persen. Kerusakan fisik berupa pecah permukaan terjadi pada rotan batang dan putusnya serat terjadi pada rotan Minong yang direndam pada larutan dimetil sulfoksida 0 persen (air destilata).

Kenaikan konsentrasi larutan dimetil sulfoksida dapat meningkatkan kemudahan pelengkungan, menurunkan tingkat kerusakan dan tidak mempengaruhi kilap, namun mengakibatkan peningkatan nilai mulur dan susut volume, serta penuaan MOE dan rasio E/P rotan.

Berdasarkan hasil uji sidik ragam didapatkan bahwa konsentrasi larutan DMSO berpengaruh sangat nyata terhadap MOE (konsentrasi 0, 5 dan 10 persen tidak berbeda), mulur dan rasio E/P (semua tingkat konsentrasi berbeda) dan berpengaruh nyata terhadap susut volume (konsentrasi 10, 15 dan 20 persen tidak berbeda).





**PENGARUH PELUNAKAN DENGAN DIMETIL SULFOKSIDA
TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK ROTAN**

Oleh

MERI SUWIRMAN

F 28.0434

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan **TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

1995

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR



INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

PENGARUH PELUNAKAN DENGAN DIMETIL SULFOKSIDA
TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK ROTAN

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Jurusan **TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN**
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh
MERI SUWIRMAN
F 28.0434

Dilahirkan pada tanggal 11 Agustus 1973
di Bandung

Tanggal lulus : 30 Desember 1995

Disetujui
Bogor, Januari 1996


Suhadi Hardjo, MSc.
Dosen Pembimbing I




Ir. Osly Rachman, MS
Dosen Pembimbing II



KATA PENGANTAR

Bismillaahirrohmaanirrohiim,

Penulis memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Banyak pihak yang telah membantu sehingga penelitian dan skripsi ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini penulis hanya bisa menyebutkan beberapa pihak dan menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Suhadi Hardjo, MSc. dan Bapak Ir. Osly Rachman, MS. sebagai dosen pembimbing akademik,
2. Bapak Ir. Ade Iskandar sebagai dosen penguji yang telah memberi saran dan kritik dalam penulisan skripsi ini,
3. Kepala Puslitbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan Bogor yang telah memberi izin tempat dan bantuan selama penelitian,
4. Direktur PT. Saripermindo Murni dan Bapak Ir. Endro Purwoko atas bantuan bahan baku berupa rotan,
5. Kedua orang tua dan saudara-saudara tersayang yang senantiasa berdoa dan memberi dorongan moril maupun materil,



6. Mas Giri Prasetyo, yang telah memberikan saran, semangat dan bantuan terhadap seluruh kegiatan penulis,
7. Rekan-rekan sekerja di P₃H; Wita, Nita, Dewi, Seri, Bundari dan rekan-rekan "Agritwelth" lainnya; rekan-rekan di Prima Data serta rekan-rekan di Wismo Ayu yang selalu memberi perhatian,
8. Seluruh Staf dan Karyawan Puslitbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor,
9. Seluruh Staf dan Karyawan FATETA, khususnya TIN,
10. Semua pihak yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Sebagai penutup, penulis berharap semoga laporan ini akan memberi manfaat bagi yang membacanya.

Bogor, Desember 1995

Penulis



DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. BAHAN ROTAN	4
1. Botani Rotan	4
2. Jenis dan Klasifikasi Rotan	5
3. Sifat Anatomi Batang Rotan	6
4. Sifat Fisik Rotan	8
5. Sifat Kimia Rotan dan Pelunakan Bahan Berkayu	9
6. Sifat Mekanik Rotan	13
B. PENGOLAHAN ROTAN	15
C. TEGANGAN-REGANGAN BAHAN BERKAYU	18
D. PROSES PEMBENGKOKAN	21
E. DIMETIL SULFOKSIDA (DMSO)	23



F. DESKRIPSI JENIS ROTAN YANG DITELITI	25
1. Rotan Manau (<i>Calamus manan</i> Miq.)	25
2. Rotan Batang (<i>Daemonorops robustus</i> . Warb.)	26
3. Rotan Minong (<i>Calamus optimus</i>)	26
III. BAHAN DAN METODA	27
A. BAHAN DAN ALAT	27
1. Bahan	27
2. Alat	27
B. RANCANGAN PERCOBAAN	27
C. METODE PENELITIAN	29
1. Persiapan Penelitian	29
2. Penelitian Pengenalan Bahan	29
a. Densitas	30
b. Kerapatan Ikatan Pembuluh	30
3. Penelitian Utama	31
a. Perendaman dan Pengeringan	31
b. Pelengkungan	31
4. Pengujian	32
a. Lentur Statis	32
b. Lentur Dinamis	34
c. Susut Volume	36
d. Kilap	36
D. WAKTU DAN TEMPAT	37



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
A. PENELITIAN PENDAHULUAN	38
B. PENELITIAN UTAMA	42
1. Kemudahan Pelengkungan dan kerusakan ..	42
2. Modulus Elastisitas	47
3. Mulur	51
4. Rasio E/P	54
5. Susut Volume	57
6. Kilap	60
V. KESIMPULAN DAN SARAN	63
A. KESIMPULAN	63
B. SARAN	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	67

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
Tabel 1. Komposisi kimia rotan dan kayu	10
Tabel 2. Kemudahan pelengkungan tiga jenis rotan pada proses pembengkokan	44
Tabel 3. Kerusakan fisik rotan pada proses pembengkokan	45



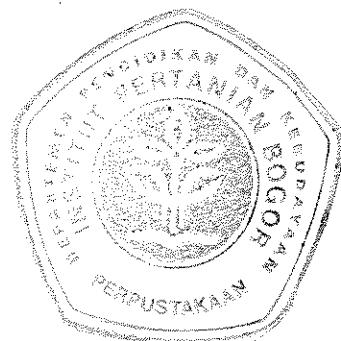
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Anatomi batang rotan dilihat pada bidang radial	6
Gambar 2. Anatomi batang rotan dilihat pada bidang lintang	7
Gambar 3. Tahap-tahap plastisasi oleh amonia pada dinding sel	13
Gambar 4. Bagan alir proses pengolahan rotan	16
Gambar 5. Hubungan antara tegangan dan regangan ...	19
Gambar 6. Hubungan regangan dan waktu pada bahan elastoplastis	20
Gambar 7. Alat uji lentur statis	33
Gambar 8. Alat uji lentur dinamis	34
Gambar 9. Densitas rata-rata tiga jenis rotan	39
Gambar 10. Kerapatan ikatan pembuluh rata-rata tiga jenis rotan	40
Gambar 11. Pengaruh konsentrasi larutan DMSO terhadap MOE rotan	49
Gambar 12. Pengaruh konsentrasi larutan DMSO terhadap mulur rotan	53
Gambar 13. Pengaruh konsentrasi larutan DMSO terhadap rasio E/P rotan	56
Gambar 14. Pengaruh konsentrasi larutan DMSO terhadap susut volume rotan	59
Gambar 15. Pengaruh konsentrasi larutan DMSO terhadap kilap rotan	61



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir proses pelunakan rotan dengan dimetil sulfoksida	69
Lampiran 2. Data pengujian tiga jenis rotan	70
Lampiran 3. Data kerapatan ikatan pembuluh tiga jenis rotan	71
Lampiran 4. Data analisis sidik ragam parameter MOE	72
Lampiran 5. Data analisis sidik ragam parameter mulur	73
Lampiran 6. Data analisis sidik ragam parameter rasio E/P	74
Lampiran 7. Data analisis sidik ragam parameter susut volume	75
Lampiran 8. Data analisis sidik ragam parameter kikelap	76





I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Sebagai komoditi ekspor Indonesia, rotan merupakan salah satu komoditi yang penting artinya setelah kayu lapis dan beberapa komoditi ekspor non migas lainnya. Kegiatan pemungutan dan pengusahaan rotan mempunyai peranan yang cukup besar dalam perekonomian Indonesia, yaitu sebagai sumber mata pencaharian penduduk, penyerapan tenaga kerja dan sumber devisa.

Produk rotan Indonesia cukup potensial untuk terus dikembangkan karena sampai saat ini Indonesia merupakan negara penghasil rotan terbesar di dunia, dan diperkirakan 80 persen kebutuhan dunia akan rotan berasal dari Indonesia. Nilai ekspor mebel rotan tahun 1995 diperkirakan akan mengalami peningkatan yang cukup tinggi dibanding tahun lalu. Tahun 1994 nilai ekspor total rotan adalah US\$ 348.132.703 dan pada tahun 1993 sebesar US\$ 335.500.965.

Jika dikaitkan dengan jumlah jenis yang ada di Indonesia, yaitu kurang lebih 300 jenis, baru sekitar 17,3 persen yang sudah dimanfaatkan. Ini berarti pemanfaatan jenis rotan masih rendah, meskipun pemanfaatan rotan sudah berlangsung cukup lama. Hal ini disebabkan karena hanya jenis-jenis tertentu saja yang laku di pasaran, yaitu kurang lebih 30 jenis, dan



pengetahuan masyarakat tentang jenis rotan lainnya secara rinci masih sedikit.

Salah satu langkah rangkaian proses pengolahan rotan yang bertujuan untuk membentuk batang rotan sesuai dengan yang diinginkan, adalah pembengkokan (bending). Secara tradisional, proses ini dilakukan dengan pemanasan langsung menggunakan api. Pada aplikasi teknologi berikutnya dilakukan perebusan dan *steaming*, untuk meningkatkan pembengkokan rotan. Pada kenyataannya, sering terjadi kerusakan rotan selama proses tersebut, seperti pecah ujung pada batang atau pecah pada permukaannya. Hal ini antara lain disebabkan karena tingkat kekakuan dari jenis rotan tertentu berbeda dengan jenis rotan lainnya.

Cara lain yang sudah diterapkan pada berbagai jenis kayu untuk proses pembengkokan adalah dengan pelunakan (softening) menggunakan bahan kimia. Tujuannya adalah melunakkan komponen selulosa yang terdapat pada dinding sel kayu melalui pemekaran rantai-rantai polimer penyusun selulosa tersebut. Seperti halnya kayu, rotan juga merupakan bahan berselulosa, oleh karena itu ada kemungkinan metode pelunakan dengan bahan kimia dapat juga diterapkan dalam meningkatkan kemampuan rotan untuk dibengkokan.

Beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan larutan amonia, urea dan PEG-1000 untuk pelunakan kayu



B. TUJUAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pelunakan dengan larutan dimetil sulfoksida pada berbagai tingkat konsentrasi, terhadap sifat fisik dan mekanik beberapa jenis rotan, sehingga dapat meningkatkan kemudahan rotan untuk dibengkokkan.

dan rotan. Mengacu pada hasil-hasil penelitian tersebut, perlu kiranya dilakukan percobaan menggunakan bahan pelarut lain, sebagai perbandingan untuk dapat diterapkan dalam upaya pembengkokan rotan. Pemilihan salah satu jenis rotan non-komersil (rotan Minong) pada penelitian ini adalah karena potensi jenis rotan tersebut cukup tinggi, namun sampai saat ini belum dimanfaatkan dalam skala industri, berbeda dengan rotan Mangu yang selama ini sudah memiliki nilai komersil sangat tinggi.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. BAHAN ROTAN

1. Botani Rotan

Rotan termasuk ke dalam famili *Palmae*, sub famili *Calamoideae* (Uhl dan Dransfield, 1987 dalam Weiner dan Liese, 1990). Subfamili ini terdiri dari 22 genera dengan lebih dari 650 spesies. Sebanyak 13 dari 22 genera tersebut adalah rotan, yang tumbuh di dua daerah, yaitu : Afrika Barat sebanyak empat genera (tiga genera diantaranya merupakan endemik dan satu genera epidemik) dan Asia Tenggara sebanyak sepuluh genera (Dransfield, 1981 dalam Weiner dan Liese, 1990). Di Indonesia, berbagai jenis rotan tumbuh pada daerah ketinggian tempat 0 - 2.900 m di atas permukaan laut (Dransfield, 1974).

Rotan tumbuh memanjang pada pohon rambatannya, tumbuh secara soliter (sendiri) atau berkelompok. Panjang batang bervariasi dari beberapa meter sampai 200 meter. Diameter batang antara 0,4 - 3,5 cm (Menon, 1979). Batang rotan beruas-ruas dengan dibatasi oleh buku-buku. Panjang ruas bervariasi yaitu kurang dari 10 cm sampai lebih dari 60 cm dan ruas pangkal umumnya lebih pendek dari bagian atasnya (Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi, 1980).



2. Jenis dan Klasifikasi Rotan

Jenis-jenis rotan yang memegang peranan penting dalam perdagangan menurut Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan (1987) adalah :

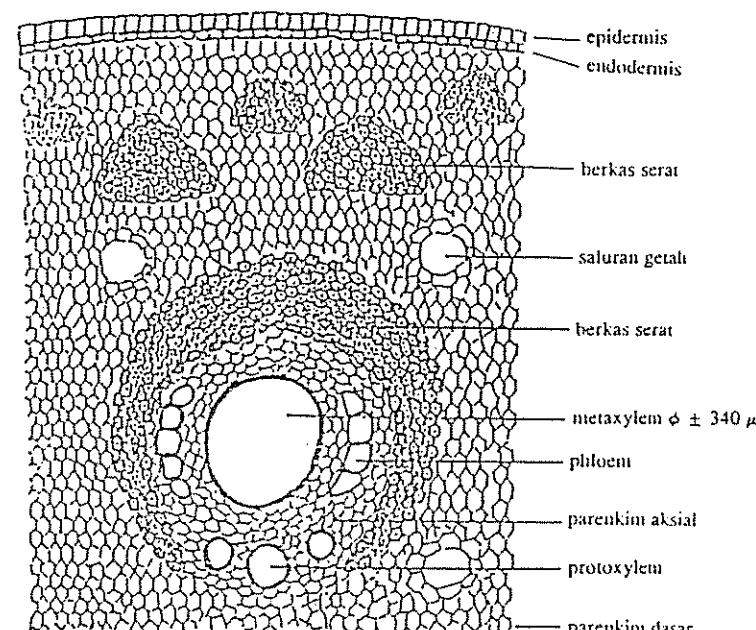
- a. Dari Sumatera dan Kalimantan : rotan Manau (*Calamus manan*), rotan Sega (*Calamus caesius*) dan rotan Semambu (*Calamus scipionum*) .
- b. Dari Kalimantan : rotan Irit (*Calamus trachyoleus*) .
- c. Dari Sulawesi : rotan Jermasin (*Calamus leioaulis*), rotan Tarumpu (*Calamus muricetus*), rotan Umbulu (*Calamus simplicipes*), rotan Batang (*Calamus zollingeri*) dan rotan Tohiti (*Calamus inopus*) .
- d. Dari Jawa : rotan Cacing (*Calamus ciliaris*), rotan Suti (*Calamus ornatus*) dan rotan Seel (*Dae-monrops melanochaetes*) .
- e. Dari Irian Jaya : rotan Suwei .

Menon (1979) mengelompokkan rotan berdasarkan ukuran diameternya menjadi dua kelompok, yaitu rotan besar (diameter lebih besar dari 18 mm) dan rotan kecil (diameter lebih kecil dari 18 mm) .

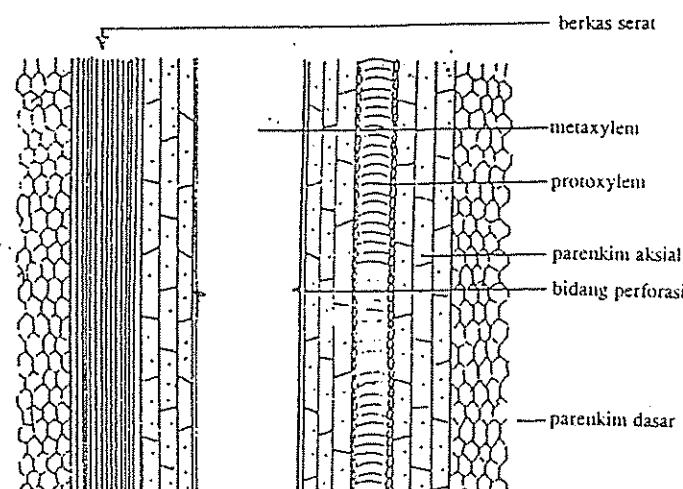


3. Sifat Anatomi Batang Rotan

Menurut Mandang dan Rulliaty (1990), anatomi batang rotan terdiri dari tiga jaringan utama yaitu kulit, parenkim dasar dan berkas pembuluh. Anatomi batang rotan selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Anatomi batang rotan dilihat pada bidang lintang
(Mandang dan Rulliyati, 1990)



Gambar 2. Anatomi batang rotan dilihat pada bidang longitudinal
(Mandang dan Rulliyati, 1990)

Kulit terdiri dari dua lapis sel yang berfungsi sebagai pelindung jaringan di dalamnya. Lapisan sel pertama disebut epidermis yang bersifat sangat keras karena mengandung silika dan lapisan sel kedua disebut endodermis yang bersifat lebih lunak.

Parenkim dasar terletak di bagian sebelah dalam kulit, dengan dinding sel relatif tipis dan tersusun mirip sarang lebah. Jaringan ini merupakan pengisi batang rotan, yang berfungsi sebagai tempat menyimpan bahan makanan dan sebagai pengikat antar serabut.

Di antara jaringan parenkim dasar tersebar berkas pembuluh. Tiap berkas pembuluh terdiri dari



satu berkas serabut, beberapa protoxylem, satu atau dua metaxylem, satu atau dua untai phloem dan jaringan parenkim aksial. Xylem adalah elemen yang berfungsi sebagai saluran air dan zat hara dari akar ke daun. Protoxylem dibentuk pada awal batang rotan yang baru tumbuh. Salah satu atau beberapa protoxylem berubah menjadi metaxylem dengan diameter lebih besar. Phloem adalah saluran hasil fotosintesa ke bagian lain dari tumbuhan. Parenkim aksial terletak di sekeliling protoxylem dan metaxylem di dalam berkas pembuluh. Fungsinya sebagai tempat persediaan makanan untuk pertumbuhan elemen lain dalam berkas pembuluh.

4. Sifat Fisik Rotan

Karakteristik fisik rotan mentah adalah kulit berwarna hijau, kadar airnya tinggi dan mengandung getah. Sedangkan sifat fisik yang diharapkan setelah diolah adalah warna kulit kuning mengkilat, kadar air rendah, lebih awet dan berdimensi stabil (Karnasudirdja, 1986).

Menurut Balai Industri Banjar Baru (1985), batang rotan mempunyai sifat higroskopis, artinya mempunyai sifat afinitas terhadap air, baik air dalam bentuk uap maupun cair. Dalam keadaan kering udara, kadar air rotan sekitar 15 - 17 persen.



Hadikusumo (1990) menyatakan bahwa dari sejumlah rotan yang diteliti (27 spesies), berat jenis rotan rata-rata berkisar antara 0,41 - 0,68 (atas dasar berat kering tanur dan volume kering udara). Rotan Batang Halus mempunyai berat jenis terendah 0,41 (diameter rata-rata 2,10 cm) dan rotan Ronti mempunyai berat jenis tertinggi 0,68. Rotan Manau mempunyai berat jenis 0,55.

Menurut Nicholas (1973), kayu akan menyerap dan mengeluarkan air sebagai akibat perubahan kelembaban udara dan temperatur. Hal ini menyebabkan kayu mengalami kembang susut. Pengembangan kayu disebabkan oleh volume kayu yang bertambah akibat air yang diabsorbsi oleh selulosa sehingga merenggangkan struktur selulosa.

Marsoem (1981) menyatakan bahwa warna asli rotan bermacam-macam mulai dari kuning muda sampai coklat kehitaman, tergantung dari komposisi zat warna yang menyusun dan jenis rotannya juga.

5. Sifat Kimia Rotan dan Pelunakan Bahan Berkayu

Komponen kimia rotan didominasi oleh selulosa dan lignin. Selulosa memiliki ikatan kovalen yang kuat dalam cincin piranosa dan antar unit gula penyusun selulosa. Lignin berfungsi sebagai pengikat, pengeras dan pelindung terhadap polimer karbohidrat.



Pengurangan kadar selulosa dan lignin secara nyata dapat menurunkan keteguhan tarik, keteguhan lentur, kekakuan dan keteguhan pukul (Rachman, 1984).

Komposisi kimia rata-rata rotan yang diperoleh dari 15 jenis rotan dari berbagai daerah, dibandingkan dengan kayu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia rotan dan kayu

Komposisi kimia	Rotan ^{a)}	Kayu ^{b)}
Selulosa	52,09 (39,20-58,13)	44,00
Lignin	25,56 (20,03-34,27)	29,50
Silika	2,59 (0,54-8,00)	.

^{a)} Hadikusumo (1994)

^{b)} Achmadi (1990)

Menurut penelitian Hadikusumo (1994), hasil analisis regresi menunjukkan bahwa faktor terbesar yang mempengaruhi pelengkungan rotan tanpa perlakuan steaming adalah diameter, yang kemudian diikuti oleh faktor-faktor lain seperti kandungan lignin, spesifik gravitasi dan kandungan silika, yang memberikan kontribusi lebih sedikit. Regresi linier yang diperoleh adalah sebagai berikut :



$$Y = 22,45 + 11,17X_1 + 0,88X_2 + 8,71X_3 + 0,36X_4$$

$$(R^2 = 0,9631, \text{ F rasio} = 32,588 \text{ dan} \\ \text{Probabilitas} = 8,938E-04)$$

dimana :

Y = diameter pelengkungan terkecil yang dapat dicapai rotan tanpa steam (cm)

X_1 = diameter rata-rata (cm)

X_2 = kandungan lignin (%)

X_3 = spesifik gravitasi pada volume udara kering

X_4 = kandungan silika (%)

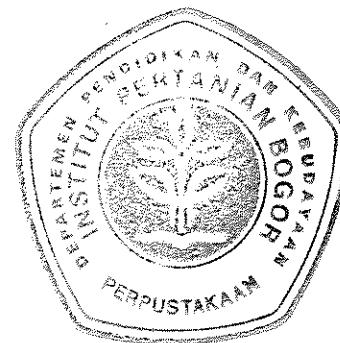
Pelunakan kandungan lignin dapat dilakukan dengan pemanasan pada suhu 300°C, sementara itu plastisasi kayu melalui asetilasi dengan pra perlakuan asam triflor asetat dapat menurunkan suhu pelelehan menjadi 205 - 210°C (Shiraishi dan Yoshioka, 1985). Karena tingginya suhu yang diperlukan, maka metode pelunakan bahan berkayu dengan cara pelelehan lignin tersebut tidak efisien apabila diterapkan di industri untuk saat ini.

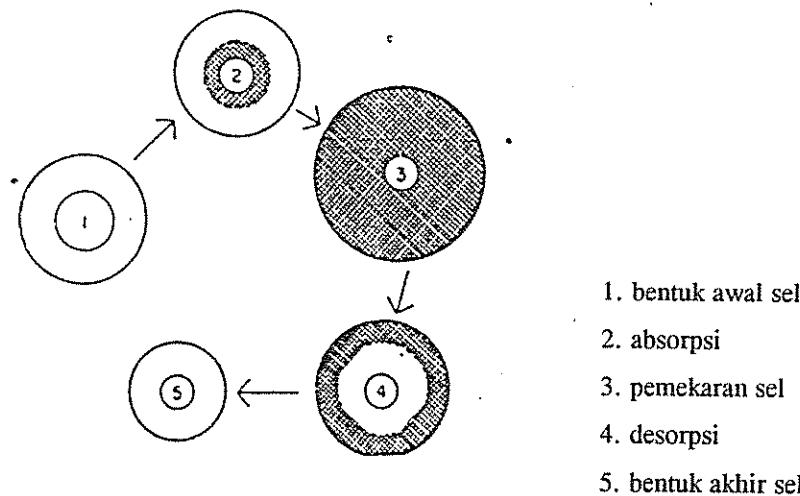
Menurut Rachman (1990), rantai selulosa merupakan komponen penyusun dinding sel rotan. Sebelum menjadi bagian penyusun dinding sel, rantai selulosa itu membentuk berkas-berkas molekul selulosa yang terletak memanjang. Berkas-berkas ini kemudian



diselubungi oleh hemiselulosa membentuk unit yang lebih besar yang disebut mikrofibril. Orientasi rantai-rantai selulosa dalam mikrofibril ini pada satu bagian tersusun rapat, disebut daerah kristalit, dan pada bagian lain tersusun tidak teratur, disebut amorf. Daerah amorf inilah yang mudah dimasuki atau mengeluarkan air sehingga rotan (bahan berselulosa lain seperti kayu) mudah mengembang atau mengerut. Ini adalah dasar utama pelunakan atau plastisasi bahan berkayu.

Larutan amonia secara luas digunakan pula untuk proses plastisasi kayu. Tahap-tahap plastisasi kayu oleh bahan kimia ini dimulai dengan penyerapan pada permukaan lumen, seperti pada Gambar 3. Amonia berpenetrasi ke dalam dinding sel mengakibatkan pemekaran sel. Pada saat penetrasi tersebut kayu akan mudah dibentuk. Kemudian larutan amonia menguap dimulai dari bagian dalam permukaan dinding sel. Pada akhir tahap ini ukuran lumen tetap seperti pada saat terjadi pengembangan, sedangkan diameter luar sel mengecil. Perubahan dimensi tersebut secara substansial mengakibatkan ukuran sel lebih kecil dari semula (Bodig dan Jayne, 1982).





Gambar 3. Tahap-tahap plastisasi oleh amonia pada dinding sel (Bodig dan Jayne, 1982).

Menurut Achmadi (1990), sampai saat ini, sistem kimia yang terbaik untuk modifikasi kimia kayu ialah dengan menggunakan cairan bertitik didih rendah yang mudah mengembangkan kayu. Suhu untuk menyempurnakan reaksi harus cukup rendah agar tidak terjadi degradasi kayu, tetapi laju reaksi harus cepat. Suhu maksimum 120°C , karena pada suhu ini belum banyak degradasi jika reaksi diusahakan sesingkat mungkin. Kayu harus tetap kuat, mempertahankan warna alaminya, masih bersifat insulator yang baik, tidak berbahaya untuk ditangani, dapat direkat atau dicat.



6. Sifat Mekanik Rotan

Sifat mekanis adalah kekuatan atau ketahanan suatu bahan terhadap perubahan bentuk. Kekuatan adalah kemampuan suatu bahan untuk memikul beban atau gaya yang mengenainya. Ketahanan terhadap perubahan bentuk menentukan jumlah bahan yang dimampatkan, terpuntir atau terlengkungkan oleh suatu beban yang mengenainya (Haygreen dan Bowyer, 1989).

Ditinjau dari ilmu mekanika bahan, sifat-sifat mekanik rotan (Karnasudirdja, 1986) antara lain :

- a. Kekerasan, yaitu ketahanan rotan terhadap pukulan (kg atau lb).
- b. Kekakuan, merupakan ketahanan terhadap beban lentur sampai mencapai nilai defleksi tertentu (kg/cm^2).
- c. Kelengkungan, yaitu kemampuan untuk menahan beban hingga patah atau hingga batas elastisitas keteguhan tekan sejajar serat rotan.

Modulus elastisitas rotan jauh lebih rendah daripada kayu. Kayu Songkap dengan berat jenis 0,55 mempunyai modulus elastisitas $90.000 \text{ kg}/\text{cm}^2$, sedangkan rotan Manau pada berat jenis yang sama memiliki MOE $31.000 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Kayu Punak dengan berat jenis 0,61 mempunyai modulus elastisitas $126.000 \text{ kg}/\text{cm}^2$, sedangkan rotan Tohiti pada berat jenis yang sama



mempunyai modulus kenyal 41.000 kg/cm^2 (Hadikusumo, 1990).

B. PENGOLAHAN ROTAN

Menurut Yudodibroto (1986), faktor-faktor yang menentukan cara pengolahan rotan antara lain :

- a. Jenis rotan yang diolah masing-masing mempunyai sifat khas, misalnya : lapisan silika, ukuran batang rotan, sifat fisiko kimia dan kulit rotan
- b. Kebiasaan penggunaan suatu cara pengolahan rotan yang berlaku di suatu daerah tertentu
- c. Jenis atau bentuk bahan baku rotan yang akan dihasilkan, misalnya : rotan bulat, rotan hati, rotan kulit, roti ketaman dan rotan ampelasan.

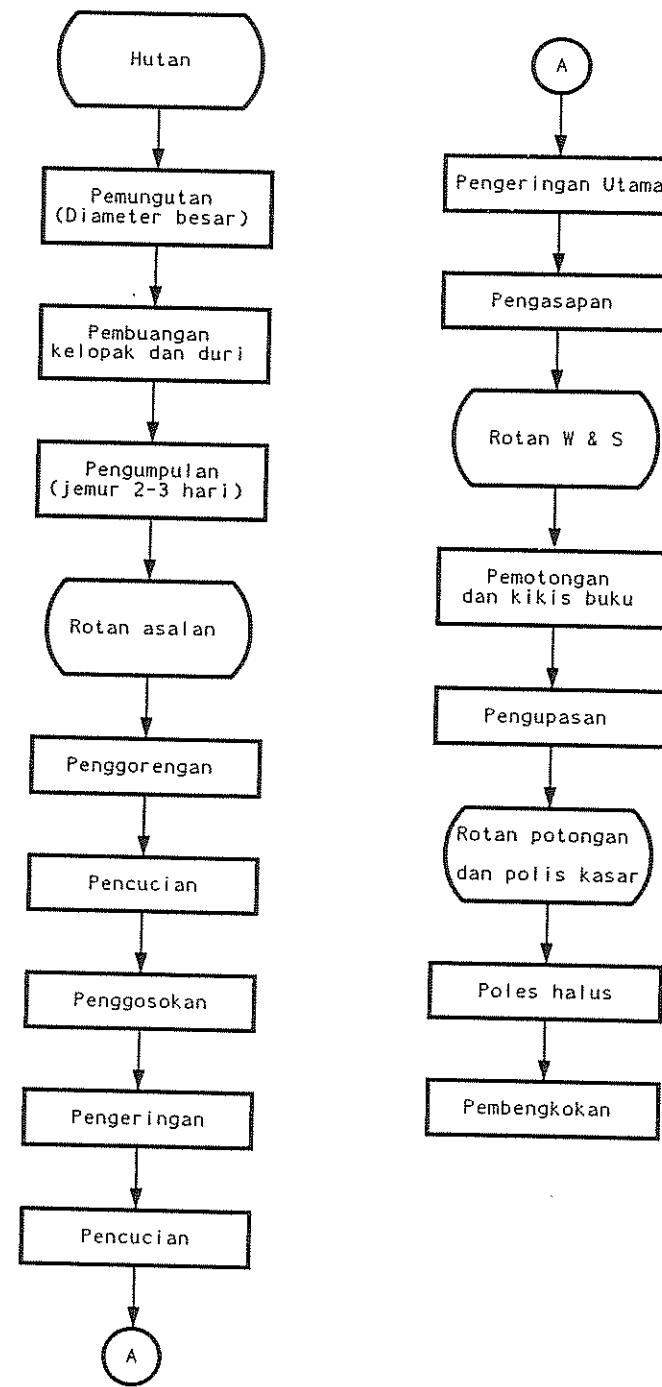
Proses pengolahan rotan (Gambar 4) yang banyak dilakukan di Indonesia secara garis besar adalah sebagai berikut (Rachman dan Rohadi 1986) :

a. Merunti

Proses menghilangkan lapisan silika pada batang. Dilakukan dengan cara menggosok dengan pasir yang digenggam dengan karung goni atau sabut kelapa.

b. Penyortiran

Apabila rotan sudah kering (kadar air 15 - 20 persen, rotan dipisahkan menurut jenis, ukuran dan kualitas secara kasar, diikat dan dibawa ke tempat pengumpulan untuk menunggu proses selanjutnya.



Gambar 4. Bagan alir proses pengolahan rotan
(Rachman dan Rohadi, 1986)



c. Penggorengan

Tujuannya untuk menurunkan kadar air dan mencegah serangan jamur. Bundelan rotan dimasukkan ke dalam kuali satu per satu, yang telah diisi minyak penggoreng dan dipanaskan sampai suhu 90°C. Suhu penggorengan yang umum 80 - 120°C, lama penggorengan 25 - 60 menit. Rotan telah masak apabila warna berubah dari hijau tua menjadi pudar atau dari warna kuning menjadi sedikit kisut, penampang batang pada salah satu ujungnya telah mengering.

d. Pencucian

Selanjutnya rotan dicuci dengan air bersih sambil digosok-gosok dengan sabut kelapa atau karung goni untuk membersihkan kotoran yang melekat pada batang.

e. Pengeringan

Rotan dikeringkan dengan cara dijemur pada panas matahari selama 1 - 2 minggu tergantung diameter batang rotan dan keadaan cuaca.

f. Pemutihan

Pemutihan dilakukan dengan merendam rotan dalam larutan kaporit selama 3 - 10 menit tergantung dari diameter rotan.

g. Pengasapan dengan Belerang

Tujuannya adalah mencegah kerusakan yang berupa noda-noda akibat cendawan dan agar kulit rotan berwarna kuning merata dan mengkilat.



h. Pengeringan

Rotan dijemur pada panas matahari. Lamanya tergantung dari jenis rotan dan keadaan cuaca.

i. Sortir

Rotan W & S dipisah-pisahkan menurut peruntukan dan kualitasnya untuk mendapat pengolahan lebih lanjut.

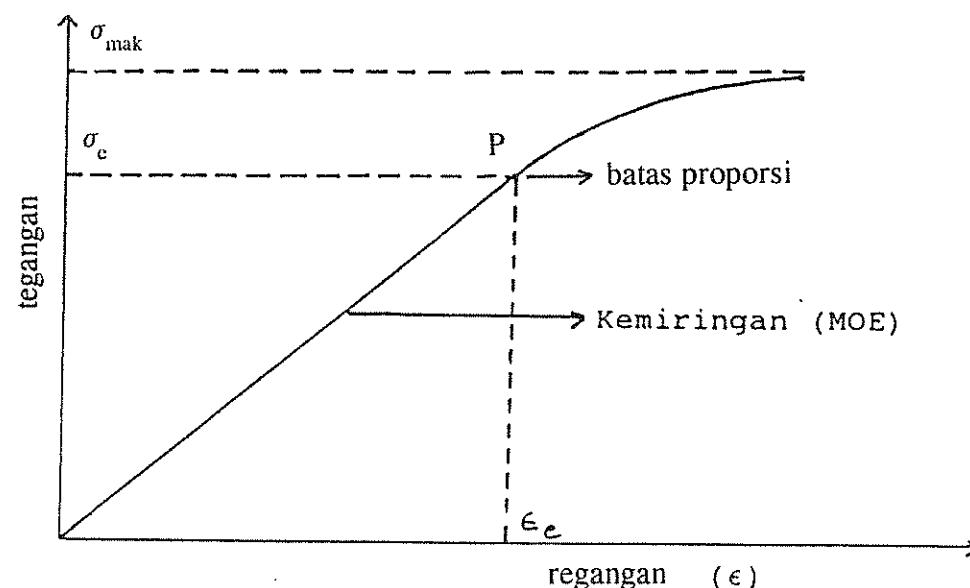
Rotan asalan adalah rotan yang hanya mengalami perlakuan pembersihan atau peruntian dan dijemur seperlunya. Rotan UWS (Unwashed and Unsulphurized) yaitu rotan asalan yang tidak dicuci dan diasap dengan belerang, tapi dikeringkan hingga kadar air 15 - 20 persen. Rotan W (Washed) adalah rotan asalan yang dikeringkan lalu disortasi sesuai kelas diameter, cacat dan panjang yang diinginkan, kemudian rotan dicuci sambil digosok dengan pasir atau sabut kelapa. Rotan W & S (Washed and Sulphurized) adalah rotan yang telah dicuci, digosok, diasap dengan uap belerang sekurang-kurangnya selama 24 jam, lalu dijemur hingga kadar air mencapai 15 - 20 persen (Rachman dan Rohadi, 1986).

C. TEGANGAN-REGANGAN BAHAN BERKAYU

Suatu bahan apabila diberi suatu tegangan seketika maka bahan tersebut mengalami deformasi atau regangan. Sampai pada batas tegangan tertentu, deformasi akan kembali nol bila tegangan dilapaskan seketika. Batas ini disebut batas proposional atau batas elastis.



Melewati batas tersebut apabila tegangan dilepaskan maka bahan tidak akan kembali utuh ke bentuk orisinalnya (Kollman dan Cote, 1968).



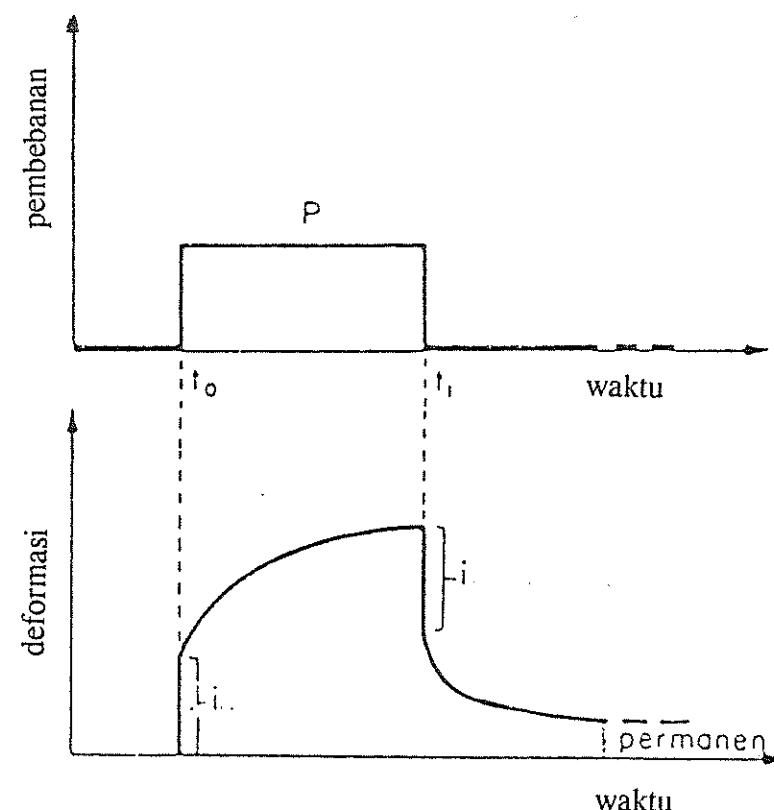
Gambar 5. Hubungan antara tegangan dan regangan

Bodig dan Jayne (1982) menyatakan bahwa setiap bahan menunjukkan tingkah laku tegangan-regangan yang khas, karena itu diperlukan model representatif tertentu. Pada dasarnya MOE adalah kemiringan garis elastis pada kurva tegangan-regangan. Semakin tinggi MOE berarti semakin besar tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan regangan tertentu, yaitu semakin besar ketahanannya terhadap deformasi elastis, berarti juga semakin kaku. Sebaliknya semakin rendah MOE semakin besar regangan yang dihasilkan oleh tegangan tertentu,



yaitu semakin rendah ketahanannya terhadap deformasi elastis.

Rheologi adalah ilmu yang mempelajari tingkah laku tegangan-regangan yang dipengaruhi oleh waktu (Bodig dan Jayne, 1982). Perilaku elastis plastis dengan ketergantungan waktu bahan kayu dijelaskan Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan regangan dan waktu pada bahan elastoplastis (Bodig dan Jayne, 1982)

Apabila kayu diberi beban dengan berat beban kons-
tan selama periode waktu tertentu maka pada waktu t_0



akan dihasilkan deformasi elastis seketika sebesar OA. Pembebanan berlanjut terus sampai waktu tertentu sehingga menghasilkan deformasi mulur sepanjang garis AB. Pada saat pelepasan beban yaitu waktu t_1 deformasi elastis seketika dikembalikan sebesar BC yang besarnya sama dengan OA dan diikuti oleh pengembalian deformasi mulur (CD) yang tidak dapat dikembalikan sempurna sampai waktu t_2 sehingga tersisa suatu deformasi tertentu yang disebut deformasi plastis sebesar Dt_2 . Deformasi plastis ini merupakan ukuran plastisitas bahan.

D. PROSES PEMBENGKOKAN

Pembengkokan dalam proses pembuatan mebel rotan bertujuan untuk membentuk batang-batang rotan sesuai dengan tujuan penggunaannya. Sudut pembengkokan berkisar antara $0 - 180^\circ$. Pembengkokan dan pembentukan rotan dilaksanakan dengan bantuan uap panas (pengukusan) pada suhu 100°C di atas cetakan (Tambunan, 1989).

Rotan-rotan besar berdiameter di atas 1,5 cm lebih sukar dilengkungkan apabila tanpa pemanasan. Rotan-rotan kecil berdiameter di bawah 1,5 cm lebih mudah dilengkungkan tanpa pemanasan dan tanpa mengalami keretakan (Hadikusumo, 1990).

Menurut Forest Product Laboratory (1974), metode plastisasi beberapa jenis kayu untuk pembengkokan dapat dilakukan dengan *steaming* pada tekanan atmosfer dan

perendaman dalam air mendidih atau suhu mendekati titik didih. Kayu juga dapat diplastisasi menggunakan beberapa jenis bahan kimia. Larutan kimia tersebut akan diserap oleh kayu dan menyebabkan pemekaran.

Jenis-jenis bahan kimia yang biasa digunakan adalah urea, dimetilol urea, resin penolformaldehid (berat molekul rendah), dimetil sulfoksida dan larutan amonia (Forest Product Laboratory, 1974). Bisa juga dengan larutan gliserin 5,1 persen (Jorgensen dan Koch, 1979).

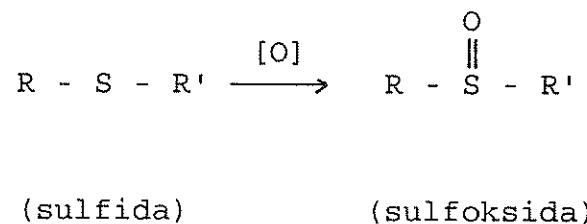
Jorgensen dan Koch (1979) berhasil melakukan plastisasi terhadap kayu Maple (*Acer saccharum* Marsh.) dan Bich (*Betula lenta* L.) menggunakan campuran dimetil sulfoksida dan amonium klorida (1 : 1), dan juga menggunakan campuran dimetil sulfoksida dan amonium hidroksida (3 : 1). Contoh uji direndam selama delapan jam pada suhu 180°F lalu dikeringkan selama dua hari pada temperatur kamar.

Penelitian Handayani (1993) menunjukkan bahwa perendaman rotan dengan larutan urea maupun larutan amonia sebelum dikukus dapat mencegah kerusakan pecah permukaan rotan Batang hingga mencapai diameter pelengkungan 25 cm. Perlakuan pengukusan yang disertai perendaman dengan urea telah memberikan pengaruh yang nyata dalam menurunkan modulus elastisitas rotan Manau dan rotan Batang yang dilengkungkan.



E. DIMETIL SULFOKSIDA (DMSO)

Dimetil sulfoksida dengan struktur $(\text{CH}_3)_2\text{S=O}$ merupakan pelarut yang bersifat polar, relatif tidak mahal dengan tingkat keracunan yang rendah. Sulfoksida diperoleh dari proses oksidasi sulfur pada senyawa sulfida. Apabila oksidator yang digunakan cukup kuat, proses oksidasi akan berlanjut dan menghasilkan sulfon. Reaksi yang terjadi sebagai berikut (Carey, 1992) :



Larutan dimetil sulfoksida memiliki titik didih 75 - 76°C pada 12 mmHg dan titik cair 18 - 19°C.

Senyawa sulfoksida alifatik dapat larut dalam air dan merupakan basa lemah. Larutan DMSO akan terurai perlahan-lahan pada suhu 189°C menjadi campuran yang terdiri dari metanetiol, formaldehida, bis(metiltio) metan, dimetil disulfida, dimetil sulfon, dimetil sulfida dan air. Sebagian besar reaksi sulfoksida merupakan reaksi yang dapat menyebabkan pemindahan ikatan hidrogen dari ikatan α dan β atom karbon (Kirk dan Othmer, 1970).

DMSO dibuat dari dimetil sulfida (DMS) yang diperoleh melalui pemrosesan lindi limbah pembuatan pulp



dengan proses kraft, maupun dari reaksi antara metanol atau dimetil eter dengan hidrogen sulfida. Pada pembuatan pulp dengan proses kraft, lindi yang terkonsentrasi sebesar 50 persen padatan dibakar untuk mengembalikan senyawa-senyawa anorganik dan nilai panas. Lignin pada lindi yang mengandung senyawa metoksil aromatik dipisahkan oleh ion sulfida untuk menghasilkan dimetil sulfida pada saat konsentrat lindi diproses dalam reaktor dengan suhu 200 - 250°C. Sementara itu, sintesis dari metanol disempurnakan melalui reaksi penguapan lewat katalis pada temperatur lebih dari 300°C.

DMS dioksidasi menjadi DMSO dengan berbagai cara. Pada skala pilot, oksidasi dilakukan dengan asam nitrat, namun sekarang diganti dengan menggunakan nitrogen dioksida pada reaktor dengan suhu 40 - 50°C. Muatan reaktor dilewatkan ke area 100°C, dimana kelebihan dimetil sulfida dipisahkan dari DMSO mentah dengan nitrogen. DMSO mentah kemudian dinetralisasi dan didestilasi. Aliran nitrogen dioksida yang masuk ke reaktor tidak cukup untuk mengoksidasi semua dimetil sulfida, oleh karena itu semua nitrogen dioksida dikonversi menjadi asam nitrat, yang sedikit tidak larut dalam DMSO dan kembali masuk ke aliran keluarnya gas. Aliran gas melewati pemindah panas sehingga sebagian dimetil sulfida mengembun dan kembali ke reaktor. Gas-gas disalurkan ke reaktor kedua dimana kelebihan nitrogen



dioksida mengubah semua sisa sulfida menjadi sulfoksida. Gas-gas dari reaktor ini tidak mengandung bahan organik dan dioksidasi oleh oksigen pada rekator ketiga untuk memperbaharui nitrogen dioksida. Gas-gas tersebut akhirnya melewati tabung DMSO untuk memindahkan nitrogen dioksida lepas ke atmosfer (Kirk dan Othmer, 1970).

F. DESKRIPSI JENIS ROTAN YANG DITELITI

1. Rotan Manau (*Calamus manan* Miq.)

Rotan jenis ini hidup secara soliter, merambat pada pohon dengan panjang mencapai 100 m. Termasuk jenis rotan yang berdiameter besar, yaitu mencapai 8 cm (Dransfield, 1994). Daun bersirip, punya sirrus sampai 125 cm dan panjang daun 250 cm. Flagellum dapat mencapai panjang 4 m dan berduri melingkar. Anak daun tak bertangkai, duduk dalam dua baris berselang seling, panjang 20 - 45 cm, lebar 3 - 9 cm, bentuk bagian tengah lebar, ujung dan pangkal lancip. Jenis rotan ini tumbuh memanjang pada pohon. Cirrus melingkar dengan duri 6 - 8 menghadap ke bawah (Dali, 1979).

Menurut Dransfield (1994) di Indonesia jenis ini ditemukan di daerah berbukit pada ketinggian 50 - 1000 m di atas permukaan laut, yang tumbuh pada lereng, lembah dan punggung bukit.



2. Rotan Batang (*Daemonorops robustus* Warb.)

Rotan ini hidup secara berkelompok, bisa mencapai 90 batang dalam satu rumpun, kokoh, berumah dua. Batang panjang 40 m, diameter tanpa pelepas daun 25 - 40 mm yang lebih membesar di pangkal. Panjang ruas mencapai 40 cm. Panjang tangkai daun 80 cm, helai 500 x 100 cm, panjang cirrus 2 m, panjang pelepas 30 - 40 cm. Berwarna hijau tua dengan duri-duri berwarna coklat tua sampai hitam, tetapi ada pula yang berwarna kemerahan. Tumbuh di tempat pada ketinggian 10 - 900 di atas permukaan laut (Dransfield, 1994).

3. Rotan Minong (*Calamus optimus*)

Satu rumpun jenis rotan ini dapat mencapai 60 batang, berumah dua. Diameter batang tanpa pelepas daun mencapai 25 mm. Ruas batang 20 - 60 cm. Panjang mencapai 100 m. Berwarna hijau tua, sesudah dirunti dan kering berwarna kuning telur dan mengkilap. Panjang daun mencapai 2,5 m. Warna pelepas daunnya hijau gelap dengan duri yang terpencar, besar dan dasarnya cembung. Tumbuh pada daerah dengan ketinggian 100 - 300 di atas permukaan laut (Dransfield, 1994).



A. BAHAN DAN ALAT

1. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis rotan Manau (*Calamus manan* Miq.), rotan Batang (*Daemonorops robustus* Warb.) dan rotan Minong (*Calamus optimus*) yang diperoleh dari PT. Sariper-mindo Murni Bekasi, dengan diameter 24 - 26 mm.

Bahan-bahan lain yang digunakan meliputi air destilata dan dimetil sulfoksida atau DMSO (C_2H_6SO).

2. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gergaji, mistar, oven, eksikator, gelas erlenmeyer, alat pelengkung, timbangan, bak perendam, penjepit, pemanas, pengaduk dan peralatan untuk pengujian (Universal Testing Machine dan Gloss Meter).

B. RANCANGAN PERCOBAAN

Faktor perlakuan pada penelitian ini adalah larutan dimetil sulfoksida (A) yang terdiri dari 5 taraf konsentrasi, yaitu 0% (A_1), 5% (A_2), 10% (A_3), 15% (A_4) dan 20% (A_5).



Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Kelompok (jenis rotan, yaitu : rotan Manau, rotan Batang dan rotan Minong) dengan tiga kali ulangan. Menurut Sudjana (1991), model matematika dari rancangan percobaan tersebut adalah:

$$Y_{ijl} = \mu + \beta_i + \tau_j + \epsilon_{ijl}$$

i = 1, 2, 3 (jenis rotan)

j = 1, 2, 3, 4, 5 (konsentrasi larutan)

l = 1, 2, 3, 4 (ulangan)

Keterangan:

Y_{ijl} = variabel respon karena pengaruh bersama taraf ke-i karena pengelompokan dan taraf ke-j faktor A yang terdapat pada ulanga ke-l

μ = pengaruh rata-rata sebenarnya

β_i = pengaruh taraf ke-i karena pengelompokan ($i = 1, 2, 3$)

τ_j = pengaruh taraf ke-j faktor A ($i = 1, 2, 3, 4, 5$)

ϵ_{ijl} = pengaruh unit percobaan ke-l yang diakibatkan oleh kombinasi perlakuan

Hipotesis nol (H_0) yang diuji dalam penelitian ini menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata efek tiap perlakuan. Untuk membuktikan adanya keragaman pada data pengamatan dilakukan analisa keragaman (ANAVA). Hipotesis H_0 ditolak jika F hitung lebih besar dari F tabel pada selang kepercayaan 95% atau 99%.



C. METODE PENELITIAN

1. Persiapan Penelitian

Pengambilan contoh uji dari setiap jenis rotan diusahakan dipilih dari bagian rotan yang berbatang lurus, bebas cacat, warna merata, mutu seragam, kilap dan kecerahannya merata di seluruh batang, memiliki diamater 24 - 26 mm serta merupakan rotan yang sudah dipoles halus. Untuk menghindari keragaman, rotan yang diuji berasal dari satu tempat.

Contoh rotan yang akan diteliti dipotong sepanjang 140 cm sebanyak 30 buah untuk masing-masing jenis rotan. Sebelum mengalami perendaman dan pengeringan udara, potongan rotan tersebut kemudian dibagi lagi menjadi beberapa bagian sebagai berikut:

- a. Pengujian pelengkungan dan kerusakan = 70 cm
- b. Pengujian lentur statis = 30 cm
- c. Pengujian lentur dinamis = 30 cm
- d. Pengujian kerapatan = 2 cm
- e. Pengujian kilap = 5 cm
- f. Pengujian susut volume = 3 cm

2. Penelitian Pengenalan Bahan

Pengenalan bahan meliputi pengujian densitas dan kerapatan ikatan pembuluh masing-masing



jenis rotan. Pengujian dilakukan terhadap rotan sebelum diberi perlakuan.

a. Densitas (Puslitbang Hasil Hutan, 1974)

Pengukuran densitas mengacu kepada Pedoman Pengujian Sifat Fisis Mekanis Kayu di Puslitbang Hasil Hutan (1974), dengan modifikasi sesuai dengan bahan rotan yang digunakan.

Contoh uji berukuran panjang 2 cm sedangkan lebar dan tinggi disesuaikan dengan diameter rotan, ditimbang sehingga diperoleh berat kering udara. Kemudian contoh uji diukur volumenya dengan menggunakan metode celup. Densitas rotan dapat dihitung dengan rumus :

$$\rho = \frac{\text{BKU}}{\text{VKU}}$$

dimana : ρ = Densitas (g/cm^3)

BKU = Berat kering udara (g)

VKU = Volume kering udara (cm^3).

b. Kerapatan Ikatan Pembuluh

Pengukuran kerapatan ikatan pembuluh dilakukan pada penampang melintang contoh uji berukuran panjang 2 cm dengan menggunakan mikroskop. Penghitungan dilakukan dengan sampling 4 mm^2 masing-



masing pada bagian tepi dan tengah. Hasilnya di-rata-ratakan persatuan luas dengan rumus sebagai berikut :

$$Kip = \frac{Te + Ti}{8}$$

dimana :

Te = jumlah ikatan pembuluh pada bagian tengah

Ti = jumlah ikatan pembuluh pada bagian tepi

3. Penelitian Utama

a. Perendaman dan Pengeringan

Contoh uji direndam dalam wadah yang berisi larutan selama 8 jam pada suhu 82°C. Sebelum diuji sifat fisik mekanik, contoh uji yang sudah dilengkungkan terlebih dahulu dikeringkan di udara terbuka selama dua hari atau sampai mencapai kadar air kesetimbangan.

b. Pelengkungan

Untuk mengetahui adanya pengaruh dari perlakuan yang telah diberikan terhadap daya lengkung rotan, maka dilakukan pengujian terhadap contoh uji. Pelengkungan dilakukan terhadap rotan yang baru saja direndam atau belum dikeringkan, dengan



melengkungkan batang rotan hingga mencapai radius 12,5 cm.

Proses pelengkungan dilakukan dengan menggunakan alat bantu mal yang terbuat dari papan kayu yang dicetak sesuai dengan diameter tersebut di atas.

4. Pengujian

Uji pelengkungan dilakukan setelah contoh uji direndam. Hasil pengujian pelengkungan dinilai secara kualitatif. Pengujian sifat fisik dan mekanik dilakukan terhadap rotan yang sudah direndam dan dikeringkan dengan parameter : lentur statis, lentur dinamis, susut volume dan kilap.

a. Lentur Statis (Puslitbang Hasil Hutan, 1974)

Pengukuran keteguhan lentur mengacu kepada Pedoman Pengujian Sifat Fisis Mekanis Kayu Puslitbang Hasil Hutan (1974), dengan modifikasi sesuai dengan bahan rotan yang digunakan.

Contoh uji panjang 30 cm diberi beban pada bagian tengah batang rotan yang disangga pada kedua ujungnya. Pengujian dilakukan dengan mesin pengukur keteguhan lentur (Universal Testing Machine) dengan parameter Modulus Elastisitas (MOE) yang dapat dihitung menurut rumus :



$$MOE = \frac{4 \Delta P L^3}{3 \pi \Delta Y D^4}$$

di mana :

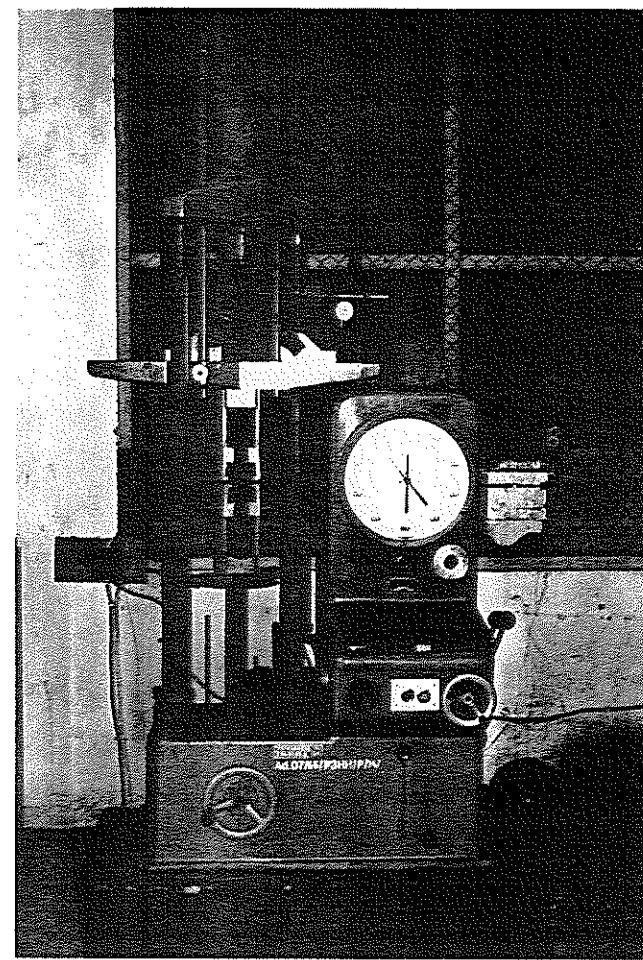
MOE = Modulus elastisitas (kg/cm^2)

ΔP = Rata-rata selisih beban (kg)

L = Jarak sangga (cm)

D = Diameter rata-rata (cm)

ΔY = Rata-rata selisih defleksi (cm)



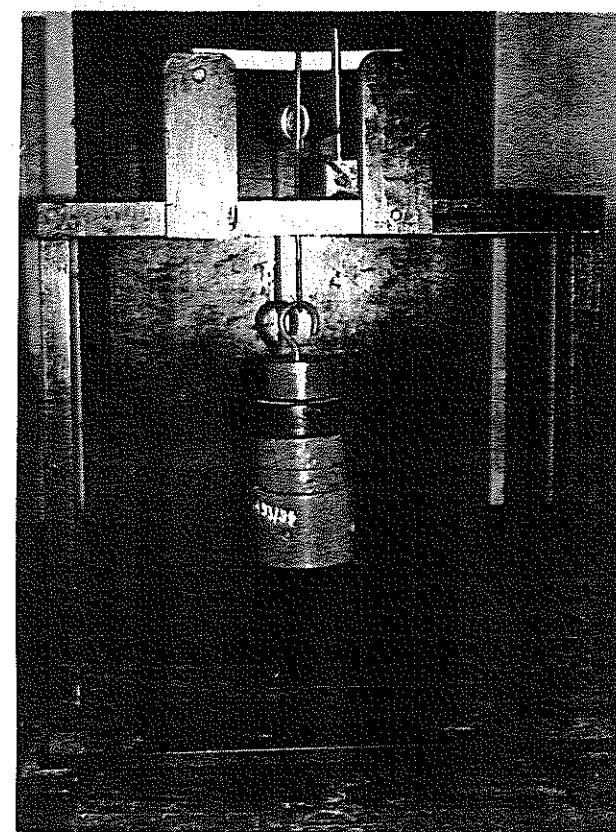
Gambar 7. Alat uji lentur statis



b. Lentur Dinamis (Bodig dan Jayne, 1982)

Prosedur pengujian dirancang berdasarkan teori reologi kayu (Bodig dan Jayne, 1982), sedangkan alat pengujian dibuat oleh Puslitbang Hasil Hutan Bogor.

Contoh uji rotan panjang 30 cm disangga pada kedua ujungnya. Pada bagian tengah diberi beban sebesar 80 persen dari beban pada batas proporsi selama 1 jam. Setelah beban dilepaskan, selama 1 jam berikutnya dilakukan pengamatan.



Gambar 8. Alat uji lentur dinamis



Beban pada batas proporsi dihitung berdasarkan tegangan pada batas proporsi rata-rata tiap jenis rotan yang diperoleh pada saat pengujian Modulus Elastisitas. Beban pada pengujian mulur dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{\sigma_e \pi D^3}{8 L} \times 80\%$$

dimana :

σ_e = Tegangan pada batas proporsi (kg/cm^2)

D = Diameter rata-rata (cm)

L = Jarak sangga (cm)

Pada pengujian lentur dinamis akan diperoleh parameter :

- Mulur, yang diperoleh dari besarnya defleksi pada pembebanan awal (Y_{t_0}) sampai dengan defleksi setelah pembebanan selama 1 jam (Y_{t_1}), dengan rumus :

$$\text{Mulur} = Y_{t_1} - Y_{t_0}$$

- Rasio E/P, yang diperoleh dari perbandingan nilai elastisitas, yaitu nilai defleksi setelah 1 jam beban dilepaskan (Y_{t_2}) dengan rumus :



$$E/P \text{ rasio} = \frac{\text{Elastisitas } (Yt_0)}{\text{Plastisitas } (Yt_2)}$$

c. Susut Volume

Pengujian ini digunakan untuk menyatakan derajat kemantapan dimensi (Haygreen dan Bowyer, 1989). Contoh uji dipotong sepanjang 3 cm lalu dicelupkan ke dalam air. Setelah volume awal (V_1) dihitung, contoh dikeringkan dengan udara kemudian diberi perlakuan utama yaitu perendaman dengan larutan dimetil sulfoksida dan dikeringkan dengan udara. Penghitungan volume akhir (V_2) dilakukan setelah contoh uji kering udara, dengan metode yang sama dengan volume awal. Selanjutnya dihitung susut volume dengan rumus :

$$\text{Susut volume} = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100\%$$

dimana :

V_1 = volume sampel sebelum perlakuan (mm^3)

V_2 = volume sampel setelah perlakuan (mm^3)

d. Kilap

Kilap permukaan batang rotan diukur dengan alat *Gloss Meter*. Contoh rotan yang akan diuji



disayat, kemudian dipotong-potong dan disusun berbentuk lembaran dengan ukuran 2,5 x 7,5 cm. Sebelum digunakan, alat tersebut dikalibrasi dengan menggunakan *Dark Box* supaya nilainya nol. Selanjutnya digunakan alat *Standar Glass Plate* untuk mendapatkan nilai kilap 31,9 persen pada sudut 45°.

Pada waktu contoh uji diletakkan di atas alat ukur, nilai kilap akan terbaca pada layar digital. Prosedur pengukuran ini mengikuti metode Japan Industrial Standard (JIS Z 8741).

D. WAKTU DAN TEMPAT

Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan Oktober sampai awal bulan Desember 1995 pada Laboratorium Kayu Rotan di Lembaga Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor, dan Pusat Pelatihan Eksport Indonesia.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

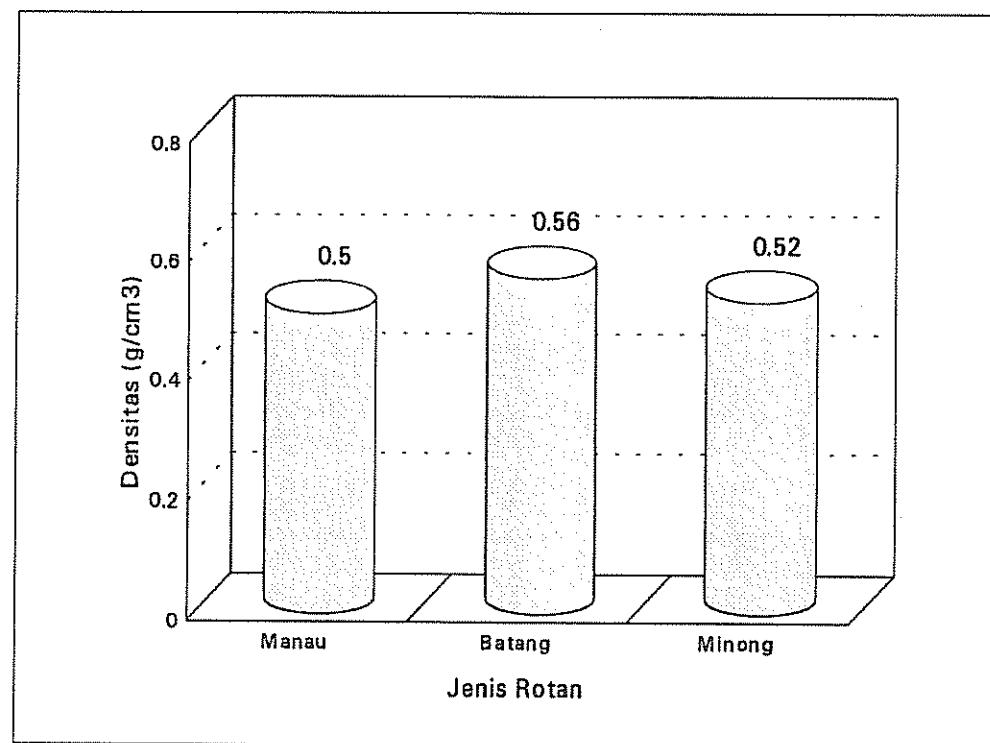
A. PENELITIAN PENGENALAN BAHAN

Pada penelitian pengenalan bahan ini dilakukan pengukuran densitas (kerapatan jenis) dan kerapatan ikatan pembuluh terhadap masing-masing jenis rotan yang akan diteliti. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi sifat-sifat fisis penting rotan yang perlu diperhatikan dalam penggunaan produk rotan, yaitu densitas dan kerapatan ikatan pembuluh yang umumnya berhubungan dengan sifat mekanis rotan. Kekuatan maupun kekakuan rotan akan naik sebanding dengan semakin tingginya kerapatan.

Menurut Forest Product Laboratory (1974), berat jenis (specific gravity) adalah rasio antara kerapatan kayu dengan kerapatan benda standar (air murni pada suhu 4°C), sementara kerapatan jenis (density) adalah perbandingan antara berat kayu dengan volume kayu tersebut dengan satuan g/cm^3 , kg/cm^3 atau lbs/ft^3 .

Data hasil penelitian selengkapnya mengenai penentuan densitas dan kerapatan ikatan pembuluh dapat dilihat pada Lampiran 2 dan 3. Besarnya nilai rata-rata kedua parameter tersebut untuk ketiga jenis rotan dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10.



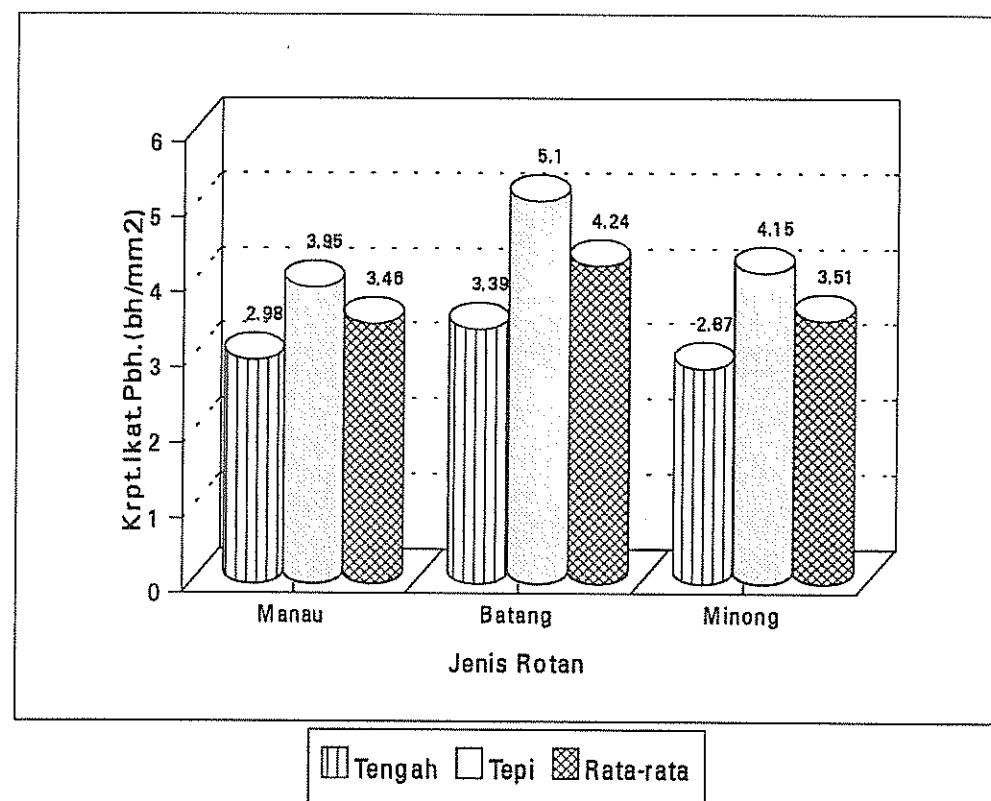


Gambar 9. Densitas rata-rata tiga jenis rotan

Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa nilai densitas ketiga rotan berkisar antara 0.50 dan 0.56 g/cm³. Perbedaan densitas rotan Manau, rotan Batang dan rotan Minong disebabkan oleh struktur anatomi dari ketiga jenis rotan yang diteliti berbeda. Rotan Batang memiliki densitas yang paling tinggi, artinya rotan tersebut memiliki lebih banyak kandungan zat kayu pada dinding selnya yang berarti semakin tebal dinding tersebut dan pori atau rongga selnya lebih kecil.



Sebaliknya rotan Manau memiliki densitas yang paling rendah karena mempunyai dinding sel tipis dan pori-pori yang besar.



Gambar 10. Kerapatan ikatan pembuluh rata-rata tiga jenis rotan

Banyaknya kerapatan ikatan pembuluh rata-rata ketiga jenis rotan berkisar antara 3,46 dan 4,24 buah/ mm^2 . Rotan Batang memiliki kerapatan ikatan pembuluh yang paling tinggi dan sebaliknya rotan Manau memiliki kerapatan ikatan pembuluh yang paling rendah.



Berdasarkan uji beda antara ketiga jenis rotan, diperoleh hasil bahwa kerapatan ikatan pembuluh rotan Manau dan rotan Minong tidak berbeda pada tingkat $\alpha=0,05$, yang berarti kedua jenis rotan tersebut memiliki kerapatan ikatan pembuluh yang hampir sama. Sementara itu, hasil uji beda kerapatan ikatan pembuluh antara rotan Manau dengan rotan Batang menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata, demikian juga antara rotan Minong dan rotan Batang.

Pada Gambar 10 terlihat bahwa jumlah kerapatan ikatan pembuluh masing-masing rotan tidak sama antara bagian tepi dan tengah. Untuk sebatang rotan, bagian tepi memiliki kerapatan ikatan pembuluh paling besar dan semakin ke tengah kerapatan semakin rendah. Hal ini menunjukkan perbedaan kekuatan setiap bagian rotan. Bagian tepi lebih kuat terhadap perlakuan mekanis (tarik dan tekan) daripada bagian tengah. Sifat ini menguntungkan karena pada pengolahan rotan menjadi produk siap pakai (rotan jadi) perlakuan mekanis tarik dan atau tekan akan dominan dikenakan terhadap rotan tersebut, dan bagian yang paling mendapat pengaruh adalah bagian tepi rotan.



B. PENELITIAN UTAMA

1. Kemudahan Pelengkungan dan Kerusakan Fisik

Faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan pada rotan dapat digolongkan ke dalam faktor perusak non biologis dan faktor perusak biologis. Salah satu faktor perusak non biologis adalah kesalahan dalam proses pengolahan (Suprapti, 1988). Kerusakan mekanis dapat terjadi pada saat rotan dilengkungkan, yaitu pada bagian yang mengalami pelengkungan terjadi pecah permukaan dan menyebabkan putusnya serat-serat rotan pada bagian tersebut.

Faktor tenaga kerja merupakan sumber utama penyebab kerusakan. Tindakan pekerja yang sering menimbulkan kerusakan adalah sistem coba-coba untuk mengetahui masak belumnya rotan yang dikukus. Jika rotan belum masak benar, akan mudah patah pada saat dibengkokkan karena tingkat elastisitasnya masih rendah.

Pembengkokkan batang rotan pada penelitian ini dilakukan menggunakan tangan dengan bantuan mal, pada sepotong rotan yang panjangnya kira-kira 90 cm. Rotan dibengkokkan sampai mencapai radius 12,5 cm. Penilaian kemudahan pelengkungan rotan tidak ditentukan secara kuantitatif, tetapi hanya didasar-



kan pada perasaan orang yang membengkokkan batang rotan tersebut.

Larutan dimetil sulfoksida diharapkan mampu berikatan dengan hidrogen pada fraksi selulosa di dinding sel, berpenetrasi dan mengembang sampai fraksi mikrofibril. Selain itu juga berpenetrasi dengan baik ke dalam serat rotan pada tingkat molekuler, dan menyebabkan rotan menjadi lunak dan plastis. Suhu yang digunakan dalam penelitian ini (82°C) masih berada di bawah kisaran 120°C . Suhu 120°C merupakan batas agar tidak terjadi degradasi pada bahan (Achmadi, 1990).

Penilaian terhadap kemudahan pelengkungan berdasarkan tingkat kesulitan pelengkungan yang dimiliki oleh rotan. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2. Disamping itu dilakukan pula pengamatan secara visual terhadap kerusakan fisik rotan yang dibengkokkan, setelah proses pengeringan. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa dari ketiga jenis rotan yang dibengkokkan maka rotan Manau mempunyai tingkat kesulitan yang paling rendah, diikuti oleh rotan Minong dan yang paling sulit untuk dibengkokkan adalah rotan Batang. Hal ini berhubungan dengan hasil analisis sifat fisik rotan



yaitu densitas dan kerapatan ikatan pembuluh pada penelitian pengenalan bahan terdahulu.

Tabel 2. Kemudahan pelengkungan tiga jenis rotan pada proses pembengkokkan

Konsentra-si DMSO (%)	Ulang-an	Jenis rotan		
		Manau	Batang	Minong
0	1	+	-	-
	2	+	-	-
5	1	++	-	+
	2	++	-	+
10	1	++	-	++
	2	++	-	++
15	1	++	+	++
	2	++	+	++
20	1	++	+	++
	2	++	+	++

Keterangan:

- = sukar
- + = sedang
- ++ = mudah

Rotan dengan densitas rendah memiliki struktur kayu yang lebih permeabel dibandingkan rotan dengan densitas tinggi. Hal ini karena rongga antar dinding sel lebih longgar, sehingga rotan dengan densitas rendah lebih mudah dimasuki larutan dan menghasilkan efek yang relatif lebih besar pada konsentrasi larutan yang sama. Selain itu, perbedaan jenis (spesies) kemungkinan mengakibatkan adanya selang sifat elastis plastis yang berbeda-



beda. Rotan mengandung persentase selulosa, lignin dan hemiselulosa yang berbeda-beda. Ketiga jenis polimer tersebut sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekanis rotan.

Tabel 3. Kerusakan fisik rotan pada proses pembengkokkan

Konsen- tra- si DMSO (%)	Ulang- an	Jenis rotan		
		Manau	Batang	Minong
0	1	-	+	+
	2	-	+	+
5	1	-	-	-
	2	-	-	-
10	1	-	-	-
	2	-	-	-
15	1	-	-	-
	2	-	-	-
20	1	-	-	-
	2	-	-	-

Keterangan:

- = tidak ada cacat
+ = ada cacat

Densitas rotan Batang yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kedua jenis rotan lainnya menyebabkan larutan dimetil sulfoksida susah berdifusi, sehingga modifikasi rotan menjadi lambat. Rotan Minong memiliki densitas dan kerapatan ikatan pembuluh yang juga lebih tinggi dibandingkan dengan rotan Manau, sehingga proses difusi yang berlangsung



juga lebih lambat dan menyebabkan lebih sukar untuk dibengkokkan.

Dari Tabel 2 juga dapat dikatakan bahwa dengan semakin meningkatnya konsentrasi larutan yang digunakan yaitu 0, 5, 10, 15 dan 20 persen terlihat bahwa kemudahan pelengkungan juga akan semakin meningkat. Untuk jenis rotan Batang, kemudahan pelengkungan mulai terasa pada rotan yang direndam dengan larutan dimetil sulfoksida konsentrasi 15 persen. Akan tetapi belum dapat dikatakan semudah pelengkungan rotan Manau dan rotan Minong yang direndam pada larutan dengan konsentrasi yang sama.

Pelengkungan rotan Minong yang direndam dengan larutan 0 persen mempunyai tingkat kesulitan yang lebih tinggi dibandingkan dengan rotan Manau pada konsentrasi yang sama. Kemudahan pelengkungan mulai terjadi untuk rotan Minong yang direndam pada konsentrasi 5 persen dan semakin mudah pada konsentrasi 10, 15 dan 20 persen.

Pada bagian rotan yang mengalami pembengkokkan, separuh bagian dasar tegang dalam tekanan (compression) dan separuh bagian puncak tegang dalam tarikan (tension). Tegangan maksimum terjadi pada permukaan puncak dan dasar batang rotan. Berdasarkan Tabel 3, kerusakan terjadi pada jenis rotan Minong dan rotan Batang yang direndam pada konsentrasi larutan 0



persen. Kerusakan yang terjadi berupa pecah permukaan dan putusnya serat-serat rotan ditengah contoh uji atau pada bagian yang lengkung. Sedangkan untuk jenis rotan Manau tidak terjadi kerusakan. Kerusakan dapat disebabkan karena kemampuan rotan menerima beban atau tegangan telah mencapai nilai maksimum.

Tekanan yang dialami rotan karena proses pembengkokkan akan cenderung mengembalikan rotan tersebut ke posisi atau bentuk semula, jika tidak ditahan. Hal ini disebabkan juga karena proses absorpsi larutan dimetil sulfoksida lebih bersifat fisik daripada kimia, sehingga rotan dapat kembali ke bentuk awal apabila larutan mengalami evaporasi. Karena itu, untuk menset bentuk sesuai dengan radius yang diinginkan, rotan yang sudah dibengkokkan diikat kedua ujungnya sebelum dikeringkan.

2. Modulus Elastisitas

Keteguhan lentur statis adalah ukuran kemampuan kayu untuk menahan beban yang bekerja tegak lurus sumbu memanjang serat kayu yang disangga pada kedua ujungnya.

Kekakuan kayu merupakan ukuran kemampuan kayu untuk menahan perubahan bentuk atau lenturan yang terjadi (Mardikanto, 1979). Sifat ini biasanya dinyatakan dalam bentuk besaran *Modulus of Elasticity*.

(MOE), dan merupakan nilai yang menyatakan kekakuan, bukan nilai yang menyatakan kekuatan.

Modulus elastisitas merupakan nilai perbandingan antara tegangan dan regangan sepanjang garis elastis. Tegangan adalah gaya yang tersebar per satuan luas, sedangkan regangan adalah perubahan ukuran panjang per satuan panjang akibat adanya tegangan. Pada pengujian modulus elastisitas rotan, besarnya tegangan merupakan beban yang mengenai rotan, sedangkan besarnya regangan merupakan defleksi (bengkok) akibat beban tersebut. Nilai MOE yang tinggi menunjukkan bahwa beban yang diperlukan untuk memperoleh defleksi tertentu lebih besar daripada nilai MOE yang rendah.

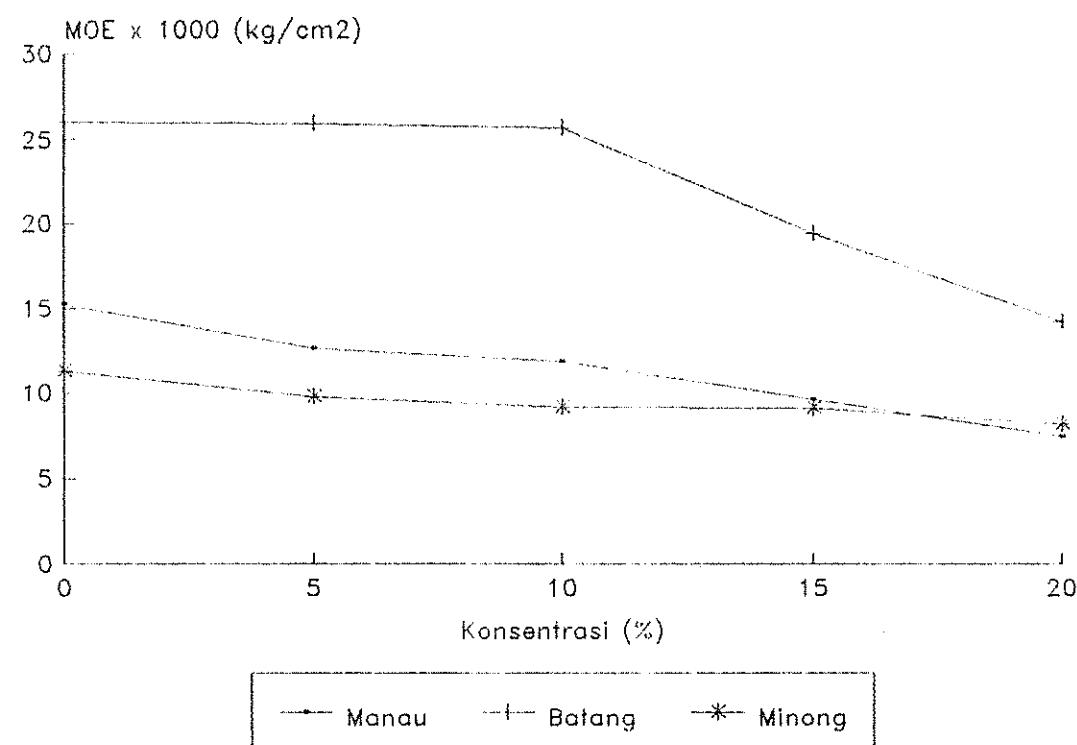
Rotan yang baik adalah rotan yang mempunyai nilai MOE tidak terlalu tinggi dan juga tidak terlalu rendah. Nilai rata-rata MOE yang dihasilkan setelah perendaman dalam larutan dimetil sulfoksida berkisar antara 7474,32 dan 26051,46 kg/cm².

Data hasil pengujian MOE rotan Manau, rotan Batang dan rotan Minong yang telah diteliti disajikan dalam Lampiran 2.

Berdasarkan grafik pada Gambar 11 terlihat bahwa nilai MOE tertinggi dan terendah jenis rotan Manau diperoleh pada perendaman dengan konsentrasi larutan 0 persen dan konsentrasi 20 persen.



Demikian juga pada rotan Batang dan rotan Minong. Secara relatif terjadi penurunan kekakuan rotan pada setiap kenaikan konsentrasi larutan. Hal ini dapat disebabkan karena perlakuan perendaman dalam larutan dimetil sulfoksida pada konsentrasi yang semakin tinggi menyebabkan amorf selulosa yang terdapat di dalam rotan lebih banyak mengalami peregangan sehingga mengurangi kemampuan salah satu komponen kimia yang menyusun kekuatan mekanis rotan.



Gambar 11. Pengaruh konsentrasi larutan DMSO terhadap MOE rotan



Rata-rata MOE tertinggi dihasilkan oleh rotan Batang, sedangkan rotan Minong mempunyai nilai MOE sedikit lebih rendah daripada rotan Manau. Hal ini berarti bahwa rotan Batang lebih kaku dan teguh dari pada rotan Manau dan rotan Manau lebih kaku daripada rotan Minong. Perbedaan jenis rotan memberikan pengaruh terhadap nilai keteguhan lentur statis yang berbeda pula. Hal ini karena masing-masing jenis rotan mempunyai struktur anatomi yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil pada penelitian pendahuluan, kerapatan ikatan pembuluh ketiga jenis rotan berbeda. Kerapatan ikatan pembuluh rotan Batang lebih tinggi daripada kedua jenis rotan lainnya.

Grafik MOE rotan Batang menunjukkan penurunan yang cukup besar setelah konsentrasi 15 persen, demikian juga pada taraf konsentrasi 20 persen. Hal ini diduga karena pada taraf tersebut ikatan antar seratnya mulai melemah. Hasil ini sebanding dengan parameter kemudahan pelengkungan yang sudah dibahas sebelumnya, dimana perubahan kemudahan pelengkungan rotan Batang mulai terasa pada konsentrasi 15 persen. Nilai MOE rotan Batang pada tingkat konsentrasi 20 persen sedikit lebih rendah dibandingkan dengan nilai MOE rotan Manau pada konsentrasi 0 persen. Demikian pula dengan kemudahan pelengkungan



rotan Batang pada taraf 0 persen dengan rotan Manau pada taraf 20 persen.

Hasil analisa sidik ragam dari ketiga jenis rotan pada Lampiran 4 menunjukkan bahwa faktor konsentrasi larutan dimetil sulfoksida memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap nilai kekakuan, yaitu MOE. Hasil uji lanjut pada tingkat $\alpha = 0,05$ menunjukkan bahwa konsentrasi larutan 0, 5 dan 10 persen tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata, artinya sampai pada taraf konsentrasi 10 persen larutan dimetil sulfoksida tidak memberikan pengaruh terhadap MOE rotan. Sedangkan ketiga taraf konsentrasi tersebut menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 15 persen dan 20 persen.

3. Mulur

Lentur dinamis merupakan perilaku tegangan regangan bahan yang dipengaruhi oleh waktu. Berdasarkan pengujian lentur dinamis akan diperoleh dua parameter, yaitu mulur dan rasio elastisitas-plastisitas (ratio E/P). Pada saat pembebangan awal diperoleh nilai elastisitas rotan, sementara untuk pembebangan selanjutnya akan diperoleh deformasi mulur dan pelepasan beban akan diikuti oleh bagian pengembalian deformasi mulur. Sampai waktu tertentu



pengembalian deformasi mulur tidak akan sempurna seperti pada keadaan awal, sehingga tersisa deformasi plastis rotan.

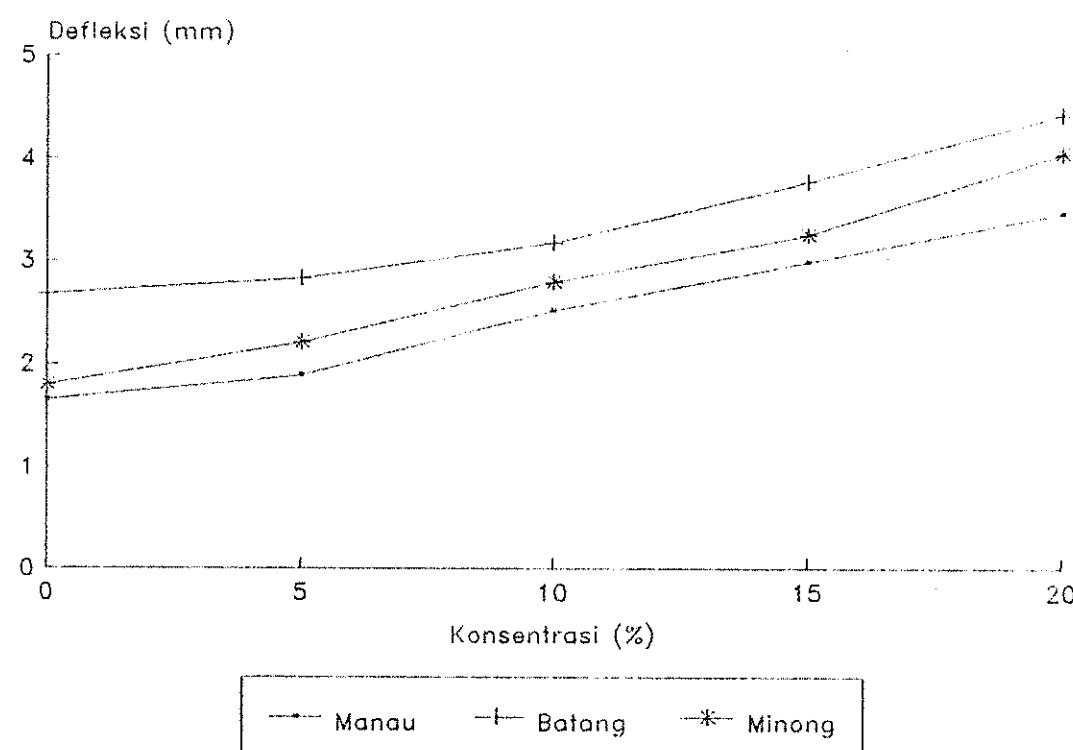
Mulur merupakan nilai deformasi rotan dengan berjalannya waktu sampai batas tertentu. Rotan berkualitas baik apabila nilai deformasi mulurnya kecil, karena hal ini berarti rotan lebih mampu bertahan pada posisi elastisitasnya, demikian sebaliknya apabila nilai deformasi mulurnya besar.

Besarnya mulur hasil pengujian setelah pembebanan selama satu jam berkisar antara 1,65 - 4,43 mm. Rata-rata mulur tertinggi dihasilkan oleh rotan Batang, sedangkan rotan Manau mempunyai mulur terendah. Ini menunjukkan bahwa rotan Manau lebih dapat bertahan pada keadaan elastisitasnya dibanding rotan Batang. Sementara itu rotan Minong mempunyai nilai deformasi mulur lebih tinggi dibandingkan rotan Manau tetapi lebih rendah dibandingkan rotan Batang. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2 dan pengaruh konsentrasi pada deformasi mulur disajikan dalam Gambar 12.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan konsentrasi larutan dimetil sulfoksida berpengaruh sangat nyata terhadap mulur tiga jenis rotan. Hasil uji lanjutan pengaruh konsentrasi dimetil sulfoksida terhadap deformasi mulur pada $\alpha = 0,05$ menunjukkan



beda nyata antara tiap taraf. Hal ini berarti bahwa kenaikan konsentrasi larutan setiap 5 persen akan mempengaruhi peningkatan mulur.



Gambar 12. Pengaruh konsentrasi larutan DMSO terhadap mulur rotan

Kecenderungan data pada Gambar 12 memperlihatkan bahwa nilai mulur meningkat dengan semakin tingginya konsentrasi larutan dimetil sulfoksida yang digunakan. Semakin tinggi nilai mulur yang diperoleh, artinya kualitas rotan tersebut semakin rendah. Hal ini tidak diinginkan dalam penggunaan



produk rotan untuk jangka waktu yang lama karena sejumlah kehilangan kekuatan akan terjadi apabila penyimpanan lama disertai oleh pembebahan yang terus menerus.

Dari grafik mulur rotan Manau dan rotan Minong, dapat diketahui bahwa sampai konsentrasi 5 persen deformasi mulur mengalami kenaikan yang relatif lebih sedikit. Selanjutnya kenaikan semakin besar untuk konsentrasi yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa perendaman kedua rotan tersebut pada konsentrasi 10 persen sudah dapat menyebabkan penurunan sifat mekanik yang cukup besar.

4. Rasio Elastisitas-Plastisitas (E/P)

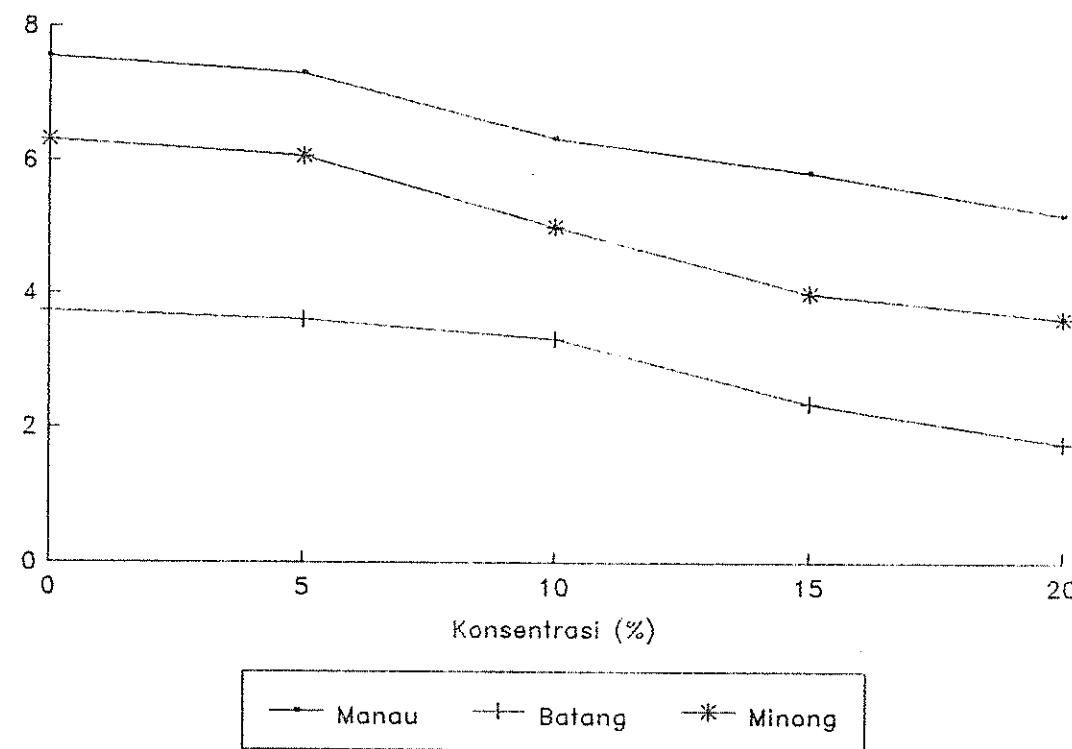
Nilai rasio E/P adalah perbandingan relatif nilai deformasi pada saat pembebahan awal dengan besarnya deformasi akhir yaitu deformasi setelah pembebahan satu jam dan kemudian beban dilepaskan lagi selama satu jam. Rotan yang baik adalah rotan yang memiliki nilai rasio E/P tinggi, yang berarti nilai elastisitasnya tinggi dan nilai plastisitasnya rendah. Demikian sebaliknya apabila nilai rasio E/P rendah.

Beban yang dikenakan pada rotan selama uji lentur dinamis ini adalah sebesar 80 persen dari beban pada batas proporsi. Hal ini dimaksudkan agar

tidak terjadi pembebanan yang melampaui batas elastis, sehingga pada waktu beban dilepas rotan tersebut diharapkan kembali ke bentuk semula (deformasi nol) atau mendekati bentuk semula. Sementara itu beban pada batas proporsi masing-masing batang rotan dihitung berdasarkan tegangan maksimum rata-rata per jenis rotan dan disesuaikan dengan diameter batang rotan yang bervariasi.

Rotan dengan rasio E/P tinggi menunjukkan bahwa rotan tersebut hanya sedikit mengalami perubahan bentuk atau deformasi setelah pembebaan terus menerus pada selang waktu tertentu. Rasio E/P tertinggi diperoleh dari rotan Manau dan yang terendah adalah rotan Batang. Kecenderungan sebaran data dapat dilihat pada Gambar 13.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa rasio E/P dipengaruhi secara sangat nyata oleh penambahan tingkat konsentrasi larutan. Berdasarkan hasil uji lanjut jarak berganda Duncan pada tingkat $\alpha = 0,05$ diketahui bahwa respon konsentrasi berbeda nyata antara tiap taraf, artinya masing-masing taraf konsentrasi larutan dimetil sulfoksida yaitu 0, 5, 10, 15 dan 20 persen memberikan pengaruh yang nyata terhadap rasio E/P rotan.



Gambar 13. Pengaruh konsentrasi larutan DMSO terhadap rasio E/P rotan

Nilai rata-rata ketiga jenis rotan berkisar antara 2,13 - 7,55. Berdasarkan Gambar 13, semakin tinggi konsentrasi larutan dimetil sulfoksida yang digunakan maka rasio E/P rotan semakin rendah. Hal ini berarti perubahan bentuk akhir yang terjadi semakin besar, dengan kata lain kekuatan mekanik rotan berkurang.

Namun jika ditunjau dari proses pembengkokan rotan, nilai rasio E/P yang semakin rendah akan bersifat menguntungkan karena berarti rotan yang



sudah dibengkokkan atau dibentuk sesuai dengan yang diinginkan tidak mudah untuk kembali ke bentuk semula.

5. Susut Volume

Rotan adalah bahan yang bersifat higroskopis sehingga akan menyerap dan mengeluarkan air sebagai akibat perubahan kadar air. Hal ini yang menyebabkan rotan mengalami kembang susut. Sebab yang mendasar dari penyusutan dan pengembangan rotan adalah sifat higroskopis selulosa sebagai komponen utama rotan. Pengembangan rotan disebabkan volume rotan yang bertambah bersamaan dengan air yang diabsorpsi sehingga merengangkan struktur selulosa rotan. Sebaliknya, penyusutan rotan disebabkan oleh hilangnya volume ini ketika air ditiadakan dan struktur selulosa yang tidak teratur menyusut.

Pada umumnya pengembangan dan penyusutan ini tidak seragam. Besarnya penyusutan pada umumnya proporsional dengan jumlah air yang keluar dari dinding sel. Menurut Nicholas (1987), pengaruh makroskopis perubahan volume pada tingkat molekuler adalah hasil pengembangan dari komponen serat yang bermacam ragam orientasi, kerapatan dan perbedaan anatomi yang ditemukan di dalam dan antar species.

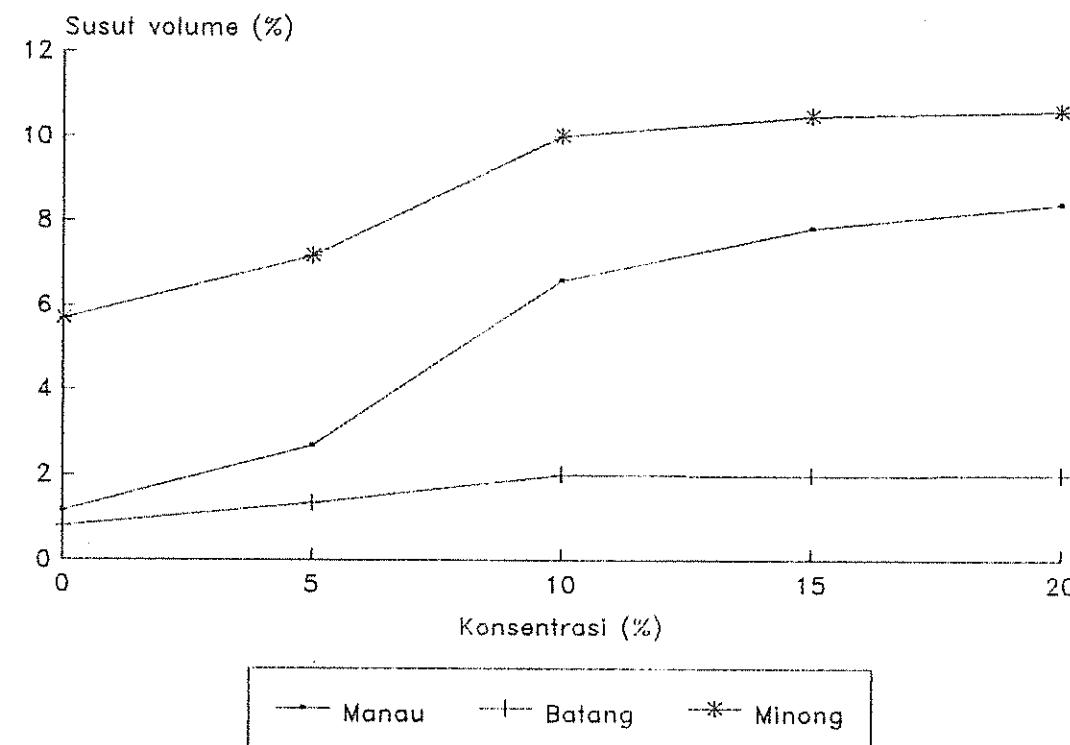


Rotan yang baik adalah rotan dengan persen susut volume yang sekecil mungkin. Besarnya susut volume yang diperoleh berkisar antara 0,80 - 10,61 persen. Nilai rata-rata susut volume tertinggi terjadi pada rotan Minong, kemudian rotan Manau dan rotan Batang mengalami susut volume terendah.

Terdapat korelasi yang negatif antara densitas dengan besarnya retensi, semakin besar densitas rotan maka retensi semakin rendah. Hal ini disebabkan karena pada jenis rotan dengan densitas tinggi struktur anatomis kayu semakin sukar untuk dimasuki larutan, berbeda dengan jenis rotan dengan densitas lebih rendah yang mempunyai struktur anatomis yang lebih permeabel.

Hasil analisis sidik ragam yang dapat dilihat pada Lampiran 5 diketahui bahwa susut volume dipengaruhi secara nyata oleh konsentrasi larutan dimetil sulfoksida pada proses perendaman.

Uji jarak berganda Duncan menunjukkan bahwa taraf konsentrasi larutan 10, 15 dan 20 persen tidak berbeda nyata. Sementara itu, ketiga taraf konsentrasi tersebut berbeda nyata dibandingkan dengan konsentrasi 0 persen dan 5 persen. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa mulai dari konsentrasi 10 persen larutan dimetil sulfoksida tidak lagi mempengaruhi susut volume rotan.



Gambar 14. Pengaruh konsentrasi larutan DMSO terhadap susut volume rotan

Pada Gambar 14 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan dimetil sulfoksida yang digunakan akan menyebabkan susut volume semakin besar. Hal tersebut disebabkan karena partikel-partikel dimetil sulfoksida yang menyebabkan pemekaran selulosa dan mengisi rongga antar serat pada konsentrasi 5 persen lebih rendah, sehingga ikatan antar seratnya lebih baik. Sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi jumlah partikel-



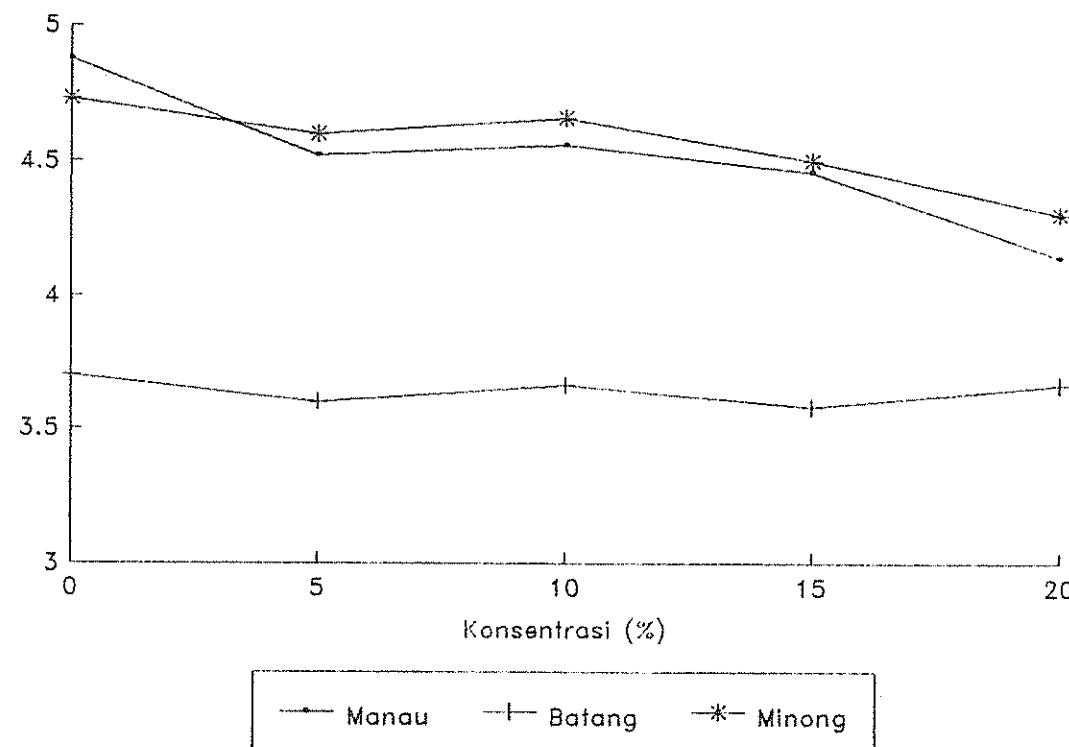
partikel dimetil sulfoksida lebih banyak dan lebih efektif menyebabkan pemekaran selulosa.

Grafik susut volume rotan Batang memperlihatkan bahwa dibandingkan kedua jenis rotan lainnya rotan tersebut lebih stabil dan mengalami penyusutan volume lebih rendah. Kondisi ini dapat disebabkan karena rotan Batang mempunyai kerapatan ikatan pembuluh yang lebih tinggi.

6. Kilap

Pengujian terhadap nilai kilap dimaksudkan untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada rotan karena perendaman dengan larutan dimetil sulfoksida. Dengan demikian dapat dilakukan antisipasi lebih lanjut terhadap bahan rotan tersebut yang selanjutnya akan diolah menjadi barang jadi.

Nilai kilap yang diperoleh berkisar antara 3,66 - 4,88. Secara statistik nilai-nilai ini tidak berbeda karena dari hasil analisis sidik ragam pada Lampiran 8 didapatkan bahwa konsentrasi larutan dimetil sulfoksida tidak berpengaruh terhadap nilai kilap rotan. Hal ini berarti bahwa larutan dimetil sulfoksida tidak mempengaruhi komponen-komponen di dalam sel rotan yang menyebabkan nilai kilap rotan berubah.

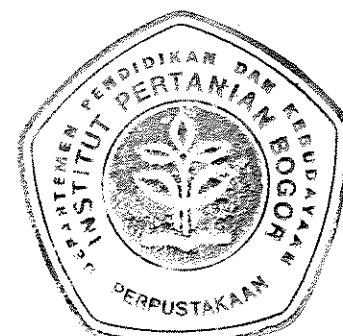


Gambar 15. Pengaruh konsnetrasi larutan DMSO terhadap nilai kilap rotan

Gambar 15 memperlihatkan bahwa nilai kilap rotan Manau relatif sama dengan nilai kilap rotan Minong. Sementara itu rotan Batang mempunyai nilai kilap yang lebih rendah. Dibandingkan dengan kontrol, yaitu rotan yang tidak diberi perlakuan perendaman, yaitu 5,1 untuk rotan Manau, 4,0 untuk rotan Batang dan 5,4 untuk rotan Minong, nilai kilap rotan setelah direndam relatif lebih rendah. Hal ini dapat disebabkan karena perendaman yang dilakukan



kukan pada suhu 82°C mengakibatkan zat ekstrakstif yang terdapat pada sel-sel rotan larut, sehingga menghilangkan kesan mengkilat.





V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Hasil perhitungan densitas dan kerapatan ikatan pembuluh terhadap tiga jenis rotan yaitu rotan Manau, rotan Batang dan rotan Minong menunjukkan bahwa rotan Batang memiliki densitas dan kerapatan ikatan pembuluh tertinggi, berikutnya adalah rotan Minong dan yang terendah adalah rotan Manau.

Perendaman dalam larutan dimetil sulfoksida (DMSO) pada suhu 82°C selama 8 jam dapat meningkatkan kemudahan pelengkungan rotan. Pada taraf konsentrasi yang sama, rotan Batang paling sukar dibengkokkan, rotan Minong lebih mudah daripada rotan Batang dan rotan Manau paling mudah dibengkokkan. Pada masing-masing jenis rotan, kemudahan pelengkungan mulai terasa pada konsentrasi yang berbeda pula. Rotan Minong pada konsentrasi 5 persen dan rotan Batang pada konsentrasi 15 persen. Kerusakan berupa pecah permukaan dan putusnya ikatan serat pada daerah pelengkungan terjadi pada rotan Batang dan rotan Minong pada perendaman dengan larutan konsentrasi 0 persen.

Penggunaan larutan dimetil sulfoksida meningkatkan kemudahan pelengkungan, menurunkan tingkat kerusakan fisik dan tidak mempengaruhi kilap, namun cenderung



meningkatkan nilai mulur dan susut volume, serta menurunkan MOE dan rasio E/P.

Larutan dimetil sulfoksida berpengaruh sangat nyata terhadap nilai MOE (konsentrasi larutan 0, 5 dan 10 persen tidak berbeda), mulur dan rasio E/P (semua taraf konsentrasi larutan berbeda) dan berpengaruh nyata terhadap susut volume (konsentrasi larutan 10, 15 dan 20 persen tidak berbeda).

B. SARAN

1. Perlu penelitian lebih lanjut untuk variasi waktu dan suhu perendaman dengan larutan dimetil sulfoksida, serta digunakannya radius pelengkungan yang lebih kecil, pada jenis-jenis rotan yang sukar dilengkungkan dengan metode *steaming*.
2. Perlu dikembangkan metode pengukuran kemudahan pelengkungan secara kuantitatif.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai analisis dampak lingkungan akibat penggunaan dimetil sulfoksida.



DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S.S. 1990. Kimia Kayu. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat IPB, Bogor.
- Balai Industri Banjar Baru. 1985. Usaha Peningkatan Mutu Produk Indonesia : Rotan Primer. Balai Industri Banjar Baru, Kalimantan Selatan.
- Bodig, J. dan B.A. Jayne. 1982. Mechanics of Wood and Wood Composites. Van Nostrand Reinhold Co., New York.
- Dali, J. 1979. Sekelumit Keterangan Tentang Silvikultur Rotan Manau (*Calamus manan*). Bagian Silvikultur Lembaga Penelitian Hutan, Bogor.
- Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan. 1987. Bahan Baku Industri Rotan. Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi. 1980. Pedoman Teknis Penanaman Rotan. Direktorat Reboisasi dan Rehabilitasi, Jakarta.
- Dransfield, J. 1974. A Short Guide to Rattan. Biotrop SEAMEO Regional Centre for Tropical Biology, Bogor.
- Dransfield, J. 1994. Rattans. Plants Resources of South-East Asia. J. Dransfield dan N. Manokaran (eds.). PROSEA, Bogor.
- Forest Product Laboratory. 1974. Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. USDA Agr. Handbook 72, Washington.
- Hadikusumo, S.A. 1990. Sifat Fisik dan Pengawetan Rotan. Diskusi Hasil Penelitian Rotan, Kerja Sama Departemen Kehutanan - IDRC Canada 27 Februari 1990, Jakarta.
- _____. 1994. Exploration of Physical and Mechanical Properties of Presently Unused Rattan. Bulletin Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada No. 25 : 1 - 20.
- Handayani, D.V. 1993. Pengaruh Pengukusan, Perendaman Urea, Perendaman Amonia Terhadap Pelengkungan, Sifat Fisis Mekanis Rotan Manau (*Calamus manan* Miq.) dan Rotan Batang (*Daemonorops robustus* Warb.). Skripsi. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.



- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer. 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu (Suatu Pengantar), terjemahan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Jorgensen, R.N. dan P. Koch. 1979. Bending of Woods of Hard Wood Species Growing on Southern Pine Sites. U.S Dept. Agric. For. Serv., South For. Exp. Stn., Alexandria.
- Karnasudirdja, S. 1986. Pengetahuan Bahan Rotan. Pusat Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Kirk, R.E. dan D.F. Othmer. 1970. Sulfoxides. *Di dalam A. Standen (ed.) Encyclopedia of Chemical Technology.* John Wiley and Sons Inc., USA. (19) : 320 - 337.
- Koamesakh, A. 1986. Pengenalan Cacat Rotan Bulat Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- Kollman, F.F.P dan W.A. Cote. 1968. *Principles of Wood Science and Technology: Solid Wood.* Springer verlag Inc., New York.
- Mandang Y.I. dan S. Rulliyati. 1990. Anatomi Batang Rotan. Proyek Penelitian Hasil Hutan. Puslitbang Hasil Hutan, Bogor.
- Marsoem, N. 1981. Pengaruh Pemasakan Rotan terhadap Sifat Fisik Mekaniknya. Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.
- Mardikanto, T.R. 1979. Sifat-sifat Mekanis Kayu. Fakultas Kehutanan, Bogor.
- Menon, K.D. 1979. Rattan. A Report of Workshop Held in Singapore, 4 - 6 June. IDRC, Canada.
- Nicholas, D.D. 1973. Kemunduran (Deteriorasi) Kayu dan Pencegahannya dengan Perlakuan-perlakuan Pengawetan. Airlangga University Press, Jakarta.
- Rachman, O. 1984. Pengaruh Kondisi Penggorengan Terhadap Kualitas Rotan Manau (*Calamus manan*). Jurnal Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- ____ dan Rohadi. 1986. Teknologi Pengolahan Rotan. Lokakarya Nasional Rotan 15 - 16 Desember, Jakarta.
- _____. 1990. Teknologi Pengolahan Rotan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.



- Shiraishi, N. dan M. Yoshioka. 1985. Plasticization of Wood by Acetylation with Trifluoroacetic Acid Pre-treatment. *Sen-I Gakkaishi* 42 (6) : 84 - 92.
- Sudjana. 1991. Desain dan Analisis Eksperimen. Tarsito, Bandung.
- Tambunan, B. 1989. Teknologi Pengolahan Rotan. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Weiner, G. dan W. Liese. 1990. Rattans - Stem Anatomy and Taxonomic Implications. *IAWA Bulletin* n.s. Vol. 11(1) : 61 - 70.
- Yudodibroto, H. 1986. Suatu Tinjauan Tentang Rotan dan Beberapa Permasalahannya. Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.

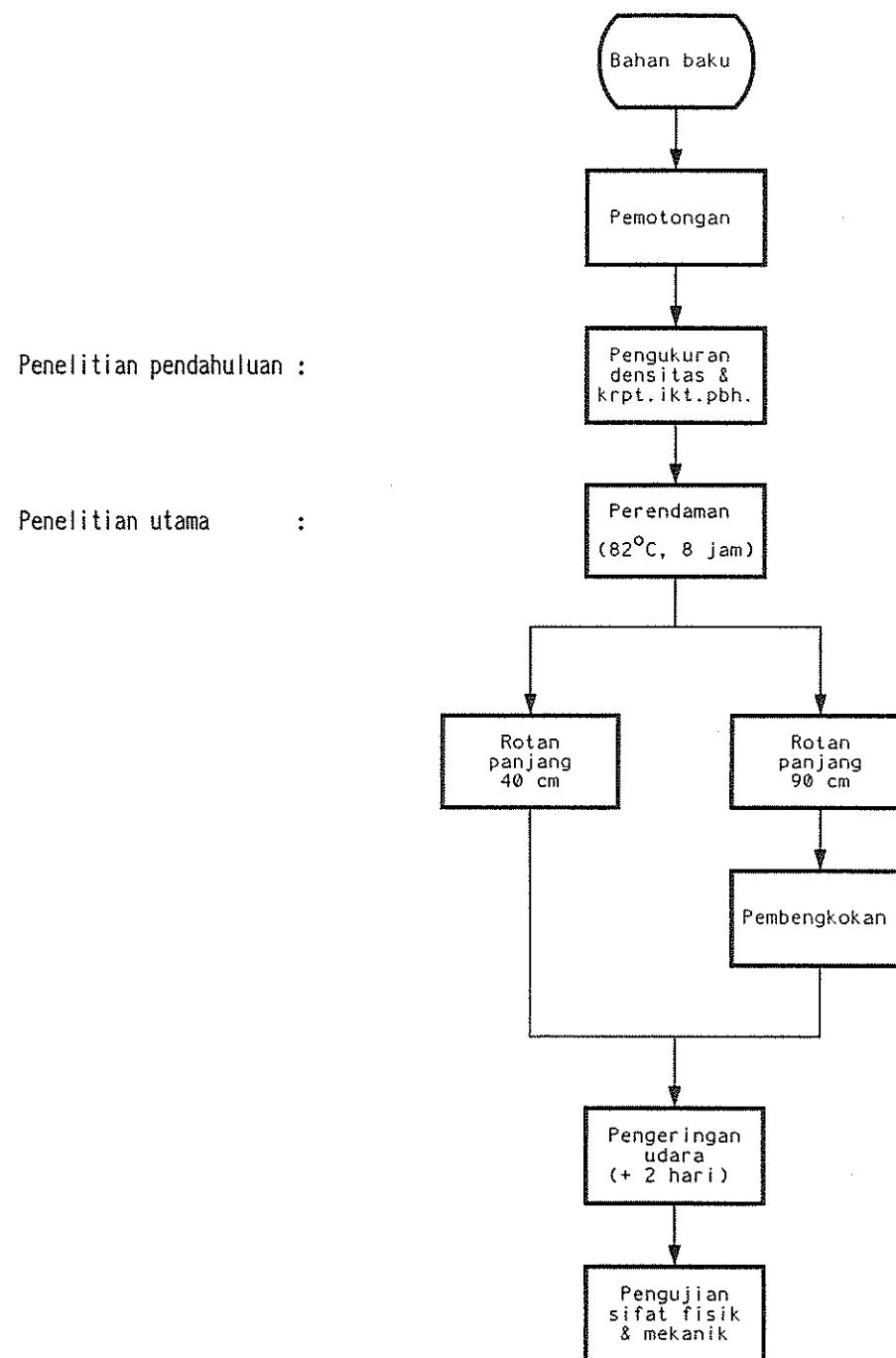


- Shiraishi, N. dan M. Yoshioka. 1985. Plasticization of Wood by Acetylation with Trifluoroacetic Acid Pre-treatment. *Sen-I Gakkaishi* 42 (6) : 84 - 92.
- Sudjana. 1991. Desain dan Analisis Eksperimen. Tarsito, Bandung.
- Tambunan, B. 1989. Teknologi Pengolahan Rotan. Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Weiner, G. dan W. Liese. 1990. Rattans - Stem Anatomy and Taxonomic Implications. *IAWA Bulletin* n.s. Vol. 11(1) : 61 - 70.
- Yudodibroto, H. 1986. Suatu Tinjauan Tentang Rotan dan Beberapa Permasalahannya. Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta.

L A M P I R A N



Lampiran 1. Diagram alir proses pelunakan rotan dengan dimetil sulfoksida



Lampiran 3. Kerapatan Ikatan Pembuluh Tiga Jenis Rotan

Jenis	Ulangan	Tepi (bh/mm ²)	Tengah (bh/mm ²)	Rata-rata (bh/mm ²)
Manau	1	4.75	3.00	3.88
	2	4.00	2.63	3.32
	3	3.50	2.88	3.19
	4	3.50	3.00	3.25
	5	3.75	2.75	3.25
	6	3.75	3.25	3.50
	7	3.75	3.13	3.44
	8	4.50	3.13	3.82
	9	3.50	2.75	3.13
	10	4.50	3.25	3.88
Rata-rata		3.95	2.98	3.46
Batang	1	5.25	2.88	4.07
	2	5.75	3.75	4.75
	3	5.25	3.50	4.38
	4	5.00	2.75	3.88
	5	5.50	3.50	4.50
	6	4.75	3.50	4.13
	7	5.25	3.00	4.13
	8	4.50	3.50	4.00
	9	4.75	3.50	4.13
	10	5.00	4.00	4.50
Rata-rata		5.10	3.39	4.24
Minong	1	4.00	2.88	3.44
	2	4.25	3.00	3.63
	3	4.25	3.00	3.63
	4	3.75	2.88	3.32
	5	4.25	2.75	3.50
	6	5.25	2.88	4.07
	7	4.75	2.63	3.69
	8	2.50	2.88	2.69
	9	4.75	3.13	3.94
	10	3.75	2.63	3.19
Rata-rata		4.15	2.87	3.51



UJI KEMERJIAN TIGA JENIS ROTAN

Jenis Rotan	10%			15%			20%						
	Rasio E/P	Kilap	Susut vol (%)	MGE (kg/m ³)	Molar (mm)	Rasio E/P	Kilap	Susut vol (%)	MGE (kg/m ³)	Molar (mm)	Rasio E/P	Kilap	Susut vol (%)
1. 2.24	6.79	4.50	7.98	10100.34	3.32	5.63	4.00	8.44	7937.38	3.57	5.10	4.00	9.01
2. 2.90	6.13	4.50	6.23	11512.44	3.10	6.10	5.10	6.61	8225.33	3.20	4.90	4.30	7.18
3. 2.80	6.23	4.70	5.75	7562.24	2.97	5.81	4.50	8.51	6611.38	3.27	5.23	4.10	9.91
4. 2.16	6.19	4.70	7.31	9346.43	2.62	5.74	4.50	7.62	7123.20	3.85	5.50	4.00	8.03
5. -	-	4.40	5.68	-	-	-	4.30	7.98	-	-	-	4.30	7.98
6. 2.52	6.34	4.56	6.59	9630.36	3.00	5.82	4.48	7.83	7474.32	3.47	5.18	4.14	8.42
7. 0.33	6.27	0.12	6.91	1424.85	0.25	8.17	0.36	0.69	641.56	0.26	0.22	0.14	0.94
8. 3.14	2.89	3.80	1.69	18736.59	3.71	2.55	4.10	1.35	13284.25	4.89	1.99	3.70	2.36
9. 3.41	3.77	3.70	1.75	23643.86	3.94	1.96	3.50	2.01	13330.08	3.91	2.01	3.90	1.16
10. 3.52	3.52	3.70	2.75	18089.93	3.82	2.89	3.60	1.76	16035.40	4.48	1.38	3.60	1.95
11. 2.63	3.11	3.50	1.15	17345.65	3.59	2.01	3.20	2.27	14098.75	4.42	1.67	3.30	1.63
12. -	-	3.60	2.61	-	-	-	3.50	2.47	-	-	-	3.80	2.90
13. 3.18	3.32	3.66	1.99	19254.01	3.77	2.35	3.58	1.97	14187.12	4.43	1.76	3.66	2.03
14. 0.34	0.34	3.10	0.69	2468.57	0.13	0.39	0.29	0.39	1115.98	0.25	0.25	0.21	0.60
15. 2.89	4.91	4.90	9.73	10319.71	3.53	4.50	4.50	8.87	9081.87	4.02	3.21	4.40	9.42
16. 2.55	5.13	4.50	11.21	11038.08	3.08	4.22	4.60	9.84	7338.41	4.30	3.73	4.10	10.76
17. 3.00	4.56	4.70	9.63	7215.35	3.33	3.72	4.50	11.71	9187.24	4.09	3.41	4.30	11.33
18. 2.76	5.34	4.60	10.35	8001.23	3.11	3.57	4.50	10.77	7142.02	3.80	4.07	4.20	10.75
19. -	-	4.60	9.09	-	-	-	4.40	11.23	-	-	-	4.50	10.80
20. 2.80	4.99	4.66	10.06	9143.59	3.26	4.66	4.50	10.48	8157.39	4.05	3.61	4.30	10.61
21. 0.17	0.20	9.14	0.72	1530.78	0.18	0.37	0.06	1.92	950.44	0.18	0.33	0.14	0.63

Lampiran 4. Data analisis sidik ragam parameter MOE

Analisis sidik ragam

Sumber keragaman	db	JK	RJK	F hit.	P
Konsentr.	4	441147803	110286951	17,67 **	0,0001
Galat	53	330824288	6241968		
Total	59	2670035309			

Keterangan

** : signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)

Hasil uji Duncan interaksi konsentrasi

Konsentrasi	N	Rata-rata	Kelompok
0 %	12	17.522	A
5 %	12	16.145	A
10 %	12	15.590	A
15 %	12	12.743	B
20 %	12	9.950	C



Lampiran 5. Data analisis sidik ragam parameter Mulur

Analisis sidik ragam

Sumber keragaman	db	JK	RJK	F hit.	P
Konsentr.	4	67,6518	16,9129	61,13 ^{**}	0,0001
Galat	53	14,6628	0,2767		
Total	59	177,9613			

Keterangan :

** : signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)

Hasil uji Duncan interaksi konsentrasi

Konsentrasi	N	Rata-rata	Kelompok
20 %	12	4,300	A
15 %	12	3,362	B
10 %	12	2,468	C
5 %	12	1,894	D
0 %	12	1,307	E



Lampiran 6. Data analisis sidik ragam parameter Rasio E/P

Analisis sidik ragam

Sumber keragaman	db	JK	RJK	F hit.	P
Konsentr.	4	65,4634	16,3659	43,67 ^{**}	0,0001
Galat	53	19,8629	0,3748		
Total	59	177,9613			

Keterangan :

** : signifikan pada $\alpha = 0.01$ (sangat nyata)

Hasil uji Duncan interaksi konsentrasi

Konsentrasi	N	Rata-rata	Kelompok
0 %	12	5,506	A
5 %	12	4,400	B
10 %	12	3,798	C
15 %	12	3,169	D
20 %	12	2,455	E



Lampiran 7. Data analisis sidik ragam parameter Susut Volume

Analisis sidik ragam

Sumber keragaman	db	JK	RJK	F hit.	P
Konsentr.	4	47,7360	11,9340	6,25*	0,0001
Galat	68	15,2800	1,9100		
Total	74	191,5920			

Keterangan :

* : signifikan pada $\alpha = 0.05$ (nyata)

Hasil uji Duncan interaksi konsentrasi

Konsentrasi	N	Rata-rata	Kelompok
20 %	15	7,011	A
15 %	15	6,763	A
10 %	15	6,194	A
5 %	15	4,233	B
0 %	15	2,539	C



Lampiran 8. Data analisis sidik ragam parameter Kilap

Analisis sidik ragam

Sumber keragaman	db	JK	RJK	F hit.	P
Konsentr.	4	0,2610	0,0650	3,81	0,0510
Galat	68	0,1370	0,0170		
Total	74	3,085			