

TEKNIK PENGERINGAN EMPAT JENIS KAYU DIAMETER KECIL, ASAL HUTAN TANAMAN (*Drying techniques on four wood species of small-diameter logs from forest plantation*)

Oleh / By :
Efrida Basri

Summary

The objective of this research was to study a proper drying a technique on four wood species of small-logs from timber estate, by combining the optimal schedule with conditioning treatment.

The optimal drying schedule was carried out on each of the four wood species based on the results of their quick-drying test at 100 °C. The conditioning treatment was done on the wood species after their moisture content reached 15%. using temperature of 85 °C and relative humidity of 96% for 4-5 hours.

The results showed that the optimal drying schedule for both manii (Maesopsis eminii) and tusam (Pinus merkusii) wood were at temperature of 49 °C – 78 °C and relative humidity of 79% - 33 %, while the corresponding schedules for tata (Gmelina arborea) and mangium (Acacia mangium) wood species were at 43 °C – 76 °C and 86% - 33% ; and at 40 °C – 68 °C and 86% - 40%, respectively. Conditioning treatment at temperature of 85 °C and relative humidity of 96% for 4-5 hours was able to improve effectively the quality of the overall samples of the three wood species (manii, tusam and tata wood). However, the same conditioning treatment as applied to mangium seem less effective in improving its quality.

Keywords : small-log, drying schedule, conditioning, wood quality.

Ringkasan

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan teknik pengeringan empat jenis kayu dari dolok diameter kecil asal tanaman dengan menggabungkan perlakuan pengkondisian dan bagan pengeringan yang optimal.

Bagan pengeringan untuk setiap jenis ditetapkan berdasarkan hasil uji pendahuluan pada suhu 100 °C. Perlakuan pengkondisian dilakukan pada kadar air kayu 15% menggunakan suhu 85 °C dan kelembaban nisbi 96% yang ditetapkan selama 4-5 jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bagan pengeringan yang optimal untuk kayu manii dan tusam adalah : suhu 49 °C - 78 °C dan kelembaban nisbi 79% - 33%, sedangkan untuk kayu tata dengan suhu 43 °C – 76 °C dan kelembaban nisbi 86% - 33% serta kayu mangium menggunakan suhu 40 °C - 68 °C dan kelembaban nisbi 86% - 40%. Perlakuan pengkondisian menggunakan suhu 85 °C dan kelembaban nisbi 98%, yang ditetapkan selama 4-5 jam mampu memulihkan kualitas seluruh contoh uji dari ketiga jenis kayu (manii, tusam dan tata). Namun untuk kayu mangium, perlakuan pengkondisian kurang efektif dalam memperbaiki mutu kayunya.

Kata kunci : dolok diameter kecil, bagan pengeringan, pengkondisian, mutu kayu.

I. PENDAHULUAN

Kayu diameter kecil adalah kayu yang ukuran garis tengah penampangnya di bawah 40 cm, berasal dari limbah penebangan hutan alam, pembukaan lahan transmigrasi, hutan tanaman berumur muda (HTI dan hutan rakyat), hutan konversi dan perkebunan. Potensi kayu diameter kecil di Indonesia cukup tinggi. Hasil penelitian di lapangan yang dilakukan oleh tim PT Sumalindo Lestari (1998) di dalam kawasan HPH-nya yang terletak di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur menunjukkan persentase volume kayu diameter kecil untuk semua jenis lebih tinggi yaitu 40,53 % dibandingkan dengan volume kayu diameter 50 cm ke atas yang hanya 33,28%. Produksi dolok diameter kecil sangat bergantung pada keadaan tempat tumbuhnya. Sebagai contoh, kayu tata yang ditanam pada tanah subur (umur 8 - 10 tahun) riap kayunya bisa mencapai 45,0 m³/ha/tahun (Alrasjid dan Wiđiarti, 1992), sedangkan di tanah yang jelek dengan iklim kering volume riapnya sekitar 8,4 m³/ha/tahun (umur 12 tahun).

Untuk menyokong pengembangan kayu diameter kecil sebagai bahan pasokan kayu pertukangan, maka perlu didukung dengan data sifat kayunya. Senft (1986) dalam Martawijaya (1990), melaporkan bahwa beberapa kelemahan yang dimiliki kayu muda antara lain ; lebih banyak memiliki arah serat spiral, ratio penyusutan tangensial/radial lebih besar, dinding sel lebih tipis dengan sudut mikrofibril dalam dinding sel lebih besar yang mengakibatkan penyusutan longitudinal besar. Hal ini menyebabkan, sortimen dari kayu diameter kecil cenderung berubah bentuk (warping) dan atau kolaps (collapse) pada waktu dikeringkan. Untuk mengurangi terjadinya cacat bentuk dan kolaps pada pengeringan, Rasmussen (1961) serta He dan Lin (1989) dalam Martawijaya dan Barly (1995) menyarankan untuk melakukan kombinasi pengeringan secara alami dan dalam dapur pengering (kiln atau dehumidifier drying). Peneliti lain melaporkan bahwa pemberian uap panas (pengukusan) pada kayu selama 12 hingga 24 jam menjelang akhir pengeringan, dapat memulihkan cacat kolaps (McMillen, 1978). Hal ini berhasil dilakukan terhadap kayu walnut asal Australia. Namun demikian teknik inipun tidak serta merta selalu cocok dengan setiap jenis kayu, terutama kayu muda.

Sebagaimana disebutkan di atas, kayu dari tanaman muda mempunyai sadut mikrofibril dalam dinding sel sangat besar. Hal tersebut selain beriripengaruh terhadap sifat pengeringan juga terhadap kekuatan kayu (Cave dan Walker, 1994). Pengaruh suhu pengukusan yang tinggi dalam waktu lama dikhawatirkan malah menambah turun kekuatan kayu muda tersebut. Hasil percobaan pendahuluan, pengukusan akhir (pengkondisian) dengan menggunakan suhu ± 85 °C dan kelembaban $\pm 96\%$ selama 5 jam pada kayu mangium muda yang mengalami sedikit kolaps, ternyata mampu menghilangkan cacat tersebut (Basri, 1997). Yang perlu diperhatikan disini adalah pemberian pemberat yang cukup pada permukaan kayu, terutama setelah dilakukan perlakuan pengkondisian.

Percobaan pengeringan terhadap kayu manii, tusam dan tata sudah pernah dilakukan namun terhadap kayu dari dolok diameter besar. Kadir (1975) melaporkan bahwa kayu manii dapat dikeringkan menggunakan suhu 43 °C-77 °C dan kelembaban 75%-33%, sementara kayu tusam bisa menggunakan bagan pengeringan yang lebih keras dengan suhu 54 °C-82 °C dan kelembaban 76%-30% tanpa mengalami

penurunan kualitas. Kayu tata sampai tebal 3,8 cm menurut Peh dan Khoo (1984 yang dikutip dari Martawijaya dan Barly, 1995) dapat dikeringkan menggunakan suhu awal yang tinggi sampai 71°C tanpa mengalami kerusakan.

Beranjak dari permasalahan yang dihadapi, tukisan ini melaporkan hasil penelitian pengeringan empat jenis kayu dari dolok diameter kecil dengan membandingkan kayu yang dikondisikan dengan yang tidak dikondisikan menggunakan bagan pengeringan yang optimal. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan pengkondisian terhadap mutu kayu kering. Sasarannya adalah mendapatkan teknik pengeringan kayu yang sesuai dalam dapur pengering konvensional (kiln drying) serta untuk mengetahui apakah perlakuan pengkondisian perlu dilakukan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Data empat jenis kayu tanaman yang dicoba dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis, umur, diameter rata-rata dan asal daerah kayu yang diteliti

No.	Jenis (Species)	Diameter rata-rata (Mean diameter) (cm)	Umur (Age) tahun/year	Asal (Origin)
1.	Manii (<i>Maesopsis eminii</i>)	20	9	Jawa Barat
2.	Tusam (<i>Pinus merkusii</i>)	34	15	Jawa Barat
3.	Mangium (<i>Acacia mangium</i>)	23	10	Sumatera Selatan
4.	Tata (<i>Gmelina arborea</i>)	22	9	Jawa Timur

B. Metode

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap, yaitu :

1. Penetapan kadar air awal (kayu basah). Kadar air awal kayu diperoleh dengan mengeringkan contoh uji berukuran 2,5 cm (tebal) ; 13-15 cm (lebar) ; 2,0 cm (panjang) dalam oven $\pm 103^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya konstan. Contoh uji kadar air awal diambil pada jarak 10 cm dari kedua ujung papan pengamatan. Data berat jenis (BJ. B.oven/V.basah) dan penyusutan kayu dikutip dari Hadjib (1999).
2. Mempelajari sifat pengeringan melalui uji pengeringan pendahuluan (quick drying test) pada contoh uji berukuran 2,5 cm (tebal), 10 cm (lebar) dan 20 cm (panjang) yang dikeringkan pada suhu 100°C sampai berat konstan. Dengan mempertimbangkan berat jenis (BJ), cacat yang terjadi seperti retak/pecah, kolaps, perubahan bentuk selama pengeringan maka disusun bagan pengeringan yang

sesuai untuk kayu tersebut dengan tetap mengacu kepada bagan yang telah dibuat oleh Laboratorium Pengeringan Kayu, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan (1995).

3. Percobaan pengeringan dalam dapur pengeringan dengan berpegangan pada bagan yang telah disusun. Percobaan dilakukan dalam kilang pengeringan konvensional (conventional kiln drying) berkapasitas 0,1 m³ kayu dengan sumber panas dialirkan dari ketel uap. Papan percobaan berukuran 2,5 cm x 13-15 cm x 60,0 cm dibuat sebanyak 8 buah untuk setiap perlakuan dari masing-masing jenis kayu. Pengeringan dihentikan ketika kadar air kayu telah mencapai $\pm 10\%$.

Percobaan pengeringan dalam kilang pengering dibagi ke dalam dua kelompok. Kelompok I untuk kayu dengan perlakuan pengkondisian dan kelompok II sebagai kontrol (tanpa perlakuan pengkondisian). Suhu dan kelembaban perlakuan pengkondisian adalah 85^oC dan 96% yang ditetapkan selama 4-5 jam. Perlakuan pengkondisian dilakukan menjelang akhir pengeringan, yaitu setelah kayu mencapai kadar air rata-rata 15%.

Perhitungan laju pengeringan dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$L (\%/hari) = \frac{KA.a - KA.i}{T}$$

di mana : L = Laju pengeringan (%/hari)
KA.a = Kadar air awal (%)
KA.i = Kadar air akhir (%)
T = Waktu/lama pengeringan (hari)

Penilaian mutu pengeringan, dilakukan terhadap 8 buah contoh uji berdasarkan pada persentase jumlah papan bebas cacat mengikuti standar pengujian HI-90-1066 (Anonim, 1990), yang mengelompokkan kelas mutu kayu olahan menjadi 4, yaitu : kelas mutu baik (absent), sedikit (slight), sedang (moderate) dan serius (serious). Pada perhitungan ini, suatu contoh uji dinyatakan cacat apabila permukaan yang bercacat termasuk dalam kelas sedang hingga serius. Pengaruh perlakuan pengkondisian terhadap mutu kayu dilakukan dengan cara membandingkan persentase jumlah papan bebas cacat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air awal (KA. kayu basah) rata-rata kayu manii, tusam, mangium dan tata berturut-turut adalah 150,9% ; 124,4% ; 89,23% ; dan 119,24%. Data berat jenis dan penyusutan rata-rata pada radial dan tangensial sampai kadar air kering udara dan kering oven untuk kayu manii, tusam, tata dan mangium dapat dilihat pada Tabel 2. Data kadar air awal kayu untuk perhitungan kecepatan/laju pengeringan diambil pda kisaran yang sama, yaitu sekitar 80%.

Tabel 2. Berat jenis serta penyusutan rata-rata arah radial dan tangensial kayu penelitian.
Table 2. Mean specific gravity and radial and tangential shrinkage of wood samples

Jenis kayu (Wood species)	Berat jenis (Specific gravity)	Penyusutan sampai kadar air (Shrinkage to moisture content) %			
		Kering Udara (Air dried)		Kering oven (Oven dried)	
		Radial	Tangential	Radial	Tangential
Manii	0,36	3,29	5,25	-	-
Tusam	0,42	1,56	4,35	3,26	7,85
Tata	0,37	1,23	3,19	3,06	6,45
Mangium	0,39	1,54	2,87	2,78	6,02

Sumber (Source) : Hadjib, 1999.

Hasil penelitian terdahulu, yang dilakukan pada dolok berdiameter lebih besar, menunjukkan bahwa terdapat perbedaan BJ dan penyusutan kayu antara kayu diameter kecil dengan kayu diameter besar yang biasanya berumur lebih tua. Pada hasil penelitian terdahulu data BJ kayu manii 0,41 ; tusam 0,55 dengan nilai penyusutan kering oven 8,3% tangensial dan 4,9% radial (Hadjib, 1979), mangium 0,67 dengan nilai penyusutan kadar air kering oven 5,1% tangensial dan 2,4% radial (Yamamoto, 1998), dan kayu tata 0,42-0,64% dengan nilai penyusutan 2,4-3,5% tangensial dan 1,2-1,5% radial (Kasmudjo, 1990 dalam Martawijaya dan Barly, 1995). Untuk kayu tata, Lee *et. al* (1974 dalam Martawijaya dan Barly, 1995) menemukan bahwa nilai penyusutannya sampai kadar air kering oven adalah 5,5% tangensial dan 2,4% radial.

Membandingkan kedua kelompok jenis berbeda, dalam hal ini kayu tusam yang mewakili kelompok kayu daun jarum serta kayu tata dan mangium yang mewakili kelompok kayu daun lebar, tampak bahwa terdapat kenaikan nilai penyusutan pada kelompok kayu daun jarum dan penurunan nilai penyusutan pada kelompok daun lebar dengan bertambahnya BJ kayu. Namun demikian, hal tersebut perlu dibuktikan dengan melakukan penelitian yang lebih luas.

A. Percobaan Pendahuluan

Hasil percobaan pendahuluan empat jenis kayu tersebut di atas dapat dilihat pada Tabel 3. Data ini merupakan rata-rata dari 10 ulangan.

Tabel 3. Ringkasan hasil percobaan pendahuluan
Table 3. Summary of quick drying test results

Jenis Kayu (Wood species)	Kadar air awal (Initial M.C) %	Lama dalam oven (jam) pada kadar air 1% (Duration (hour) in oven at 1% M.C.)	Cacat (Defects)
Manii	150,90	46,4	1,2
Tusam	124,40	48,6	1,2
Tata	119,24	72,3	1,2
Mangium	89,23	85,2	1,2,3,4

Keterangan (Remarks) :

1. memangkuk (*cupping*) ; 2. membusur (*bowing*) ; 3. menggelingang (*twisting*) ; 4. kolaps (*collapse*)

Mengenai data pengeringan pendahuluan kayu diameter besar dari empat jenis di atas, baru diperoleh pada kayu manii dan tusam. Kadir (1975), melaporkan bahwa pada pengeringan pendahuluan kayu manii mengalami cacat bentuk tanpa menyebutkan jenisnya, sedangkan kayu tusam mengalami cacat retak pada bagian ujungnya.

B. Bagan Pengeringan

Bagan pengeringan yang optimal untuk keempat jenis kayu diameter kecil (kayu muda) tersebut di atas dapat dilihat pada Tabel 4, 5 dan 6. Pengelompokan kayu berdasarkan bagan pengeringan ini ternyata tidak mempertimbangkan BJ kayu tersebut. Kayu mangium, tusam dan tata yang nilai BJ-nya sama ternyata tidak bisa dikelompokkan dalam satu bagan yang sama karena mempunyai sifat pengeringan yang berbeda. Sebagaimana kayu diameter kecil, penetapan bagan pengeringan untuk kayu diameter besar atau masak tebang tidak selalu didasarkan pada BJ. Sebagai contoh, kayu manii, yang mempunyai BJ 0,42 dimasukkan ke dalam kelompok bagan pengeringan yang sama dengan kayu durian (*Durio zibethinus*) dan mahoni (*Swietenia macrophylla*) yang mempunyai BJ berturut-turut 0,64 dan 0,67 (Kadir, 1975).

Untuk jenis dan umur yang sama namun berasal dari tempat tumbuh yang berbeda, belum tentu bisa menggunakan bagan yang sama. Sebagai contoh, Yamamoto (1998) menetapkan bagan pengeringan papan mangium tebal 2,5 cm dari tanaman muda asal Sabah dengan suhu cukup tinggi, yaitu 50°C - 75°C. Namun demikian, suhu yang tinggi ini diimbangi pula dengan kelembaban yang tinggi (88% - 62%) yang dipertahankan hingga kayu mencapai kadar air 30%. Bagan pengeringan tersebut belum tentu cocok bila digunakan untuk mengeringkan kayu mangium yang diambil dari Benakat (Sumatera Selatan). Demikian pula, bagan pada Tabel 3 yang sesuai untuk mengeringkan kayu mangium asal Benakat, ternyata tidak cocok digunakan pada kayu mangium asal Banten (Jawa Barat), sekalipun dari kelas umur dan ukuran sortimen yang sama. Kayu mangium yang diambil dari Jawa Barat sangat peka terhadap suhu.

Pemakaian suhu di atas 60 °C dapat membuat papan yang dikeringkan mengalami cacat bentuk dan kolaps. Hal yang sama juga terdapat pada kayu tata. Peh dan Kho (1984 dalam Martawijaya dan Barly 1995), menganjurkan untuk mengeringkan kayu tata sampai dengan tebal 3,8 cm menggunakan suhu awal 71°C, sementara kayu tata yang sedang dilaporkan di sini bila menggunakan suhu awal di atas 70°C dapat menyebabkan cacat bentuk seperti memangkuk, membusur dan menggelinjang yang cukup parah. Dengan memperhatikan perbedaan tersebut, jelas faktor tempat tumbuh dan umur pohon berpengaruh terhadap sifat pengeringan.

Bagan pengeringan kayu tusam dari dolok diameter besar berbeda dengan kayu tusam dari dolok diameter kecil. Kayu tusam dari dolok diameter kecil disarankan untuk menggunakan suhu awal kurang dari 50°C dan suhu akhir tidak melebihi 78°C. Sementara dari hasil penelitian terhadap dolok diameter besar, suhu yang diperkenankan bisa di atas 80°C (Kadir, 1975). Namun berbeda dengan kayu tusam, kayu manii dari dolok diameter kecil ternyata bisa dikeringkan menggunakan bagan pengeringan yang sama dengan bagan pengeringan untuk kayu manii dari dolok

diameter besar. Bahkan kayu tusam dan manii dari dolok diameter kecil asal tanaman Jawa Barat bisa dikeringkan menggunakan bagan yang sama (Tabel 4). Kedua jenis kayu tersebut mudah dikeringkan tanpa menimbulkan cacat yang parah. Pengaturan jarak antar ganjal dan pembebanan yang cukup pada permukaan atas tumpukan serta melakukan pengkondisian menjelang akhir pengeringan sudah bisa mendapatkan kayu kering berkualitas baik.

Tabel 4. Bagan pengeringan kayu manii dan tusam
Table 4. Drying schedule for manii and tusam wood species

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban nisbi (<i>Relative humidity</i>), %
Basah	49	79
40-31	49	74
30-26	54	54
25-21	65	47
20-16	70	41
< 15	78	33

Tabel 5. Bagan pengeringan kayu tata
Table 5. Drying schedule for tata wood species

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban nisbi (<i>Relative humidity</i>), %
Basah	43	86
40-36	43	75
35-31	48	64
30-26	54	54
25-21	65	51
20-16	65	41
< 15	76	33

Tabel 6. Bagan pengeringan kayu mangium
Table 6. Drying schedule for mangium wood species

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban nisbi (<i>Relative humidity</i>), %
Basah	40	86
50-41	45	75
40-31	54	45
30-21	60	45
20-16	65	45
< 15	68	40

C. Pengaruh Pengkondisian Terhadap Mutu Kayu

Hasil percobaan pengkondisian terhadap empat jenis kayu tersebut di atas, dapat dilihat pada Tabel 7 yang menunjukkan adanya perbaikan terhadap kualitas kayu setelah dikondisikan, kecuali terhadap cacat pecah. Perlakuan pengkondisian tidak mempengaruhi cacat pecah, karena semua contoh tidak mengalami cacat ini baik pada kontrol maupun pada perlakuan pengkondisian.

Pada kayu manii dan tusam perlakuan pengkondisian berpengaruh positif pada cacat bentuk. Tanpa perlakuan pengkondisian, 25% dari contoh mengalami cacat bentuk, sedangkan setelah pengkondisian tidak ada yang mengalami cacat tersebut. Pada kayu tata juga demikian, tetapi yang tanpa perlakuan pengkondisian yang mengalami cacat bentuk lebih banyak, yaitu 37,5% dan setelah pengkondisian tidak ada yang mengalami cacat tersebut.

Kayu mangium mengalami cacat bentuk dan kolaps yang paling banyak, baik sebelum maupun setelah pengkondisian. Pada kontrol, sebagian besar contoh mengalami cacat tersebut, sedangkan setelah pengkondisian sebagian kecil contoh masih mengandung cacat tersebut. Perbaikan kualitas terhadap cacat bentuk lebih banyak daripada terhadap kolaps, rata-ratanya 69%. Nampaknya pada kayu mangium persentase kayu remajanya tertinggi dibandingkan dengan ketiga jenis lainnya. Hal ini terlihat dari bentuk permukaan papannya yang menyusut sangat besar pada bagian tengah dibandingkan dengan bagian pinggirnya.

Tabel 7. Ringkasan hasil percobaan empat jenis kayu yang diberi perlakuan pengkondisian dan tanpa pengkondisian (kontrol)

Table 7. Summary of experimental results for comparing those with conditioning treatment to those without conditioning (control)

No.	Perlakuan (Treatment)	Jenis kayu (Wood species)	Laju pengeringan rata-rata dari kadar air (Average drying rate from moisture content 80% to 10%)		Persentase papan bebas cacat (Percentage of defects free samples), %		
			Waktu (Duration), hari (days)	Kelipatan pengeringan, %/hari (Dry rate, %/day)	1	2	3
1.	Kontrol (Control)	Manii	3,0	23,3	75	100	100
		Tusam	3,0	23,8	75	100	100
		Tata	9,5	7,4	62,5	100	100
		Mangium	13,0	5,4	25	100	37,5
2.	Pengkondisian (Conditioning)	Manii	3,5	20,6	100	100	100
		Tusam	3,0	23,8	100	100	100
		Tata	10,0	7,1	100	100	100
		Mangium	14,0	5,0	75	100	62,5

Keterangan (Remarks) :

1. Cacat bentuk (*distortion/warping*) ; 2. Pecah (*checks*) ; 3. Kolaps (*collapse*)

IV. KESIMPULAN

1. Pengelompokan bagan pengeringan ternyata tidak selalu didasarkan kepada berat jenis kayu. Dari ke empat jenis kayu yang diteliti, kayu manii dan tusam yang BJ-nya berbeda bisa dikeringkan menggunakan bagan pengeringan yang sama.
2. Bagan pengeringan yang optimal untuk kayu manii dan tusam adalah suhu 49°C-78°C dan kelembaban nisbi 79%-33%, sedangkan untuk kayu tata dengan suhu 43°C-76°C dan kelembaban nisbi 86%-33% serta kayu mangium menggunakan suhu 40°C-68°C dengan kelembaban nisbi 86%-40%.
3. Perlakuan pengkondisian menggunakan suhu 85°C dan kelembaban nisbi 96%, yang ditetapkan selama 4-5 jam mampu memulihkan kualitas kayu manii, tusam dan tata, sementara kayu mangium keberhasilannya hanya sekitar 69%. Perlakuan pengkondisian semacam itu dapat disarankan untuk kayu manii, tusam dan tata, sedangkan untuk kayu mangium masih perlu dicari perlakuan lain yang lebih sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alrasjid, H. dan A. Widiarti. 1992. Teknik penanaman dan pemungutan hasil *Gmelina arborea* (Yamane). Informasi Teknik No. 36, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor.
- Anonim. 1990. Glossary and definitions of terms used HI.90.1066. TNO, Wageningen.
- Basri, E. 1997. Percobaan pendahuluan pengeringan kayu *Acacia mangium* asal Benakat, Sumatera Selatan (Naskah).
- Cave, I.D. dan J.C.F. Walker. 1994. Stiffness of wood in fast-grown plantation softwoods : the influence of microfibril angle. *Forest Products Journal* 44 (5) : 43-48.
- Ginoga, B. 1997. Beberapa sifat kayu mangium (*Acacia mangium* Wild) pada beberapa tingkat umur. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* 15 (2) : 132-149.
- Hadjib, N. 1979. Sifat fisik kayu tusam asal hutan alam (Naskah).
- Hadjib, N. 1999. Sifat fisik dan mekanik kayu manii, tusam, mangium dan tata. Laporan Proyek, Penelitian Hasil Hutan dan sosial Ekonomi Kehutanan tahun anggaran 1998/1999. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
- Kadir, K. 1975. Bagan pengeringan beberapa jenis kayu Indonesia. Laporan No. 57. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Martawijaya, A. 1990. Sifat dasar beberapa jenis kayu yang berasal dari hutan alam dan hutan tanaman. Prosiding Diskusi HTI. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta.

- Martawijaya, A. dan Barly. 1995. Sifat dan kegunaan kayu *Gmelina arborea* Roxb. Ekspose Hasil Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
- McMillen, J.M dan E.M. Wengert. 1978. Special predrying treatments. Drying Eastern Hardwood Lumber. Agric. Handbook No. 528. Forest Products Laboratorium, Madison, Winconsin.
- PT Sumalindo Lestari Jaya. 1998. Laporan pelaksanaan dan evaluasi uji coba TJTI (dengan permudaan buatan) di PT Sumalindo Lestari Jaya I. Prosiding Panel Pakar TJTI dan Ekspose Pemantapan Tebang Jalur. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.
- Rasmussen, E.F. 1961. Dry-kiln operator's manual. Agriculture Handbook No. 188. USDA, Washington, D.C.
- Yamamoto, H. 1998. The evaluation of wood qualities and working properties for the end use of *Acacia mangium* from Sabah, Malaysia. International Conference on Acacia species Wood Properties and Utilization, Penang.