

## PENGARUH Pengerjaan Akhir Terhadap Stabilitas Dimensi Kayu (The effect of finishing on wood dimensional stability)

Oleh/By

Jamal Balfas

### Summary

This study was designed to determine the ability of six commercial exterior finishes (2 clear coats and 4 opaque coats) in protecting wood from dimensional changes. Two wood species, *jabon* (*Anthocephalus cadamba* Miq.) and *mangium* (*Acacia mangium* Willd.) were used in this study. Samples were seasoned to air-dry condition (moisture content of 15-17%) and then divided into groups on the basis of treatments and grain orientation (radial and tangential). Application of each exterior finish was undertaken according to procedures suggested by the finish manufacturer. The effectiveness of treatments to dimensionally stabilize wood was determined by measurements of wood swelling within 72-hours immersion and calculation of anti-swelling efficiency (ASE). Results of observations made to this stage showed that the effect of finishing on wood dimensional stability varied according to wood species, grain orientation and type of finish coat. Finishing had a greater dimensional stabilizing effect on *jabon* than *mangium*. Reduction of swelling due to finishing was greater in tangential compared to radial boards. The use of clear coats significantly gave less protection on wood stability than that of opaque coats. Anti-swelling efficiency of all treatments markedly decreased with increasing period of immersion.

### I. PENDAHULUAN

Pengerjaan akhir (finishing) kayu secara umum memiliki dua manfaat, yaitu memberikan proteksi pada kayu dan menghasilkan nilai dekoratif. Dari kedua manfaat tersebut, aspek perlindungan dan ketahanan penampakan permukaan kayu memperoleh perhatian yang lebih besar. Suatu perlakuan pengerjaan akhir yang efektif dapat melindungi kayu dari perubahan dimensi dan bentuk sebagai akibat dari perubahan kelembaban udara di atmosfer, artinya pengerjaan akhir dapat mencegah terjadinya gradien kadar air yang tajam di dalam kayu. Namun demikian, bahan-bahan pengerjaan akhir bukanlah bahan yang bersifat impermiabel terhadap air dalam arti mampu memberikan proteksi permanen terhadap perubahan kadar air kayu. Menurut Gibbia (1981) apabila kayu yang telah diberi perlakuan pengerjaan akhir disimpan pada kondisi basah dalam tempo yang cukup lama, maka kayu tersebut akan menyerap air sama banyaknya dengan kayu yang tidak diberi perlakuan finishing.

Dalam lingkup pengerjaan kayu (wood working), kegiatan pengerjaan akhir dapat dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu *clear coating* dan *opaque coating*. Istilah *clear coating* digunakan untuk semua perlakuan pelapisan permukaan kayu yang menggunakan bahan transparan atau semi transparan, sehingga corak serat kayu masih dapat dilihat dengan jelas walaupun warnanya mungkin berubah. Bahan yang digunakan dalam proses ini terdiri

dari bahan pewarna (stains), pengisi (fillers), penyumbat (sealers), dan bahan lapisan luar (coatings) seperti shellac, varnish, lacquer, atau lilin. Sebaliknya *opaque coating* adalah proses pelapisan permukaan kayu dengan bahan cat yang dalam pengerasannya membentuk suatu lapisan tidak transparan (opaque film), sehingga corak dan warna kayu tidak tampak dari luar. Baik *clear coating* maupun *opaque coating* keduanya digunakan secara luas oleh masyarakat, baik untuk keperluan di dalam naungan (indoor) maupun di luar naungan (outdoor). Perbedaan kualitas antara kedua kelompok *coating* tersebut sukar ditentukan karena sangat beragam menurut komposisi bahan.

Salah satu kriteria yang digunakan dalam evaluasi kualitas bahan pengerjaan akhir adalah keteguhan rekat, yaitu kekuatan adhesi antara bahan tersebut dengan permukaan kayu. Efektivitas adhesi inilah yang digunakan sebagai pengukur keawetan bahan pengerjaan akhir pada permukaan kayu. Variabel ini dapat juga digunakan sebagai pengukur kemampuan proteksi bahan pengerjaan akhir terhadap stabilitas dimensi kayu. Menurut Frank (1988) efektivitas adhesi bahan pengerjaan akhir pada permukaan kayu dipengaruhi oleh struktur kayu, arah orientasi serat dan jenis bahan. Selain ketiga faktor tersebut, komposisi kimia (terutama pada permukaan kayu) merupakan faktor penting yang secara langsung dapat bereaksi dengan bahan pengerjaan akhir.

Berdasarkan tujuan pakainya, bahan pengerjaan akhir biasa dibedakan dengan istilah *indoor* dan *outdoor*,



Secara teoretis penyempurnaan kinerja pengerjaan akhir dapat dilakukan dengan cara modifikasi pada komposisi bahan, modifikasi pada permukaan material, atau kombinasi keduanya. Dalam studi ini dilakukan penelitian tahap awal mengenai kinerja bahan pengerjaan akhir exterior (outdoor) yang secara komersil tersedia di pasaran nasional. Tujuan penelitian ini pada dasarnya adalah menentukan kemampuan bahan pengerjaan akhir komersial di Indonesia dalam hal proteksi dimensi dan fisik kayu. Laporan ini memuat hasil penelitian tahap pertama, yaitu pengujian pengaruh pengerjaan akhir terhadap stabilisasi dimensi kayu. Penelitian lebih lanjut mengenai pengaruhnya terhadap ketahanan cuaca akan dilaporkan kemudian setelah proses ekpose contoh uji terhadap cuaca (selama 2 tahun) selesai diamati.

Bahan penelitian terdiri dari kayu dan bahan pengerjaan akhir. Bahan kayu yang digunakan terdiri dari dua jenis, yaitu jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq) dan mangium (*Acacia mangium* Willd), sedangkan bahan pengerjaan akhir yang diuji terdiri dari 6 bahan komersial, yaitu 2 jenis politur dan 4 jenis cat sintetis.

Kayu gelondongan (logs) dari masing-masing jenis digergaji secara acak untuk menghasilkan sortimen utama berukuran tebal 30 mm dan lebar 100 mm. Sortimen kayu gergajian pada masing-masing jenis dipilah menurut orientasi seratinya, yaitu radial dan tangensial. Sortimen ini kemudian dikeringkan di dalam ruangan laboratorium penggergajian hingga mencapai kadar air kering udara. Masing-masing sortimen selanjutnya diserut ke arah tebal dan lebarnya hingga mencapai ukuran akhir 20 x 80 mm, dan panjangnya berukuran 600 mm. Di samping contoh uji ini, dibuat contoh uji berukuran kecil, yaitu tebal 10

Pengujian terhadap kinerja bahan pengerjaan akhir exterior terdiri dari dua bagian, yaitu pengujian ketahanan terhadap penetrasi air dan pengujian terhadap cuaca (weathering test). Contoh uji yang berukuran kecil digunakan untuk pengujian daya tahan terhadap penetrasi air, yaitu dengan merendam contoh uji dalam bejana yang berisi air dan mengukur dimensi panjangnya dengan caliper setelah perendaman selama 0,5, 1, 4, 24, 48 dan 72 jam. Efektivitas daya tahan bahan pengerjaan akhir terhadap penetrasi air ditentukan berdasarkan nilai Efisiensi Anti Pengembangan, yaitu dihitung dengan formula berikut :

$$\text{Efisiensi Anti Pengembangan (Anti Swelling Efficiency)} = \frac{\% \text{ Pengembangan pada kontrol} - \% \text{ Pengembangan pada perlakuan}}{\% \text{ Pengembangan pada kontrol}}$$

Rancangan percobaan dalam penelitian ini terdiri dari 3 faktor, yaitu jenis kayu, arah orientasi serat, dan jenis



bahan pengerjaan akhir. Pengaruh masing-masing faktor dan interaksi antar faktor dianalisa dengan menggunakan model analisis 3 faktor.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan kadar air pada contoh uji dengan menggunakan metode tanur (oven) menunjukkan bahwa kadar air rata-rata pada kayu jabon dan mangium masing-masing adalah 15,2% dan 16,3%. Perbedaan kadar air antara dua jenis kayu tersebut mungkin berkaitan dengan perbedaan kerapatan struktur kayu, di mana kayu mangium memiliki kerapatan yang lebih tinggi sehingga tersedia tempat ikatan molekul air yang lebih banyak pada dinding sel.

Hasil pengukuran terhadap perubahan dimensi kayu menurut arah orientasi serat selama proses rendaman dalam air disajikan dalam Tabel 1. Pengujian statistik menunjukkan bahwa jenis kayu dan arah orientasi serat memiliki pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap perubahan dimensi kayu. Kayu mangium memiliki nilai prosentase pengembangan yang lebih besar dari pada kayu jabon, baik dalam arah radial maupun tangensial. Perbedaan ini lazim dijumpai dalam perbandingan sifat fisis antar jenis kayu.

Menurut Haygreen dan Bowyer (1985) kayu yang memiliki kerapatan struktur lebih tinggi memiliki berat komponen (kimia) kayu yang lebih besar, sehingga mampu menyerap air lebih banyak daripada kayu yang memiliki kerapatan lebih rendah. Namun demikian kerapatan kayu bukan merupakan faktor tunggal yang menentukan terhadap sifat perubahan dimensi kayu. Sebagai contoh, perbedaan kandungan ekstraktif antar jenis kayu dapat menyebabkan hasil yang sebaliknya (Choong dan Achmadi, 1991).

merupakan kaedah umum dari sifat anisotropis kayu. Faktor struktur anatomis kayu dianggap sebagai penyebab utama perbedaan tersebut. Faktor ini meliputi adanya perbedaan kandungan sel jari-jari pada arah radial, jumlah noktah yang lebih banyak pada dinding radial dominasi kayu akhir pada arah tangensial, dan perbedaan jumlah komponen dinding sel antara radial dan tangensial. Dalam Tabel 1 tampak jelas adanya perbedaan laju perubahan dimensi kayu antara jabon dan mangium. Kayu jabon mengembang lebih cepat dibandingkan kayu mangium. Alasan yang tepat mengenai perbedaan laju pengembangan tersebut tidak diketahui, namun perbedaan kerapatan struktur dan kandungan ekstraktif antara dua jenis kayu tersebut mungkin berpengaruh terhadap laju pengembangan kedua jenis kayu.

Hasil pengamatan terhadap perubahan dimensi kayu yang diberi perlakuan pengerjaan akhir disajikan dalam Tabel 2. Analisa statistik pada kelompok data ini menunjukkan adanya pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) faktor jenis kayu, arah serat dan jenis bahan pengerjaan akhir. Interaksi antar faktor tidak berpengaruh nyata terhadap pengembangan dimensi kayu. Perubahan dimensi kayu selama perendaman dalam air berbeda menurut jenis kayu. Pengembangan dimensi pada kayu jabon ternyata lebih besar dibandingkan dengan kayu mangium. Hal ini berarti bahwa perlakuan pengerjaan akhir memberikan pengaruh daya tolak air yang lebih besar pada kayu mangium. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh faktor struktur kayu yang berbeda antara jabon dan mangium. Ukuran sel pembuluh yang lebih besar pada kayu mangium memungkinkan penetrasi bahan pengerjaan akhir yang lebih besar, sehingga akses penetrasi air pada kayu ini menjadi lebih rendah dibandingkan dengan kayu jabon.

Pengembangan dimensi kayu yang diberi perlakuan pengerjaan akhir juga berbeda menurut arah orientasi serat. Pengembangan dimensi pada arah radial adalah

**Tabel 1. Persentase penambahan dimensi kayu selama proses perendaman dalam air**

**Table 1. Percentage of wood dimensional increase during immersion in water**

Jenis kayu dan arah serat (Wood species and grain direction)	Penambahan dimensi (%) setelah rendaman selama (jam) (Dimensional increase (%) after immersion, hours)					
	0.5	1.0	4.0	24.0	48.0	72.0
Jabon						
- Radial	1.21	1.82	2.64	2.96	2.98	2.98
- Tangential	2.28	3.40	4.73	5.06	5.10	5.10
Mangium						
- Radial	1.08	1.80	3.89	4.43	4.45	4.45
- Tangential	1.50	2.49	4.88	6.11	6.14	6.14

Pertambahan dimensi kayu pada arah radial bernilai lebih rendah daripada arah tangensial. Perbedaan ini

lebih kecil daripada arah tangensial. Hal ini adalah sesuai dengan sifat anisotropis kayu sebagaimana dibahas



terdahulu pada contoh uji kontrol (tanpa perlakuan pengerjaan akhir).

pengaruh daya tolak air yang berbeda. Politur B lebih besar pengaruhnya daripada politur A, sedangkan cat B

**Tabel 2. Nilai rata-rata pertambahan dimensi kayu (%) selama perendaman dalam air**  
**Table 2. Average of wood dimensional increases (%) after immersion in water**

Jenis kayu dan arah serat (Wood species and grain direction)	Waktu rendaman (jam) (Immersion time, hours)	Bahan finishing (Finishing material)						
		Politur (Clear coat)		Cat (Opaque coat)				
		A	B	A	B	C	D	
Jabon	Radial	0.5	0.73	0.51	0.15	0.13	0.23	0.25
		1.0	1.21	0.73	0.21	0.23	0.55	0.41
		4.0	1.46	1.13	0.27	0.33	0.76	0.62
		24.0	1.70	1.33	0.47	0.57	0.94	0.76
		48.0	1.84	1.71	0.72	0.81	1.13	0.96
		72.0	2.11	1.85	1.54	1.39	1.61	1.37
	Tangential	0.5	0.85	0.55	0.29	0.31	0.40	0.31
		1.0	1.43	0.90	0.36	0.53	0.63	0.48
		4.0	1.74	1.31	0.62	0.72	0.76	0.75
		24.0	1.89	1.70	0.78	0.99	1.15	0.98
		48.0	2.30	2.06	1.29	1.37	1.49	1.46
		72.0	2.44	2.25	2.02	1.94	2.23	2.13
Mangium	Radial	0.5	0.07	0.05	0.03	0.04	0.05	0.04
		1.0	0.12	0.10	0.08	0.09	0.13	0.08
		4.0	0.75	0.21	0.27	0.24	0.36	0.21
		24.0	1.26	0.64	0.56	0.44	0.70	0.72
		48.0	1.48	1.14	0.76	0.65	1.09	1.09
		72.0	1.91	1.80	1.13	1.02	1.15	1.43
	Tangential	0.5	0.11	0.09	0.06	0.05	0.08	0.07
		1.0	0.24	0.16	0.11	0.09	0.15	0.13
		4.0	0.86	0.35	0.32	0.27	0.34	0.28
		24.0	1.59	1.08	0.66	0.52	0.82	0.75
		48.0	2.09	1.68	0.93	0.81	1.10	0.99
		72.0	2.15	1.90	1.35	1.14	1.60	1.39

Perubahan dimensi kayu secara nyata berbeda menurut jenis bahan pengerjaan akhir. Kelompok bahan politur (clear coat) memiliki pengaruh daya tolak air yang lebih rendah dibandingkan kelompok bahan cat (opaque coat). Perbedaan pengaruh ini terutama disebabkan oleh perbedaan sifat polimer (resin) yang digunakan sebagai komponen pokok dari kedua kelompok bahan pengerjaan akhir tersebut. Resin polyurethane pada bahan politur memiliki kerapatan molekul yang lebih rendah dibandingkan dengan synthetic enamel (resin) pada bahan cat, sehingga bahan finishing politur lebih mudah ditembus oleh molekul air selama proses rendaman. Perbedaan komposisi antar bahan pengerjaan akhir juga memberikan

memberikan pengaruh daya tolak air yang paling besar di antara enam bahan finishing exterior yang diuji dalam penelitian ini.

Efektivitas pengerjaan akhir dalam stabilisasi dimensi kayu dapat dilihat dari nilai efisiensi anti pengembangan sebagaimana dimuat dalam Tabel 3. Seperti nilai perubahan dimensi dalam Tabel 2, nilai efisiensi anti pengembangan dipengaruhi oleh faktor jenis kayu, arah serat dan jenis bahan pengerjaan akhir. Perlakuan pengerjaan akhir pada kayu jabon memiliki efektivitas yang lebih rendah daripada kayu mangium. Efisiensi anti pengembangan pada arah serat radial lebih rendah daripada arah tangensial. Hal ini berarti bahwa pengerjaan akhir



memiliki pengaruh stabilisasi dimensi yang lebih besar pada kayu tangensial.

apabila disimpan pada kondisi basah dalam tempo yang cukup lama.

**Tabel 3. Nilai efisiensi anti pengembangan menurut perbedaan waktu perendaman**  
**Table 3. Anti-swelling efficiencies due to different immersion time**

Jenis kayu dan arah serat ( <i>Wood species and grain direction</i> )	Waktu rendaman (jam) ( <i>Immersion time, hours</i> )	Bahan finishing ( <i>Finishing material</i> )					
		Politur ( <i>Clear coat</i> )		Cat ( <i>Opaque coat</i> )			
		A	B	A	B	C	D
Jabon							
Radial	0.5	35.75	57.85	87.60	89.26	80.99	79.34
	1.0	33.52	59.89	88.46	87.36	69.78	77.47
	4.0	44.70	57.20	89.77	87.50	71.21	76.52
	24.0	42.57	55.07	84.12	80.74	68.24	74.32
	48.0	38.26	52.62	75.84	72.82	62.08	67.79
	72.0	29.19	37.92	48.32	53.36	45.97	54.03
Tangential	0.5	62.72	75.88	87.28	86.40	82.46	86.40
	1.0	57.94	73.53	89.41	84.41	81.47	85.88
	4.0	63.21	72.30	86.89	84.78	83.93	84.14
	24.0	62.65	66.40	84.58	80.43	77.27	80.63
	48.0	54.90	59.61	74.71	73.14	70.78	71.37
	72.0	52.16	55.88	60.39	61.96	56.27	58.24
Mangium							
Radial	0.5	93.52	95.37	97.22	96.30	95.37	96.30
	1.0	93.33	94.44	95.56	95.00	92.78	95.56
	4.0	80.72	94.60	93.06	93.83	90.75	94.60
	24.0	71.56	85.55	87.36	90.07	84.20	83.75
	48.0	66.74	74.38	82.92	85.39	75.71	75.51
	72.0	57.08	59.55	74.61	77.08	74.16	67.87
Tangential	0.5	92.67	94.00	96.00	96.67	94.67	95.33
	1.0	88.35	93.57	95.58	96.39	93.98	94.78
	4.0	82.38	92.83	93.44	94.47	93.03	94.26
	24.0	67.39	82.32	89.20	91.50	86.58	87.73
	48.0	65.96	72.64	84.85	86.81	82.08	83.88
	72.0	64.98	69.06	78.01	81.43	73.94	77.36

Dalam Tabel 3 tampak jelas bahwa kelompok bahan politur memiliki pengaruh stabilisasi dimensi kayu yang lebih rendah daripada kelompok bahan cat. Secara umum kemampuan bahan pengerjaan akhir dalam mempertahankan dimensi kayu mengalami penurunan dengan perpanjangan waktu rendaman dalam air. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan bahan pengerjaan akhir dalam hal proteksi kayu dari perubahan dimensi hanya bersifat temporer. Perpanjangan waktu rendaman sampai dengan 120 jam (5 hari) menunjukkan nilai rata-rata efisiensi anti pengembangan kurang dari 50%. Berdasarkan nilai-nilai di atas dapatlah dimaklumi bahwa kayu yang diberi perlakuan pengerjaan akhir akan terus menyerap air

#### IV. KESIMPULAN

Kinerja pengerjaan akhir pada kayu jabon dan mangium menunjukkan efektivitas yang berbeda dalam hal proteksi terhadap penetrasi air dan stabilitas dimensi kayu. Pengerjaan akhir pada kayu jabon memiliki efektivitas yang lebih rendah daripada kayu mangium. Efektivitas ini juga dipengaruhi oleh arah orientasi serat dan jenis bahan pengerjaan akhir. Pengaruh pengerjaan akhir pada kayu tangensial umumnya lebih besar daripada kayu radial. Kelompok bahan cat secara konsisten memberikan pengaruh yang lebih besar daripada kelompok bahan politur. Secara keseluruhan, cat B merupakan



bahan finishing yang memberikan pengaruh paling efektif. Sedangkan di antara bahan politur, politur B memberikan pengaruh yang lebih besar daripada politur A. Kemampuan bahan pengerjaan akhir dalam stabilisasi dimensi kayu bersifat sementara dan mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu ekspose terhadap air.

#### DAFTAR PUSTAKA

Choong, E.T., and S.S. Achmadi. 1991. Effect of extractives on moisture sorption and shrinkage in

tropical woods. *Wood and Fiber Science* 23 (2) : 185- 196.

Frank, G. 1988. *Wood finishing with George Frank*. Sterling Publishing Co., New York.

Gibbia, S.W. 1981. *Wood finishing and refinishing*. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

Haygreen, J.G., and J.L. Bowyer. 1985. *Forest Products and wood Science*. The Iowa state University Press, Ames.



## BIODATA PENULIS



**Sri Komarayati**

Lahir di Bandung tanggal 17 September 1955.

Lulus Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pajajaran Jurusan Biologi tahun 1983. Bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sejak tahun 1985 hingga sekarang sebagai Staf Peneliti dengan spesialisasi Kimia Kayu dan Energi Biomassa.



**Djeni Hendra**

Lahir di Tasikmalaya tanggal 8 Januari 1955.

Lulus Akademi Kimia Analisis Bogor tahun 1985, D-IV STTT Bandung tahun 1990. Bekerja di Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan sejak tahun 1983 sampai sekarang dengan spesialisasi Kimia Kayu dan Energi Biomassa.



**Hariyatno Dwiprabowo**

Lahir di Semarang tanggal 30 Mei 1950.

Lulus Fakultas Kehutanan IPB tahun 1976, S2 dan S3 dari North Carolina State University, AS, dengan spesialisasi Operations Research.

Bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sejak tahun 1977, sejak tahun 1989 menjadi Ajun Peneliti Madya dengan spesialisasi Ekonomi Kehutanan.



**Dulsalam**

Lahir di Sleman tanggal 22 Juli 1955

Lulus Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada tahun 1980. Mulai bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sejak tahun 1981, sejak tahun 1989 hingga sekarang menjadi Ajun Peneliti Madya dengan spesialisasi Eksploitasi Hutan.



**Tjutju Nurhayati Syahri**

Lahir di Bogor tanggal 16 Oktober 1944

Lulus Akademi Kimia Analisis tahun 1979, Diploma IV Kimia tahun 1989 mulai bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sejak tahun 1965, sejak tahun 1987 — sekarang menjabat sebagai Peneliti Muda, dengan spesialisasi Kimia Kayu dan Energi Biomassa.



**Jamal Balfas**

Lahir di Bogor pada tanggal 4 Juni 1958

Lulus Fakultas Kehutanan IPB tahun 1983, dan Master of Science (S2) di Australian National University, Canberra, tahun 1993. Bekerja di Pusat Litbang Hasil Hutan sejak tahun 1984 dan menjadi Ajun Peneliti Muda dengan spesialisasi Teknologi Kayu.



## PETUNJUK BAGI PENULIS

**BAHASA** : Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia dengan ringkasan dalam bahasa Inggris atau dalam bahasa Inggris dengan ringkasan bahasa Indonesia.

**FORMAT** : Naskah diketik di atas kertas kuarto putih pada satu permukaan dengan 2 spasi. Pada semua tepi kertas disisakan ruang kosong minimal 3,5 cm.

**JUDUL** : Judul dibuat tidak lebih dari 2 baris dan harus mencerminkan isi tulisan. Nama penulis dicantumkan di bawah judul.

**RINGKASAN** : Ringkasan dibuat tidak lebih dari 200 kata berupa intisari permasalahan secara menyeluruh, dan bersifat informatif mengenai hasil yang dicapai.

**TABEL** : Judul tabel dan keterangan yang diperlukan ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris dengan jelas dan singkat. Tabel harus diberi nomor.

**GAMBAR GARIS** : Grafik dan ilustrasi lain yang berupa gambar garis harus kontras dan dibuat dengan tinta hitam. Setiap gambar garis harus diberi nomor, judul dan keterangan yang jelas dalam bahasa Indonesia dan Inggris.

**FOTO** : Foto harus mempunyai ketajaman yang baik, diberi judul dan keterangan seperti pada gambar.

**DAFTAR PUSTAKA** : Daftar pustaka yang dirujuk harus disusun menurut abjad nama pengarang dengan mencantumkan tahun penerbitan, seperti teladan berikut :

## NOTES FOR AUTHORS

**LANGUAGE** : Manuscripts must be written in Indonesian with English summary or vice versa.

**FORMAT** : Manuscripts should be typed double spaced on one face of A<sub>4</sub> white paper. A 3.5 cm margin should be left on all sides.

**TITLE** : Title must not exceed two lines, and should reflect the content of the manuscript. The author's name follows immediately under the title.

**SUMMARY** : Summary must not exceed 200 words, and should comprise informative essence of the entire content of the article.

**TABLE** : Title of tables and all necessary remarks must be written in Indonesian and English. Tables should be numbered.

**LINE DRAWING** : Graphs and other line drawing illustrations must be drawn in high contrast black ink. Each drawing must be numbered, titled and supplied with necessary remarks in Indonesia and English.

**PHOTOGRAPH** : Photographs submitted should have high contrast, and must be supplied with necessary information as in line drawing.

**REFERENCE** : References must be listed in alphabetical order of author's name with their year of publications as in the following example :

- Allan, J.E. 1961. The determination of copper by atomic absorption spectrophotometry. *Spectrochim. Acta*, 17, 459 — 466.
- FAO. 1974. Logging and Log Transport in Tropical High Forest. FAO Forestry Development Paper No. 18, Rome.
- Jane, F.W. 1955. The Structure of Wood. 1st ed. p. 328. London : Black.



