

**PENGARUH PERENDAMAN MENGGUNAKAN LARUTAN
CAMPURAN TEMBAGA SULFAT DAN NIKEL NITRAT TERHADAP
WARNA PERMUKAAN BAMBU *Gigantochloa apus* Kurz.
(Effects of Steeping Using a Mixture Solution
of Copper Sulfate and Nickel Nitrate on the Surface Color
of Bamboo *Gigantochloa apus* Kurz.)**

Oleh/By:

Barly¹ & Susilawati

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No.5. Bogor.1610. Telp./Fax: (0251) 8633413, 8633378.
E-mail: barlyrita@gmail.com

Diterima 12 Januari 2012, disetujui 27 April 2012

ABSTRACT

*Bamboo exhibits changes of its attractive green-colored skin into ivory yellow. Bamboo colour will turn into dark grey when immersed in water or kept in damp place. Consequently, an attempt is required to prevent such color changes on the surface of bamboo skin. This research looks into the effectiveness of copper sulfate and nickel nitrate mixture in water-based solution to maintain the green color on the skin surface of bamboo (*Gigantochloa apus* Kurtz.). The solution is employed in various proportions (w/w) and concentrations. Color interpretation on the bamboo-skin surface was assisted using the so-called CDX's color difference meter device based on three-dimensional CIE (L*, a*, b*) principle. It turned out that intensity of green color on the skin of bamboo trunk at its top (upper) portion and middle portion was greater than that of the butt (lower) portion. Further, the use of copper sulfate-nickel nitrate mixture solution at 4.0 : 3.5 proportion and in 7.5% concentration inflicted the greatest intensity of green color (L*, a*, and b* in average consecutively 61.8, -14.3, and 18.3) on the bamboo-skin, and concurrently afforded the best prevention of such green color.*

Keywords: *Gigantochloa apus, color, copper sulfate, nickel nitrate, green-color conserving*

ABSTRAK

Warna hijau pada kulit bambu yang baru ditebang, cepat berubah menjadi kuning gading jika dikeringkan, atau menjadi kelabu-gelap apabila lama direndam dalam air atau disimpan di tempat lembab. Upaya pencegahan perubahan warna hijau pada kulit bambu perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat efektivitas larutan campuran tembaga sulfat dan nikel nitrat dalam mempertahankan warna hijau pada permukaan kulit bambu *Gigantochloa apus* Kurtz. Bambu direndam dalam larutan campuran garam tembaga sulfat dan nikel nitrat yang dibuat dalam berbagai perbandingan berat dan konsentrasi larutan (%b/b) yang berbeda. Interpretasi warna pada permukaan kulit bambu menggunakan sistem tiga dimensi CIE (L*, a*, b*) dilakukan dengan bantuan alat *Color Difference Meter* CDX-105. Hasil pengujian menunjukkan intensitas warna hijau pada kulit di batang bagian atas dan bagian tengah lebih tinggi dari batang di bagian bawah. Selanjutnya, penggunaan larutan campuran dengan proporsi 4,0 bagian tembaga sulfat dan 3,5 bagian nikel nitrat pada konsentrasi 7,5%

menghasilkan intensitas warna hijau tertinggi atau terbaik dalam mempertahankan warna hijau ditunjukkan dengan nilai L^* , a^* dan b^* rata-rata berturut-turut 61,8, -14,3, dan 18,3.

Kata kunci: *Gigantochloa apus*, warna, tembaga sulfat, nitrat nikel, mempertahankan warna hijau

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia tercatat sebanyak 160 jenis bambu, tumbuh tersebar di seluruh daerah, 65 diantaranya merupakan jenis potensial (Wijaya, 2011). Masyarakat di pedesaan sudah lama mengenal bambu yang dapat digunakan sebagai bahan konstruksi, mebel, peralatan dan barang kerajinan. Pada akhir ini penggunaan bambu berkembang pesat, terutama di pulau Jawa, sebagai dampak dari kebijakan moratorium penebangan pohon dari hutan alam. Bambu yang baru ditebang, kebanyakan memiliki warna kulit luar hijau. Kemudian berubah menjadi kuning gading, jika dikeringkan atau menjadi kelabugelap jika lama direndam dalam air atau disimpan di tempat lembab. Penelitian untuk mempertahankan warna asli bambu telah dilakukan antara lain oleh Chang *et al.* (2000) menggunakan bahan berbasis khromium dan Wu *et al.* (2005) menggunakan tembaga asetat, tembaga nitrat, dan tembaga klorida. Menurut Herawati (2005), warna merupakan sesuatu yang unik karena dapat mengubah nuansa lingkungan, menciptakan gaya tertentu, mengatur suasana hati (*mood*) dan mengubah persepsi. Dengan demikian, pemilihan warna menjadi sangat personal karena dapat mengekspresikan pribadi seseorang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas larutan campuran tembaga sulfat dan nikel nitrat dalam mempertahankan warna hijau kulit bambu apus. Tembaga sulfat (*copper sulphate* atau *cupric sulfate*, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) adalah garam anorganik, mudah larut dalam air berwarna biru, digunakan sebagai bahan pengawet kayu. Sementara, nikel nitrat (*nickel nitrate*, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) adalah juga garam anorganik, mudah larut dan air, berwarna hijau, berfungsi sebagai pengoksid dan banyak dipakai dalam pembuatan tong (*kegs*) dan peti (*box*) dari kayu (Lange dan Forker, 1967). Penggunaan bahan tersebut diharapkan dapat meningkatkan intensitas warna hijau pada bambu tersebut.

II. BAHAN DAN METODE

Bambu yang digunakan adalah bambu apus (*Gigantochloa apus* Kurz), diambil dari tanaman rakyat di Desa Sayang, Kabupaten Sumedang. Umur batang bambu berkisar antara 2-4 tahun. Batang bambu dalam keadaan basah (segar) dibagi menjadi tiga bagian, yaitu pangkal, tengah dan ujung. Dari setiap bagian panjang masing-masing diambil satu ruas. Selanjutnya dibungkus dengan *aluminium foil* agar tidak terkena sinar matahari langsung. Untuk setiap perlakuan disediakan tiga contoh uji yang dibuat dengan cara membelah dan memotong ruas menjadi ukuran 3 cm x 2 cm x tebal, sebanyak 11 buah, sehingga contoh uji seluruhnya sebanyak 33 buah termasuk kontrol. Metoda pengawetan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rendaman dingin dengan menggunakan senyawa kimia berupa bahan anorganik larut air ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$), yang diharapkan terjadi proses difusi ke dalam struktur bambu. Pada proses difusi, semakin tinggi kadar air, semakin baik proses difusi tersebut berlangsung (Anonim, 1999). Kadar air rata-rata contoh uji pada bagian bawah, tengah dan atas batang masing-masing 141,67%, 107,79% dan 102,52%. Kemudian contoh uji tersebut direndam dalam larutan campuran tembaga sulfat dan nikel nitrat, selama 24 jam. Komposisi dan konsentrasi larutan campuran tembaga sulfat dan nikel nitrat yang digunakan disajikan dalam Tabel 1. Retensi dihitung berdasarkan selisih penimbangan berat contoh uji sebelum dan sesudah pengawetan.

Pengukuran warna menggunakan alat colour difference meter CDX -105 (buatan Murakami Color Research Laboratory No.11-3, Kachidoki 3-Chome Tokyo) dengan diameter jendela percobaan 5 mm. Nilai tristimulus X, Y, Z semua contoh uji diperoleh langsung dari color meter. Berdasarkan data tersebut, L^* (nilai pada sumbu hitam/putih), a^* (nilai pada sumbu merah/hijau) dan b^* (nilai pada sumbu biru/kuning)

penyerasian warna dihitung berdasarkan *Commission on Internationale de Enluminure* (CIE) dengan menggunakan persamaan berikut (Gunther, 1986, Syukur, 1995 dan Dubey *et al.* 2010)

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

dimana: L^* nilai hitam-clear (0 -100), a^* nilai + (merah) dan - (hijau) dan b^* nilai + (biru) dan - (kuning). $\Delta L^* = L^*$ setelah perlakuan - L^* sebelum perlakuan, $\Delta a^* = a^*$ setelah perlakuan - a^* sebelum perlakuan, $\Delta b^* = b^*$ setelah perlakuan - b^* sebelum perlakuan. ΔE_{ab}^* = total perbedaan warna.

Tabel 1. Komposisi dan konsentrasi larutan (tembaga sulfat dan nikel nitrat) untuk perendaman bambu.

Table 1. Composition and concentration of solution (copper sulfate and nickel nitrate) for bamboo immersion.

No. Perlakuan (Treatment No.)	Komposisi (Composition), g			Kons. (Conc.) (% b/b)
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Ni(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	H ₂ O	
1	1,0	2,0	97,0	3,0
2	1,5	2,5	96,0	4,0
3	2,5	3,0	94,5	3,5
4	4,0	3,5	92,5	7,5
5	3,5	4,0	92,5	7,5
6	2,0	1,0	97,0	3,0
7	2,5	1,5	96,0	4,0
8	3,0	2,5	94,5	5,5
9	6,0	4,0	90,0	10,0
10	4,0	6,0	90,0	10,0

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Retensi

Data hasil penetapan absorpsi larutan campuran garam dalam bagian tertentu batang bambu disajikan pada Tabel 2, sedang analisis keragaman terhadap retensi tersebut pada Tabel 3. Dari Tabel 2, diketahui retensi tertinggi diperoleh pada proporsi campuran tembaga sulfat : nikel nitrat (3,5 : 4,0) atau konsentrasi 7,5% (Tabel 1), yaitu 0,102 g/cm³. Sementara retensi terendah diperoleh pada perbandingan tembaga sulfat : nikel nitrat (2,5 : 1,5) atau konsentrasi 4,0% yaitu 0,048 g/cm³. Hasil sidik ragam (Tabel 3) perlakuan menunjukkan tidak berbeda (tingkat kepercayaan 99%). Hasil sidik ragam (Tabel 4) menunjukkan bahwa posisi letak pada batang berpengaruh sangat nyata terhadap retensi pada taraf $\alpha = 1\%$. Hal itu berarti proporsi bahan yang digunakan atau konsentrasi larutan dan posisi

letak pada batang bersama-sama mempengaruhi retensi. Berdasarkan hasil uji Duncan dengan $\alpha = 1\%$ (Steel dan Torrie, 1980) ternyata retensi pada bagian atas batang cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan pada bagian tengah dan bawah di mana retensi yang diperoleh pada bagian atas berbeda sangat nyata dengan pada bagian tengah dan pangkal dengan nilai masing-masing sebesar 0,075 g/cm³ dan 0,100 g/cm³ pada taraf $\alpha = 1\%$. Hal itu mungkin disebabkan oleh struktur anatomi bambu pada bagian atas berbeda dengan pada bagian bawah dan tengah batang. Struktur anatomi tersebut antara lain dicirikan oleh adanya ikatan pembuluh (*vascular bundles*) yang meliputi *vessel* yang berdiameter 4,0-12 mikron dan *sieve tubes* serta serabut makin ke atas makin berkurang sementara kerapatan makin ke atas makin meningkat. Hal itu diduga karena pada bagian bawah batang umurnya lebih tua sehingga lebih banyak mengalami perubahan (degradasi) dinding sel, lignifikasi dan terbentuknya endapan

(deposit). Pada batang yang sudah tua, *vessels* dan *sieve tubes* dapat bersifat *impermeable* karena adanya endapan (deposit tersebut) berupa *gum* dan *tylosis* (Yap, 1967; Espiloy, 1987).

Di samping itu, sifat bambu apus mempunyai daya kembang susut yang relatif besar. Kembang-susut pada bambu yang belum dewasa (bagian

atas) lebih besar dibandingkan dengan bambu yang telah dewasa atau bagian pangkal (Protowomanan, 1962). Diduga ini terkait dengan adanya endapan tersebut, keadaan itu yang memungkinkan penyerapan larutan atau retensi pada bagian atas lebih besar dibandingkan dengan pada bagian tengah atau pangkal (Tabel 2).

Tabel 2. Retensi larutan campuran CuSO₄ dan Ni(NO₃)₂ ke dalam bagian tertentu batang bambu

Table 2. Retention of CuSO₄ and Ni(NO₃)₂ mixture solution into the particular portions of bamboo trunk

No.	Perbandingan berat (<i>Weight ratio</i>) CuSO ₄ : Ni(NO ₃) ₂	Retensi pada bagian batang (<i>Retention on bamboo portion</i>) (g/cm ³)			
		Pangkal (<i>Butt</i>)	Tengah (<i>Middle</i>)	Atas (<i>Top</i>)	Rataan (<i>Average</i>)
1	1 : 2	0,035	0,044	0,127	0,067
2	1,5 : 2,5	0,034	0,032	0,129	0,065
3	2,5 : 3	0,051	0,043	0,052	0,052
4	4 : 3,5	0,043	0,021	0,136	0,067
5	3,5 : 4	0,064	0,049	0,193	0,102
6	2 : 1	0,037	0,023	0,115	0,058
7	2,5 : 1,5	0,010	0,047	0,087	0,048
8	3 : 2,5	0,028	0,067	0,105	0,067
9	6 : 4	0,049	0,089	0,129	0,089
10	4 : 6	0,044	0,074	0,160	0,093

Tabel 3. Sidik ragam retensi larutan campuran garam CuSO₄ dan Ni(NO₃)₂ pada bambu

Table 3. Analysis of variance retention of solution CuSO₄ and Ni(NO₃)₂ salt mixture in the bamboo trunk (culm)

SK (SV)	Db	JK (SS)	KT (MS)	F.hit (F.cal.)	F _{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan ^{x)} (<i>Treatment^{x)}</i>)	9	0,00865	09,000961	0,364 ^m	2,40 ^m	3,45
Galat (<i>Error</i>)	20	0,05276	0,002638			
Total	29	0,06141				

Keterangan (*Remarks*): ^{x)}Komposisi dan konsentrasi larutan perendam (*Composition and concentration of steeping solution*), ^m = Tidak nyata (*Not significant*)

Tabel 4. Sidik ragam pengaruh posisi letak pada batang terhadap retensi larutan campuran garam anorganik

Table 4. Analysis of variance on the retention of anorganik salt solution at vertical position of bamboo trunk (culm)

SK (SV)	Db	JK (SS)	KT(MS)	Fhit.(Fcal.)	F _{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan ^{x)} (Treatment ^{x)})	2	0,04322	0,02161	32,06**	3,35	5,49
Galat (Error)	27	0,01819	0,000674			
Total	29	0,06141				

Keterangan (Remarks): ^{x)}Posisi vertikal bagian batang bambu (*Vertical position of the bamboo portion in its trunk*),
^{**} = sangat nyata (*Highly significant*)

B. Warna

Hasil pengukuran warna CIE (L*, a*, b*) pada contoh uji bagian bawah, tengah dan atas batang baik pada bambu yang diberi perlakuan maupun kontrol setelah dikering anginkan selama satu minggu dalam ruang terbuka di bawah atap, dapat dilihat pada Tabel 5. Dari Tabel 5, nilai kecerahan (L*) semua bagian bambu yang diberi perlakuan dibandingkan dengan kontrol relatif lebih tinggi. Hal itu menunjukkan bahwa larutan campuran garam tembaga sulfat dan nikel nitrat dapat meningkatkan kecerahan warna kulit bambu. Dengan menggunakan kriteria stimulus a* (nilai axis warna yaitu nilai a* negatif hijau sampai nilai a* positif merah, dapat diketahui bahwa nilai a* paling kecil diperoleh pada perendaman dalam larutan campuran 4 bagian tembaga sulfat dan 3,5 bagian nikel nitrat pada konsentrasi larutan 7,5% (b/b) dengan nilai masing-masing pada bagian pangkal, tengah dan atas, yaitu -14,3 ; -14,1 dan -14,1. Hal itu menunjukkan bahwa campuran tersebut paling efektif dalam mempertahankan warna hijau bambu tali. Sementara itu, pada contoh yang tidak diberi perlakuan nilai a* pada bagian pangkal, tengah dan atas masing-masing -9,6; 2,8 dan -4,7 atau jarak perbedaan kedua nilai tersebut masing-masing menjadi sebesar -5,3 ; -16,9 dan -9,4. Dari nilai itu menunjukkan bahwa bagian tengah batang lebih hijau, kemudian disusul oleh bagian atas dan pangkal.

Dari Tabel 6, diketahui nilai (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔE^*) yang diperoleh pada perendaman dalam larutan campuran 4 bagian tembaga sulfat dan

3,5 bagian nikel nitrat pada konsentrasi larutan 7,5% (b/b) yaitu berturut- turut (-31,8, -14,8, 17,0 dan 39,1) berbeda dengan pada kontrol (-61,8, -4,3, 15,11 dan 64,3). Hasil percobaan pada bambu *Dendrocalamus latiflorus* menggunakan bahan pengawet CCA (Boliden K33) diperoleh nilai Δa^* -5,5 (Chang, 2000). Perbedaan hasil tersebut disebabkan oleh perbedaan lokasi bagian vertikal bambu pada batangnya (atas, tengah, bawah) dan perbedaan komposisi campuran (tembaga sulfat dan nikel nitrat) yang digunakan. Dengan demikian penggunaan larutan campuran (tembaga sulfat dan nikel nitrat pada proporsi dan konsentrasi tersebut dapat digunakan untuk mempertahankan warna hijau pada kulit bambu. Menurut Chang (2000), bagian terluar kulit bambu mempunyai lapisan sel epidermis, mengandung berlimpah khlorofil. Klorofil yang terdapat dalam tumbuhan tingkat tinggi kebanyakan terdiri atas tipe a dan b, yaitu sel yang dapat berfotosintesis, mengandung satu atau beberapa pigmen klorofil, umumnya berwarna hijau. Secara kimia semua klorofil mengandung rantai porfirin (tetraphyrol) dengan satu atom magnesium terikat secara ketat di tengah. Apabila atom Mg dalam molekul klorofil tersebut digantikan oleh ion H, maka akan terjadi perubahan warna menjadi coklat (Palmer dan Pauline, 1972). Berdasarkan alasan itu, umur klorofil pada bagian pangkal bambu lebih tua dibandingkan di bagian tengah dan atas. Klorofil tua mengalami perubahan susunan molekul dan pengurangan cairan sel protoplasma, menuju kepada kematian sel.

Tabel 5. Nilai warna berdasarkan CIE (L* a* b*) pada permukaan pangkal, tengah dan atas batang bambu

Table 5. Values of CIE (L a*b*) based color on the surface at butt, middle and top portions of bamboo trunk*

No.	Proporsi campuran (Mixture proportion) CuSO ₄ : Ni(NO ₃) ₂	Pangkal (Butt)				Tengah (Middle)				Atas (Top)			
		L*	a*	b*	ΔEab	L*	a*	b*	ΔEab	L*	a*	b*	ΔEab
K	0 : 0	30,6	-9,9	9,8	64,51	32,0	2,9	20,5	64,66	33,0	-4,6	19,0	65,55
1	1 : 2	59,6	-7,9	20,8	40,25	59,9	-8,6	23,4	41,47	59,9	-7,8	23,4	41,31
2	1,5 : 2,5	63,8	-4,6	22,2	36,91	63,9	-3,0	22,1	36,46	64,0	-3,1	21,9	39,88
3	2,5 : 3	64,5	-7,4	27,1	39,81	63,2	-3,0	26,3	39,66	63,3	-3,8	26,5	39,78
4	4 : 3,5	61,8	-14,9	18,4	39,37	61,9	-14,1	17,7	38,68	61,9	-14,1	17,7	35,44
5	3,5 : 4	60,0	-5,1	16,8	37,56	60,1	-5,1	16,7	34,49	60,0	-5,5	16,0	37,30
6	2 : 1	62,3	-5,7	18,3	35,50	62,5	-5,6	18,5	36,18	62,3	-3,8	18,0	35,86
7	2,5 : 1,5	60,9	-1,3	19,5	37,59	61,3	-1,4	17,2	36,18	61,9	-3,0	19,0	36,60
8	3 : 2,5	59,6	-5,5	18,6	38,28	60,3	-5,7	20,3	38,96	59,4	-4,2	18,2	38,57
9	6 : 4	59,6	-1,0	15,2	36,90	60,0	-2,2	15,9	36,87	60,0	-2,1	15,7	36,82
10	4 : 6	56,7	-5,1	20,7	42,19	58,0	-5,3	21,2	41,31	57,1	-5,2	21,2	41,39

Tabel 6. Rataan nilai CIE (L* a*b*) pada permukaan bambu

Table 6. CIE (L a*b*) average value on the surface simple bamboo*

No	CuSO ₄ : Ni(NO ₃) ₂	L*	a*	b*	L*	a*	b*	E*
K	0 : 0	31,8	-3,8	16,4	-61,8	-4,3	15,1	64,3
1	1 : 2	59,8	-8,1	22,5	-33,9	-8,6	21,2	41,0
2	1,5 : 2,5	63,9	-3,5	22,0	-29,9	-4,0	20,7	37,4
3	2,5 : 3	63,6	-4,7	26,6	-30,0	-5,2	25,3	39,7
4	4 : 3,5	61,8	-14,3	18,3	-31,8	-14,8	17,0	39,1
5	3,5 : 4	60,0	-5,2	16,5	-33,7	-5,7	15,1	37,5
6	2 : 1	62,4	-5,0	18,2	-31,4	-5,5	16,9	36,0
7	2,5 : 1,5	61,3	-1,9	18,5	-32,3	-2,4	17,2	32,8
8	3 : 2,5	59,7	-5,1	19,0	-33,9	-5,7	17,6	38,7
9	6 : 4	59,8	-1,7	15,6	-33,9	-2,3	14,2	37,6
10	4 : 6	57,5	-5,2	21,0	-36,2	-5,7	19,6	41,6

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Perendaman bambu apus basah dalam larutan campuran nikel nitrat dan tembaga sulfat dengan komposisi yang bervariasi menghasilkan retensi relatif sama, sehingga tidak perlu dilakukan

pengelompokan berdasarkan letak pada batang, meskipun batang bagian atas cenderung lebih mudah menyerap larutan.

2. Berdasarkan hasil percematan skala warna pada permukaan bambu menggunakan sistem tiga dimensi CIE, nilai (L*, a*, dan b*) untuk bambu

kontrol pada bagian pangkal (30,6, -9,9 dan 9,8) lebih hijau dibandingkan dengan di bagian tengah dan atas berturut-turut (32,0, 2,9 dan 20,5) dan (33,0, -4,6 dan 19,0).

3. Berdasarkan hasil percematan, untuk mempertahankan warna hijau pada bambu apus cenderung efektif jika digunakan campuran 4 bagian tembaga sulfat dan 3,5 bagian nikel nitrat pada konsentrasi 7,5% (b/b). Pencermatan skala warna tersebut juga mengindikasikan pada bagian tengah dan atas batang bambu yang diberi perlakuan cenderung lebih hijau dibandingkan dengan warna kulit pada bagian pangkal.

4. Karena kulit bambu melekat kuat dan sukar ditembus oleh air, perlu dicarikan bahan dan pelarut lain yang sesuai agar bahan pigmen hijau khlorofilnya tidak mudah terdegradasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, S.T and J.H. Wu. 2000. Green -color conservation of ma bamboo (*Dendrocalamus latiflorus*) treated with chromium-based reagent. *J.Wood Sci.* 46:40-44.
- Dubey, M.K., S.Peng and J. Walker. 2010. Color and dimensional stability of oil heat-treated *Radiata Pinewood* after accelerated uv weathering. *Forest Products J.* 60(5):453-459.
- Gunter, K. 1986. *Experimental Techniques and Practical Application*. Hauser Publishers, Munich, Vienna, New York.
- Espiloy Z.B. 1987. Physico-machanical properties and anatomical relationship of some Phillippines bamboo. In: Anonim. 1990. *Bamboo as engineering materials*. An annotated bibliography. The IDRC Bamboo and Rattan Research Network.
- Herawati, E. 2005. *Warna alami kayu*. e-USU Repository. Universitas Sumatra Utara.
- Lange, N.A. and G. M. Forker. 1967. *Handbook of Chemistry*. Revised Tenth Edition. McGraw-Hill Book Company. New York, San Fransisco, Toronto, London, Sydney.
- Palmer, H.H. and P.C. Pauline. 1972. *Food Theory and Application*. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Prastowomanan. 1962. *Sifat fisik beberapa jenis bambu*. Direktorat Jendral Kehutanan. Jakarta.
- Syukur, A. 1996. Pengukuran warna dengan chroma-meter. *Arena Tekstil No.25*. hal. 22-28.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. Second Edition. McGraw-Hill Book Co. New York. 176-347.
- USDA-Forest Service. 1999. *Wood Preservation*. In: *Wood Handbook: Wood on an engineering materials*. USDA-Forest Service. Agricultural Handbook No. 72.
- Wijaya, E.A. 2011. *The utilization of bamboo: At present and for future*. Botani Division, Research Centre for Biology-LIPI. Cibinong. 9p.
- Wu, J.H., Min-Jay Chung and Shang-Tzen Chang. 2005. Green color protection of bamboo culms using one-step alkali pretreatment free process. *J.Wood Sci.* 51:622-627
- Yap, K.H. 1967. *Bambu Sebagai Bahan Bangunan*. Penerbit Cipta. Bandung.