

ANALISIS KANDUNGAN KIMIA KAYU JELUTUNG (*Dyera costulata*) BERDASARKAN POSISI KETINGGIAN BATANG

*Analysis of The Chemical Content of Jelutung (Dyera Costulata) Wood Based on
The Position of the Height of the Stem*

Dahlia Nuraini Pasaribu, Wiwin Tyas Istikowati, dan Budi Sutiya

Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat

ABSTRACT. *This study aims to determine the color of a sample qualitatively on jelutung wood including the base, middle, tip, and bark. Changes in color using a photometer are not only found in every type of wood, but also affect the position of the height on the stem. Color changes are generally influenced by extractive composition, temperature, humidity, light, and storage conditions (Sahin 2011). The color of the wood needs to be considered for pulp and paper, because the brighter the color of the wood, the better the quality of the pulp and paper produced. Jelutung wood has a smooth texture, the direction of the fibers is straight, and the slippery surface is slightly glossy so it is suitable for writing paper. And it can also be used as pulp and paper with the addition of chemicals and advanced treatment. Color change usually occurs due to the presence of substances that react before and after treatment on a sample.*

Keywords: *Jelutung; Dyera costulata; Color change; Photometer*

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui warna suatu sampel secara kualitatif pada kayu jelutung meliputi pangkal, tengah, ujung, dan kulit. Perubahan warna menggunakan fotometer pengukurannya tidak juga terdapat pada suatu jenis kayu yang berbeda, tetapi juga berpengaruh pada letak ketinggian pada batang. warna yang berubah pada umumnya dipengaruhi oleh sifat komposisi dari kadar ekstraktif, suhunya, kelembabannya, cahaya matahari, dan kondisi dimana sampel kita simpan (Sahin 2011). Kayu yang berwarna perlu diperhatikan pada pulp dan kertas, sebab warna kayu yang semakin cerah akan menentukan kualitas pulp dan kertas yang bagus pula. Kayu jelutung memiliki tekstur halus, arah seratnya lurus dan permukaan licin sedikit mengkilap sehingga cocok diperuntukkan sebagai kertas tulis. Dan juga bisa diperuntukkan menjadi kertas dan pulp dengan menambahkan bahan kimia juga dilakukan perlakuan lebih lanjut. *Colour Change* atau perubahan warna biasa terdeteksi sebab terdapatnya kandungan yang bereaksi antara zat sesudah dan sebelum perlakuan pada sampel.

Kata kunci: Jelutung : *Dyera costulata; Colour change; Fotometer*

Penulis untuk korespondensi, surel: dahlianurainipasaribu144@gmail.com

PENDAHULUAN

Hutan adalah kehidupan yang sebarannya luas di seluruh lapisan bumi. Manusia bisa mendapatkan hutan dimana saja di daerah yang tropis atau pun di daerah yang beriklim dingin, dataran yang rendah maupun pada pegunungan. Dalam hutan banyak dijumpai bermacam macam tumbuhan dan pohon yang dapat memberikan hasil kayu yang dapat dijadikan sebagai bahan untuk konstruksi bangunan dan mempunyai nilai jual atau ekonomi yang tinggi. Kalimantan Selatan memiliki hutan alam yang cukup luas yaitu 1.779.982 ha masyarakat tidak menyadari bahwa ada banyak sekali macam kayu yang tidak di dimanfaatkan dengan baik dan optimal, misalnya kayu Jelutung (*Dyera costulata*).

Pohon jelutung mempunyai ciri ciri dan sifat ringansehingga mudah dibentuk oleh karena itu banyak diproses menjadi berbagai macam kebutuhan sepertibingkai foto, pensil, dan kerajinan tangan lainnya (Junaidi AB & R Yunus, 2009).

Perubahan warna (*Colour change*) menjadi abu- abu akibat proses delignifikasi yang terjadi di permukaan kayu disebabkan oleh energi cahaya yang sampai secara langsung ke permukaan kayu (Deka & Petric, 2008) Perubahan warna permukaan kayu menjadi abu-abu merupakan hal yang sudah banyak diketahui akibat kayu terpapar di luar ruangan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan pada struktur kimia suatu bahan bahan yang dapat membuat perbedaan karakteristik optik (refleksi,

transmisi, dan absorpsi) dari suatu bahan (Stuth *et al.* 2003). Peralatan yang dipergunakan adalah fotometer yang tersusun dari sumber sinar lampu.Light Emitting Diodes (LED).yaitu.LED UV, LED biru, dan LED merah), detektor berupa Light Dependent Resistor (LDR), filter berasal 16 dari plastik (kisaran warna ungu hingga merah), dan multimeter. Fotometer dimanfaatkan dari sinar reflektans yang menghasilkan sinar pada permukaan benda. Refleksi ialah pantulan radiasi dari permukaan benda tanpa merasakan perbedaan panjang dari gelombang (Feather *et al.* 1988). Sumber sinar dari fotometer membuat LED,yang dimana peralatan elektronik sangat mini dan kecil (semikonduktor) yang memberikan sinar pada saat melewati arus. LED dibuat supaya mengetahui perubahan sinar kalau diberikan tegangan kedepan (forward bias) (Chandra *et al.* 2010). Keuntungan digunakan LED, seperti ukurannya kecil, daya listrik kecil (20-100 mA), dan tegangannya kecil (2-5 V) karena benar menggunakan instrumen jinjing (Menn 2004). Seluruh energi cahaya yang dipantulkan LED yang tampak oleh mata dihasilkan dalam spektrum yang (Feather *et al.* 1988). Perubahan warna bisa digunakan sistem $L^*a^*b^*$. Nilai L^* spesifik untuk posisi sumbu vertikal gelap sampe terang, dinyatakan pencerahan relatif dari sampel pada kisaran hitam total ($L^* = 0$) hingga putih total ($L^* = 100$). Nilai a^* spesifik pada posisi sumbu merah sampai hijau (positif $a^* =$ merah, negatif $a^* =$ hijau), dan nilai b^* spesifik untuk sumbu kuning-biru (positif $b^* =$ kuning, negatif $b^* =$ biru). $L^*a^*b^*$ mempunyai kelebihan karena hasilnya sesuai dengan struktur penglihatan sebenarnya, dan biasanya diperuntukkan dalam mengamati warna kulit (Muizzuddin *et al.* 1990).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Objek dalam penelitian ini adalah kayu jelutung pada bagian pangkal, tengah, ujung, dan kulit. Pengambilan sampel diambil dari Kalimantan Tengah.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian komponen kimia: Asam Asetat Glacial (CH_3COOH), Etanol (C_2H_5OH), Natrium Hidroksida (NaOH) 1 N, Alkohol

benzene (C_6H_6), Aceton (CH_3COH_3), Asam sulfat (H_2SO_4), Aluminium foil, dan Aquades.

Peralatan penelitian yang diperlukan sebagai berikut: parang, neraca/timbangan, oven, kertas saring, kertas label, tabung reaksi, hot plate waterbath, penjepit tabung reaksi, gelas ukur, gelas saring, gelas beker, pipet tetes, saringan 40 mesh dan 60 mesh, coron, magnetic, tabung soxlet, kamera dan alat tulis menulis.

Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Kayu, Universitas Lambung Mangkurat, Fakultas Kehutanan di Banjarbaru, provinsi Kalimantan Selatan. Penelitian ini sudah dilakukan selama kurang lebih dari 3 (tiga) bulan, Januari sampai dengan Maret 2021 mulai dari persiapan, pelaksanaan penelitian, pengamatan penelitian dan pengumpulan data dan analisis hingga penyusunan laporan penelitian.

Analisis Data

Sampel yang sudah diolah menjadi serbuk berikutnya disinari dengan alat yaitu fotometer. Sumber sinar yang dipantulkan dari fotometer sebagian atau setengahnya diserap dan sebagiannya lagi dipantulkan (sinar reflektans). Intensitas radiasi ini kemudian diperoleh oleh detektor setelah itu diubah menjadi suatu tegangan listrik. Perbedaan antara tegangan listrik yang dideteksi dengan sinar voltmeter sehingga didapat nilai berupa angka angka yang ditunjukkan pada nilai L, A, B pada setiap sampel. Sampel dan alat uji.colour change dapat dilihat pada Gambar 1



Keterangan: A, Alat yang digunakan untuk uji colour change; B, Sampel Uji

Gambar 1. Pengujian Colour Change

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Warna atau Colour Change

Perubahan Warna biasa terjadi karena reaksi dari pada zat zat perlakuan sebelum

dan sesudah pada suatu sampel. Pengukuran dilaksanakan pada sampel sebelum kadar uji ekstraktif dan sesudah kadar uji ekstraktif kelarutan air dingin, air panas, alben, NaOH 1%, dan kelarutan acetone. Hasil dari uji colour change kayu jelutung pangkal dan tengah dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Hasil Uji Colour Change pada Kayu Jelutung (*Dyera costulata*) di bagian Pangkal, Tengah

Kelarutan Ekstraksi	Pangkal			Tengah		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kontrol HVS Sampel sebelum perlakuan	85,24	3,16	0,71	85,24	3,16	0,71
E. Air Dingin	78,58	7,63	20,99	76,8	8,70	22,34
E. Air Panas	76,54	8,36	21,05	74,25	8,48	21,76
E. NaOH 1%	71,39	8,54	20,46	76,04	8,62	22,14
E. Alben	69,37	10,11	25,14	70,83	9,65	24,93
E. Aceton	73,16	7,56	20,97	72,47	8,16	21,44
	76,59	8,65	22,71	74,86	9,38	23,50

Tabel 2. Hasil Uji Colour Change Kayu Jelutung (*Dyera costulata*) bagian Ujung dan Kulit

Kelarutan Ekstraksi	Ujung			Kulit		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kontrol HVS Sampel sebelum perlakuan	85,24	3,16	0,71	85,24	3,16	0,71
E. Air Dingin	78,58	27,05	22,87	53,86	14,20	23,01
E. Air Panas	73,54	8,92	21,63	50,44	12,95	18,50
E. NaOH 1%	76,17	9,11	22,24	51,34	13,21	20,54
E. Alben	68,86	10,32	26,60	47,22	11,49	19,33
E. Aceton	73,94	8,34	21,86	49,77	12,34	19,06
	73,02	10,02	24,61	50,76	13,88	22,03

Cerah (L^*), merah-hijau (a^*), dan kuning-biru (b^*) kertas HVS diperuntukkan menjadi salah satu kontrol untuk mendeteksi energi cahaya ke perubahan (Δ) pada suatu sampel kayu jelutung dengan bagian pangkal, tengah, ujung, dan kulit. Perubahan warna kayu dilakukan dengan mengukur nilai warna kayu pada 3 titik di setiap contoh uji dengan sistem CIELab yang telah dikembangkan oleh the Commission International de l'Eclairage (CIE) menggunakan parameter L^* kecerahan, a^* merah – hijau, dan b^* kuning – biru (Krisdianto, 2013; Ozgenc *et al.*, 2012). Pencerahan (L^*) sampel sebelum perlakuan pangkal lebih besar dibanding kecerahan setelah ekstraksi. (a^*) warna merah hijau sampel awal lebih rendah dari pada pencerahan setelah ekstraksi tidak termasuk ekstraksi alben. Warna kuning biru (b^*) sampel awal pada bagian pangkal menurun juga sesudah perlakuan mengalami kenaikan b^* pada arah kuning terdeteksi pada uji kelarutan, NaOH 1%, dan acetone.

Nilai L^* tengah cenderung menurun dari sesudah perlakuan. Sampel kayu jelutung pada bagian tengah dengan kelarutan NaOH 1% dan acetone ke arah merah lebih dominan, karena nilai a^* lebih tinggi dari pada setelah perlakuan. Sedangkan pada kelarutan air

dingin, air panas, dan alben menunjukkan warna kuning. Nilai b^* pada sampel bagian tengah sesudah perlakuan rendah. Hasil b^* dari pada uji setelah perlakuan menunjukkan warna biru kecuali pada kelarutan NaOH 1% dan acetone cenderung berwarna kuning.

Kecerahan L^* pada uji sebelum perlakuan dibagian pucuk sangat besar dari pada setelah ekstraksi. a^* warna merah hijau sampel awal lebih tinggi dari kecerahan setelah perlakuan. Warna kuning biru b^* sampel awal pada bagian ujung mengalami penurunan juga sesudah perlakuan tingkatan b^* ke arah kuning terjadi pada perlakuan NaOH 1% dan acetone.

Nilai L^* pada kulit cenderung menurun setelah ekstraksi (Tabel 2). Sampel pada kulit kayu jelutung sesudah perlakuan lebih ke warna merah, sebab hasil a^* lebih tinggi dari pada sebelum dilakukannya perlakuan. Nilai b^* pada serbuk bagian kulit setelah ekstraksi menurun hal ini menunjukkan warna biru pada nilai b^* .

Kenaikan perbedaan warna pada serbuk pohon jelutung antara lain pangkal, tengah, ujung, dan kulit sebelum dan setelah perlakuan bisa diperhatikan Tabel 3-6.

Table 3. Nilai kenaikan perubahan warna Kayu Jelutung Bagian Pangkal

Kelarutan Ekstraksi	ΔL^*	Pangkal				
		Peningkatan %	Δa^*	Peningkatan %	Δb^*	Peningkatan %
Serbuk Awal	6,66		-4,47		-20,28	
E. Air Dingin	2,04	69,36	-0,73	116,33	-0,06	100,29
E. Air Panas	7,19	-7,95	-0,91	120,35	0,53	102,61
E. NaOH 1%	9,21	-38,28	-2,48	155,48	-4,15	120,46
E. Alben	5,42	18,61	0,07	101,56	0,02	100,09
E. Acetone	1,99	70,12	-1,02	122,81	-1,72	108,48

Perubahan kecerahan (ΔL^*) kayu jelutung pada bagian pangkal lebih gelap dari kertas HVS. Kenaikan hasil ΔL^* terbesar didapat di serbuk ekstraksi acetone adalah 70,12. Peningkatan kayu jelutung pada bagian pangkal terendah yaitu -38,28 dengan ΔL^* 9,21 untuk kelarutan NaOH 1% dan -7,95 pada perlakuan air panas.

Hasil kemerahan merahan Δa^* terendah ialah serbuk perlakuan alben 101,56%, diikuti perlakuan air dingin 116,33% dan ekstraksi air

panas 120,35%. Hasil Δa^* terbesar ialah cenderung kehijauan yaitu NaOH senilai 155,48% dan acetone 122,81%. Perubahan Δb^* pada kenaikan terendah yaitu kelarutan alben 100,09%, air dingin 100,29%, dan air panas 102,61%. Peningkatan Δb^* tertinggi yaitu NaOH 1% 120,46 dan acetone 108,48. Peningkatan Δb^* alben hanya 100,09%, sebab warna serbuk pada perlakuan alben lebih ke arah kuning oleh karena itu hasil kenaikan kecil.

Tabel 4. Nilai Kenaikan perubahan warna pohon Jelutung Bagian Tengah

Kelarutan Ekstraksi	ΔL^*	Peningkatan %	Tengah			
			Δa^*	Peningkatan %	Δb^*	Peningkatan %
Serbuk Awal	8,44		-5,54		-21,63	
Air Dingin	2,55	69,78	0,22	103,97	0,58	102,68
Air Panas	0,76	90,99	0,08	101,44	0,2	100,92
NaOH 1%	5,97	29,26	-0,95	117,14	-2,59	111,97
Alben	4,33	48,69	0,54	109,74	0,9	104,16
Aceton	1,94	77,01	-0,68	112,27	-1,16	105,36

Peningkatan nilai ΔL^* pada kayu jelutung bagian tengah tertinggi pada kelarutan air panas 90,99%, dan 77,01% pada kelarutan aceton. Peningkatan ΔL^* bagian tengah terendah 29,26% pada NaOH 1% . Nilai Δa^* bagian tengah cenderung ke warna hijau karena NaOH 1% -0.95% dan aceton -0,68 bernilai negatif sedangkan air dingin 0,22%, air panas 0,08%, dan alben 0,54% mendekati nilai minus. Kenaikan kehijauan Δa^* terbesar 117,14% terhadap perlakuan NaOH 1% dan

112,27% pada kelarutan aceton. Δa^* pada peningkatan kelarutan terendah air panas 101,44%. Berdasarkan nilai Δb^* , maka nilai peningkatan kayu jelutung bagian tengah pada tiap ekstraksi tinggi dan lebih dari seratus persen. Kisaran peningkatan Δb^* untuk kayu jelutung bagian tengah berkisar 100,92-111,97%. Peningkatan terendah ditemui pada air panas, air dingin dan disusul oleh alben, aceton, dan NaOH 1% (Tabel 4).

Tabel 5. Nilai Kenaikan perubahan warna pohon Jelutung Bagian Ujung

Kelarutan Ekstraksi	ΔL^*	Peningkatan %	Ujung			
			Δa^*	Peningkatan %	Δb^*	Peningkatan %
Serbuk Awal	6,66		-23,89		-22,16	
E. Air Dingin	5,04	24,32	18,13	175,88	1,24	105,59
E. Air Panas	2,41	63,81	17,94	175,09	0,63	102,84
E. NaOH 1%	9,72	-45,94	16,73	170,02	-3,73	116,83
E. Alben	4,64	30,33	18,71	178,31	1,01	104,55
E. Aceton	5,56	16,51	17,03	171,28	-1,74	107,85

Peningkatan nilai ΔL^* pada kayu jelutung bagian ujung tertinggi 63,81% pada kelarutan air panas dan alben 30,33%. Peningkatan nilai ΔL^* ujung terendah NaOH 1% sebesar -45,94%. Nilai Δa^* ujung cenderung ke arah merah. Kenaikan pada warna kemerahan (Δa^*) terbesar 178,31% pada ekstraksi alben dan 175,88 pada ekstraksi air dingin. Δa^* pada peningkatan kelarutan terendah sebesar

170,02 NaOH 1%. Berdasarkan nilai Δb^* , maka nilai peningkatan kayu jelutung bagian ujung untuk setiap perlakuan besar dan lebih 100%. Untuk Kisaran kenaikan Δb^* pada kayu jelutung bagian ujung berkisar 102,84-116,83%. Peningkatan tertinggi berada pada kelarutan NaOH 1%, Aceton, air dingin, alben, dan air panas.

Tabel 6. Nilai Peningkatan perubahan warna Pohon Jelutung Bagian Kulit

Kelarutan Ekstraksi	ΔL^*	Peningkatan %	Kulit			
			Δa^*	Peningkatan %	Δb^*	Peningkatan %
Serbuk Awal	31,38		-11,04		-22,3	
Air Dingin	3,42	89,10	1,25	111,32	4,51	120,22
Air Panas	2,52	91,96	0,99	108,96	2,47	111,07
NaOH 1%	6,64	78,84	2,71	124,54	3,68	116,50
Alben	4,09	86,96	1,86	116,84	3,95	117,71
Aceton	3,1	90,12	0,32	102,89	0,98	104,39

Peningkatan nilai ΔL^* pada kayu jelutung bagian kulit terendah 78,84% pada kelarutan NaOH 1% dan alben 86,96%. Peningkatan nilai ΔL^* kulit terbesar 91,96% pada kelarutan air panas dan 90,12 pada kelarutan aceton. Nilai Δa^* pada kulit lebih ke arah hijau sebab mendekati nilai minus. Peningkatan warna kehijauan (Δa^*) terbesar NaOH 1% sebesar 124,54 dan kelarutan alben sebesar 116,84. Δa^* pada peningkatan kelarutan terendah

sebesar 102,89 aceton. Berdasarkan nilai Δb^* , maka nilai peningkatan kayu jelutung bagian kulit pada setiap ekstraksi besar juga melebihi 100 persen. Kisaran peningkatan Δb^* pada kayu jelutung bagian kulit berkisar 104,39-120,22%. Peningkatan terendah ditemui pada kelarutan aceton sebesar 104,39%, air panas sebesar 111,07, NaOH 1% sebesar 115,50, alben sebesar 117,71, dan air dingin sebesar 120,22.

Tabel 7. Hasil ΔE^* Kayu Jelutung Bagian Pangkal, Tengah, Ujung, Dan Kulit

Bahan	ΔE^*					
	Sampel Awal	Air Dingin	Air Panas	NaOH 1%	Alben	Aceton
Pangkal	21,80	2,16	7,26	10,40	5,42	2,82
Tengah	56,97	2,62	0,78	6,57	4,45	2,36
Ujung	33,25	18,85	18,11	19,70	19,30	17,99
Kulit	40,04	5,79	3,66	8,06	5,98	3,26

Total perbedaan (ΔE) pada kayu jelutung bagian pangkal, tengah, ujung, dan kulit serbuk sebelum perlakuan dengan serbuk uji sesudah perlakuan sangat besar. Hasil ΔE sampel awal pangkal lebih rendah dari tengah, ujung, dan kulit. Hasil ΔE berdasarkan kontrol yaitu kertas HVS. Hasil ΔE pangkal yang lebih kecil karena warna serbuk sebelum perlakuan serbuk pangkal pohon jelutung secara menyeluruh kuning kecoklatan (*brown*), sedangkan warna serbuk bagian tengah dan ujung berwarna kuning namun terdapat perbedaan kecerahannya, dimana bagian ujung cerah kuning, dan bagian tengah kuning keputih-putihan serta kulit berwarna coklat kemerah-merahan.

Nilai perubahan ΔE kelarutan air dingin bagian ujung lebih tinggi dari pangkal 2,16, tengah 2,62, dan kulit 5,79. Kelarutan air panas pada bagian tengah sangat rendah di banding pangkal, kulit, dan ujung. ΔE Kelarutan NaOH 1% menunjukkan bahwa bagian tengah kayu jelutung lebih rendah dari bagian pangkal, ujung, dan kulit. ΔE Kelarutan alben pada ujung sebesar 19,30 lebih tinggi dari pangkal 5,42, tengah 4,45, dan kulit 5,98. Nilai ΔE Kelarutan aceton tengah sangat rendah hanya memiliki nilai 2,36 sedangkan pada pangkal 2,82, ujung 17,99, dan kulit 3,26. Besarnya ΔE ditunjukkan pada tinggi tidaknya reaksi kimia yang terjadi sebelum dan setelah ekstraksi. Esteves et al. 2008 mengemukakan kecerahan kayu atau serbuk yang dipanaskan cenderung mengecil berdasar perubahan massanya. Colour change menjadi abu-abu akibat proses

delignifikasi yang terjadi di permukaan kayu disebabkan oleh energi cahaya yang sampai secara langsung ke permukaan kayu. Secara umum Colour change dipengaruhi oleh susunan ekstraktif, suhu, kelembapan, cahaya matahari, dan kondisi penyimpanan (Sahin 2011). Colour change juga berpengaruh terhadap posisi ketinggian pada batang, bagian pangkal berwarna kuning kecoklatan (*brown*), bagian tengah kuning keputih-putihan, bagian ujung cerah kuning, dan bagian kulit berwarna coklat kemerah-merahan. Warna kayu sangat berbeda beda pada setiap kayu pertama dan kayu terakhir, kecuali perubahan warna juga terjadi pada arah melintang dan juga radial (Esteves et al. 2008).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil dari perubahan warna kayu jelutung dengan posisi ketinggian batangnya antara lain pangkal, tengah, dan ujung memungkinkan untuk kertas tulis. tetapi pada bagian tengah kayu jelutung lebih mendominasi untuk proses bahan kertas tulis karena memiliki warna kuning keputih-putihan.

Saran

Saran dari penelitian ini ialah Perubahan warna bisa dipergunakan untuk mendeteksi warna pada sampel. Perubahan warna bisa dipadukan pada berbagai sampel tidak hanya pada kayu tetapi juga pada material lain seperti seperti tanah liat, madu, dan yang lain lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, F. & Arifianto, D. 2010. *Jago Elektronika Rangkaian Sistem Otomatis*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Esteves, B., Marques, A.V., Domingos, I. & Pereira, H. 2008. Heat-induced colour changes of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. *Wood science Technology*, 42:369–384.
- Feather, J.W., Ellis, D.J., & Leslie, G. 1988. A portable reflectometer for the rapid quantification of cutaneous haemoglobin and melanin. *Physics in Medicine and Biology*. 33(6):711–722.
- Junaidi AB & R Yunus. 2009. Kajian potensi tumbuhan gelam (*Melaleuca cajuput* Powel) untuk bahan baku industri pulp: aspek kandungan kimia kayu. *Jurnal Hutan Tropis Indonesia*, 28: 284-291.
- Krisdianto. 2013. Pengukuran warna kayu dengan sistem CIELab. *Forpro*, 2(1), 28– 31.
- Menn N. 2004. *Practical Optics*. New York: Elsevier.
- Muizzuddin N, K Marenus , D Maes & WP Smith. 1990. Use of Chromameter in assessing the efficacy of anti-irritants and tanning accelerators. *Journal of the Society of Cosmetic Chemists*, 41:369–378
- Pavia, Lampman & Kriz. 2000. *Introduction to Spectroscopy*. New York: John Wiley and Sons.
- Ozgenç, O., Hiziroglu, S., & Yildiz, U. C. (2012). Weathering properties of wood species treated with different coating applications. *Bioresources*, 7(4): 4875-4888
- Sahin, H.T. 2011. Colour Changes in Wood Surfaces Modified by a Nanoparticulate Based Treatment. *Wood Research*, 56 (4): 525-532.
- Stuth J., Jama, A., & Tolleson, D. 2003. Direct and Indirect Means of Predicting Forage Quality. *Field Crops Research*, 84: 45–56.