

HUBUNGAN ANTARA KADAR EKSTRAKTIF DENGAN SIFAT WARNA PADA KAYU TERAS JATI (*Correlation between Extractive Content and Colour Properties in Teak Heartwood*)

Ganis Lukmandaru

Departemen Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada
Jl. Agro No. 1 Bulaksumur, Sleman, Telp./Fax. 0274-550541
E-mail: ganisarema@lycos.com

Diterima 2 Februari 2015, Direvisi 4 Agustus 2015, Disetujui 13 Juli 2016

ABSTRACT

Beside for its high natural durability and resistancy of weather properties, teak (*Tectona grandis*) wood is also valued for its beautiful grain and colour. Theoretically, wood colour is highly affected by extractive content, particularly in the heartwood. Identification of correlation between wood colour and extractive content was determined through wood colour and extractive measurements on the outer part of heartwood zone. The wood samples were collected from two locations of Perum Perhutani forest plantations, i.e. KPH Randublatung (35 trees, age class III-IV) and KPH Purwakarta (32 trees, age class VI). Samples were cut from bottom part of the trees and then ground into powder measuring of 40-60 mesh. The wood colour properties (CIE-L*a*b, CIE-L*C*h, CIE-X*Y*Z, Munsell Colour Chart and ISO Brightness) were then measured. Solubility of the teak wood extractives were determined by extracting the powder in ethanol-benzene and hot water respectively. Results showed that the range of colour properties were L* = 40-62; a* = 3-11; b* = 19-31; C* = 20-31; h⁰ = 70-82; X = 10-25; Y = 8-23; Z = 4-13; H = 5-8; V = 3-8; C = 3-6; and W (ISO Brightness) = 4-12. Different sample location resulted in different trends of correlation between colour properties and extractive contents. No significant correlation was found between extractive solubles in hot water and colour parameters. In general, the best correlations were encountered between brightness parameters from CIE-L*a*b* or ISO with ethanol-benzene extractive contents (r = -0.54 or 0.50, respectively).

Keywords: *Tectona grandis*, extractives, colour properties, CIE-Lab, heartwood

ABSTRAK

Kayu jati (*Tectona grandis*) selain dikenal dengan keawetan alami dan ketahanan terhadap cuaca yang tinggi juga dihargai karena gambaran serat dan warna kayu yang bagus. Secara teoritis, warna kayu banyak dipengaruhi oleh kadar ekstraktif khususnya di bagian kayu terasnya. Dalam penelitian ini untuk memantapkan korelasi antara warna kayu dan kadar ekstraktif, penentuan dengan berbagai metode pengukuran warna dilakukan pada bagian teras terluar. Sampel kayu diambil dari bagian pangkal pohon dari dua lokasi hutan tanaman Perum Perhutani, yaitu KPH Randublatung (35 pohon, kelas umur III-IV) dan KPH Purwakarta (32 pohon, kelas umur VI). Dengan serbuk ukuran 40-60 mesh, kemudian diukur sifat warna (CIE-L*a*b, CIE-L*C*h, CIE-X*Y*Z, Munsell Color Chart, dan kecerahan ISO) dan kadar ekstraktifnya (etanol-benzena, air panas, dan total). Nilai rerata kadar ekstraktif etanol benzena (10,80 %) dan total (12,62 %) serta koefisien variasi (26,3 %) pada jati dari Purwakarta lebih tinggi dibandingkan jati dari Randublatung. Kisaran sifat warna yang diperoleh adalah L* = 40-62; a* = 3-11; b* = 19-31; C* = 20-31; h⁰ = 70-82; X = 10-25; Y = 8-23; Z = 4-13; H = 5-8; V = 3-8; C = 3-6; dan W (ISO brightness) = 4-12. Lokasi yang berbeda memberikan kecenderungan yang berbeda pada korelasi sifat warna dan kadar ekstraktifnya. Tidak ada korelasi nyata antara kelarutan dalam air panas dengan parameter warna. Secara keseluruhan, parameter kecerahan (L*) dari CIE-L*a*b* dan dari ISO

(W) memberikan korelasi terbaik dengan kadar ekstraktif etanol-benzena ($r = -0,54$ dan $0,50$ secara berturutan).

Kata kunci: *Tectona grandis*, ekstraktif, sifat warna, CIE-Lab, teras

I. PENDAHULUAN

Kayu jati dikenal keunggulannya selain karena keawetan alami serta ketahanan cuaca yang tinggi juga karena penampakan permukaan kayunya baik warna maupun seratnya. Menurut Bhat (1999), terdapat 4 kelompok warna dari habitat aslinya : 1) kuning-coklat keemasan (tipikal), 2) kuning coklat lebih gelap, 3) abu-abu coklat seragam (dihasilkan dari pohon yang tumbuh tidak lebih besar dari tahap tiang) dan 4) kuning ringan seragam. Warna kayu jati dari beberapa lokasi berbeda telah dikuantifikasi dalam berbagai penelitian sebelumnya (Bhat, Thulasides, Florence, & Jayaraman, 2005; Kokutse, Stokes, Bailleres, Kokou, & Baudasse, 2006; Lukmandaru, 2009a; Moya & Berrocal, 2010) yang menunjukkan variasi sangat lebar bergantung geografis, umur, abnormalitas, dan laju pertumbuhan.

Warna kayu berbeda secara lebar tidak hanya diantara spesies tetapi juga dalam satu pohon (Liu, 2005; Nishino, 1998) merupakan faktor penting dalam menentukan penggunaan khusus seperti furnitur dan vinir dekoratif yang sangat penting untuk atribut pemasaran. Sifat warna pada kayu teras tidak diragukan lagi disebabkan kadar ekstraktif di dalamnya, dimana karakter maupun jumlah ekstraktif akan berpengaruh (Hon & Minemura, 2001). Sifat warna telah dipakai untuk memprediksi sifat kayu lainnya seperti ketahanan terhadap rayap atau jamur (Amusant, Beauchene, Fournier, Janin, & Thevenon, 2004; Gierlinger et al. 2004a; Kijidani et al. 2012; Lukmandaru, 2011) dan dihubungkan dengan pengaruh pengeringan (Mottonen et al., 2002), dan perlakuan panas (Johansson & Moren, 2006) terhadap warna kayu.

Gierlinger et al. (2004a) menyatakan bahwa warna kayu dan kadar ekstraktif merupakan sifat yang bisa diwariskan sehingga melalui pemuliaan tanaman dapat dipilih kayu dengan warna tertentu dengan harapan untuk meningkatkan ketahanan alami kayu terhadap jamur karena berkorelasi dengan kadar ekstraktifnya. Penelitian kadar ekstraktif dan sifat warna pada jati selama ini

hanya dengan jumlah sampel terbatas untuk menjelaskan fenomena tertentu dan tidak didesain secara khusus untuk mencari korelasi antara kedua sifat tersebut. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi hubungan antara sifat warna dan kadar ekstraktif pada jati melalui pengukuran pada kayu teras yang berasal dari dua lokasi yang berbeda dan umur yang berbeda diharapkan untuk mendapatkan hubungan secara lebih umum. Sejauh ini, sistem koordinat CIE-L*a*b* dari *International Commission on Illumination* (CIE) paling banyak digunakan dalam pengukuran sifat warna kayu karena kemudahan dalam penafsirannya. Pada penelitian ini penentuan sifat warna juga dilakukan dengan beberapa sistem pengukuran untuk mengetahui metoda terbaik yang berkaitan erat dengan kadar ekstraktifnya.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Sampel penelitian ini terdiri dari dua kelompok jati berdasarkan asalnya, yaitu KPH Purwakarta (jenis tanah latosol) dan KPH Randublatung (jenis tanah grumusol) di hutan tanaman Perhutani. Pada KPH Purwakarta, diambil sampel pada kelas umur VI sebanyak 32 pohon, sedangkan di KPH Randublatung diambil sampel dari 35 pohon pada KU III-IV. Pada setiap pohon, bagian teras luarnya digergaji dalam bentuk blok kayu di bagian pangkal bebas banirnya. Selanjutnya pada bagian teras dipilih pada kayu yang sehat dan bebas doreng kemudian dibuat serbuk berukuran 40-60 mesh untuk pengukuran warna dan kadar ekstraktifnya.

B. Metode Penelitian

1. Penentuan Kadar Ekstraktif

Ekstraksi serbuk (2 g setara berat kering tanur) dilakukan secara berturutan dengan pelarut etanol-benzena (1:2, v/v) (ASTM, 1984a) melalui ekstraktor soxhlet selama 6 jam dan dilanjutkan dengan ekstraksi air panas selama 3 jam pada penangas air dengan suhu 100°C (ASTM, 1984b).

Ekstrak yang diperoleh ditimbang dan dikeringkan pada oven selama 1 jam pada suhu 100°C sesudah pelarutnya diuapkan. Kadar ekstraktif terlarut etanol-benzena (KEEB) dan kadar kelarutan dalam air panas (KEA) dihitung berdasarkan berat awal serbuk dalam kondisi kering tulang. Kadar ekstraktif total (KET) dihitung dari penjumlahan antara KEEB dan KEA.

2. Pengukuran Warna

Untuk menghindari perbedaan geometris, sampel untuk pengukuran warna diambil dari serbuk kayu kering angin. Pengukuran warna dilakukan pada bermacam sistem pengukuran: CIE (CIE-L*a*b*, CIE-L*C*h^o, dan CIE-XYZ), Munsell Color Chart, dan kecerahan ISO melalui alat spektrofotometer NF777 (Nippon Denshoku Ind. Co Ltd.). Kondisi pengukuran: diameter bukaan 6 mm, pencahayaan A (sinar lampu), sumber cahaya tungsten halogen, dan interval pengukuran 20 nm pada spektrum cahaya tampak (400-700 nm). Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali tiap sampel, rerata dari pengukuran tersebut dihitung sebagai parameter warna yang berbeda. Berikut penjelasan parameter pengukuran berdasarkan sistem pengukuran warnanya dari beberapa referensi (Darmaprawira, 2002; CIE, 1976; Munsell Color, 1976):

1. CIE-L*a*b* = nilai L* (kecerahan) dengan skala 0 (hitam) ~ 100 (putih); a* (kemarahan) dengan skala + (merah) dan (-) untuk hijau; b* dengan skala (+) untuk kuning dan (-) untuk biru.
2. CIE-L*C*h^o = nilai L* (kecerahan) dengan skala 0 (hitam) ~ 100 (putih); C* (kroma) yang menunjukkan tingkat kejenuhan/saturasi suatu corak warna dengan skala semakin besar berarti kadar warna putih pada suatu warna menjadi semakin sedikit atau jenuh; h^o menunjukkan corak warna dalam sudut dengan skala 0 = merah, 90° = kuning, 180° = hijau, 270° = biru, dan kembali ke 0° lagi.
3. CIE-XYZ = nilai X dan Z menunjukkan corak warna fiktif (tidak dapat direalisasikan) atau merupakan nilai turunan matematis yang tidak mewakili warna tertentu; nilai Y menunjukkan kecerahan dimana semakin tinggi nilainya maka semakin cerah.
4. Munsell Color Chart = nilai H (*hue*) menunjukkan corak warna yang dibagi menjadi

lima warna utama = R (merah), Y (kuning), G (hijau), B (biru) dan P (ungu) beserta lima warna pertengahan diantara lima warna utama (YR, GY, BG, PB, dan RP) dengan skala 1-10; V (*value*) menunjukkan kecerahan dengan skala 0-10 dari 0 untuk hitam murni sampai 10 untuk putih murni; C (*chroma*) menunjukkan tingkat kejenuhan/saturasi suatu corak warna dimana semakin besar nilainya berarti semakin jenuh dengan skala dari 0 untuk warna yang kurang intens sampai skala yang bervariasi bergantung pada kepekatan yang bisa dicapai suatu warna.

5. Kecerahan ISO (W) = merupakan standar Eropa untuk mengukur kecerahan pada panjang gelombang 457 nm dalam kondisi standar dengan skala 0 (hitam) - 100 (putih).

C. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif, sedangkan korelasi Pearson digunakan untuk menilai keeratan hubungan antara parameter yang diteliti. Seluruh perhitungan statistik menggunakan program SPSS versi 16.0.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kadar Ekstraktif

Hasil pengukuran pada kadar ekstraktif teras jati pada dua lokasi penelitian diringkaskan pada Tabel 1. Kisaran dari kadar ekstraktif dalam penelitian ini masih dalam kisaran normal jati dari Indonesia (Lukmandaru, 2009a; Syafii, 2000) tetapi di bawah nilai jati India (Bhat et al., 2005) pada nilai KEEB. Berdasarkan tabel tersebut, terlihat bahwa kisaran kadar ekstraktif bervariasi cukup lebar meski dalam satu populasi hutan tanaman yang diperlihatkan dari data standar deviasi atau koefisien variasinya. Hal ini terlihat khususnya pada KEA yang koefisien variasinya melebihi 20% terutama pada jati dari KPH Purwakarta.

KEEB atau KET yang diperoleh dari KPH Purwakarta lebih tinggi reratanya dibandingkan jati KPH Randublatung yang diduga karena perbedaan kelas umur (Lukmandaru, 2009b). Faktor tempat tumbuh diduga juga berpengaruh karena perbedaan jenis tanah seperti halnya penelitian Syafii (2000) yang membandingkan jati di Jawa Barat dan Jawa Timur. Kecenderungan

Tabel 1. Ringkasan data kadar ekstraktif di bagian teras luar kayu jati pada dua lokasi di hutan Perhutani

Table 1. Data summary of extractive content of teak in the outer heartwood part from two locations in Perhutani forest

Kadar Ekstraktif (<i>Extractive content</i>)	Randublatung (n = 35)				Purwakarta (n = 32)			
	Min (<i>Min</i>)	Maks (<i>Max</i>)	Rerata (Sd) [<i>Average (Sd)</i>]	KV (%) (<i>CV, %</i>)	Min (<i>Min</i>)	Maks (<i>Max</i>)	Rerata (Sd) [<i>Average (Sd)</i>]	KV (%) (<i>CV, %</i>)
KEEB	6,09	11,71	8,64 (1,64)	18,9	6,62	16,24	10,80 (2,85)	26,3
KEAP	1,14	3,19	1,92 (0,48)	25,0	0,28	4,10	1,82 (0,85)	46,7
KET	7,90	14,93	10,57 (2,12)	20,0	8,27	19,22	12,62 (3,69)	19,2

Keterangan (*Remarks*): KV(*CV*) = koefisien variasi (*coefficient of variation*), Sd = standar deviasi (*deviation standard*), min = minimum (*minimum*), maks = maksimum (*maximum*) KEEB = kadar ekstraktif etanol-benzena (*ethanol-benzene extractive content*), KEAP = kelarutan dalam air panas (*solubility in hot water*), KET = kadar ekstraktif total (*total extractive content*)

perbedaan kadar ekstraktif juga diamati oleh Bhat et al. (2005) pada jati India dan Weindeisen et al. (2003) pada jati Panama dengan jumlah sampel terbatas yang membandingkan pengaruh tempat tumbuh berdasarkan curah hujannya. Dalam eksperimen ini, di kedua lokasi penelitian ini curah hujannya tidaklah berbeda jauh karena Purwakarta merupakan daerah bayangan hujan atau tidak seperti di beberapa daerah lain di Jawa Barat yang curah hujannya relatif tinggi.

B. Sifat Warna

Hasil pengukuran pada sifat warna teras jati pada dua lokasi penelitian diringkas pada Tabel 2. Pada sifat warna, secara umum jika dibandingkan dengan kadar ekstraktifnya, kisaran nilainya relatif lebih sempit bila dilihat dari koefisien variasinya. Kisaran lebar terlihat pada parameter kemerahan a* (Randublatung), kecerahan ISO, serta nilai X, Y, dan Z dari CIE-XYZ. Dari reratanya, parameter kecerahan jati Purwakarta lebih gelap dari Randublatung bila dilihat dari lebih rendahnya nilai L* atau Y pada sistem CIE maupun nilai V pada sistem Munsell dan kecerahan ISO (W) dalam kisaran yang lebih sempit. Nilai rerata kekuningan b*, kroma C*, corak warna h, dan Z pada jati Randublatung lebih tinggi dalam kisaran yang bervariasi daripada jati Purwakarta. Kecenderungan sebaliknya didapatkan pada nilai a*. Nilai rerata pada parameter lainnya (X, H dan

C dalam Munsell) tidaklah banyak berbeda antara kedua lokasi tersebut. Hal ini berarti jati Randublatung selain lebih pucat, juga lebih kuning dan kurang jenuh/pekat dibandingkan jati Purwakarta. Selain karena umur, perbedaan kedua sifat warna warna kayu juga karena tempat tumbuh. Penelitian sebelumnya oleh Moya dan Berrocal (2010); Wilkins dan Stamp (1990); Nelson, Moeglin, dan Wahlgren (1969) mengindikasikan sifat warna dipengaruhi oleh perbedaan lingkungan atau perlakuan silvikultur.

Warna kayu berbeda secara lebar tidak hanya di antara spesies tetapi juga dalam satu pohon (Liu, 2005; Nishino, 1998). Dibandingkan penelitian sebelumnya pada jati Indonesia, nilai sifat warna yang diperoleh masih dalam kisaran penelitian sebelumnya (Lukmandaru, 2009a; 2009b). Pada sistem pengukuran CIE-L*a*b*, apabila dibandingkan dengan sifat warna jati dari India (Bhat et al., 2005), Costa Rica (Moya & Berrocal, 2010), serta jati dari Togo (Kokutse et al., 2006), maka nilai kecerahan L* dan kekuningan b* jati Indonesia masih dalam kisaran, tetapi nilai kemerahannya (a*) lebih rendah dibandingkan jati dari Togo dan Costa Rica. Pada sistem Munsell, apabila dibandingkan dengan jati India (Thulasidas et al., 2006), diperoleh nilai jati Indonesia pada corak warna (H) dan kecerahan (V) yang lebih rendah sedangkan nilai kroma (C) sedikit lebih tinggi.

Tabel 2. Ringkasan data pada sifat warna di bagian teras luar kayu jati pada dua lokasi di hutan Perhutani

Table 2. Data summary of colour properties of teak in the outer heartwood part from two locations in Perhutani forest

Sifat warna (Colour characteristics)	Randublatung (n = 35)				Purwakarta (n = 32)			
	Min (Min)	Maks (Max)	Rerata (Sd) (Average (Sd))	KV (%) (CV (%))	Min (Min)	Maks (Max)	Rerata (Sd) (Average (Sd))	KV (%) (CV (%))
CIE-L*a*b*								
L *	47,33	61,30	55,40 (2,32)	4,1	40,49	57,93	50,61 (3,66)	7,2
a*	3,85	9,23	7,07 (1,29)	18,1	7,00	10,23	8,34 (0,90)	10,7
b*	22,70	28,85	26,31 (1,34)	5,0	19,20	30,21	25,40 (2,13)	8,3
CIE-L*C*h ⁰								
C*	23,74	30,03	27,25 (1,33)	4,8	20,59	31,24	26,75 (2,16)	8,0
h ⁰	70,14	81,27	74,95 (2,73)	3,6	68,93	75,27	71,79 (1,73)	2,4
CIE-XYZ								
X	13,05	24,07	18,84 (2,65)	14,0	10,94	24,07	18,94 (2,82)	14,88
Y	9,54	22,22	17,09 (2,73)	15,9	8,44	21,75	15,97 (3,02)	18,9
Z	4,75	12,45	9,05 (1,61)	17,7	4,65	12,03	8,29 (1,92)	23,1
Munsell Color Chart								
H (Y/R)	5,4	8,0	6,80 (0,69)	10,5	5,20	7,41	6,28 (0,59)	9,3
V	4,0	5,5	4,83 (0,37)	7,6	3,50	5,40	4,67 (0,41)	8,7
C	4,40	5,20	4,75 (0,25)	5,26	3,90	5,80	4,87 (0,46)	9,4
Kecerahan ISO								
W	4,16	11,40	8,09 (1,55)	19,1	4,10	10,61	7,32 (1,70)	23,1

Keterangan (Remarks): KV(CV) = koefisien variasi (*coefficient of variation*), Sd = standar deviasi (*deviation standard*), min = minimum (*minimum*), maks = maksimum (*maximum*) L* = kecerahan (*brightness*), a* = kemerahan (*redness*), b* = kekuningan (*yellowness*), C* = kroma, (*chrome*), h⁰ = corak warna (*bue*), H = corak warna (*bue*), V = kecerahan (*brightness*), C = kroma (*chrome*), W = kecerahan (*brightness*)

C. Hubungan Sifat Warna dan Kadar Ekstraktif Kayu Jati

Hubungan sifat warna dan kadar ekstraktif teras jati disajikan secara terpisah berdasarkan lokasinya (Tabel 3 dan 4), serta penggabungan data dari kedua lokasi (Tabel 5).

Pada jati Randublatung, derajat korelasi terbaik didapatkan antara kecerahan L* dan KEEB (r= -0,60) atau kecerahan W dengan KEEB (r=-0,54). Parameter kecerahan lainnya seperti nilai Y dan C pada Munsell juga memberikan pola yang sama. Kecenderungan yang sama juga didapatkan antara KEEB dengan KET dengan derajat korelasi yang lebih kecil. Korelasi nyata antara KEEB dengan sifat lainnya (a*, b*, h⁰, X, dan Z) juga ada meski nilainya lebih kecil sedangkan tidak ada korelasi nyata antara KEAP dengan sifat warna. Korelasi tersebut diartikan bahwa semakin tinggi KEEB atau KET maka warna teras kayu akan semakin gelap, merah, tetapi berkurang kekuningannya (korelasi negatif pada b* dan h⁰). Berbeda dengan jati Randublatung, pada jati di Purwakarta, derajat

korelasi tertinggi didapatkan antara KEEB dengan nilai kroma (C) (r=0,57) kemudian pada sistem kecerahan ISO (W) dan nilai Z dengan nilai r=-0,47. Korelasi tersebut diinterpretasikan sebagai semakin tinggi KEEB maka warna teras akan gelap dan semakin pekat. Korelasi nyata juga didapatkan antara KET dengan nilai a*. Perbedaan lainnya antara kedua lokasi tersebut adalah jumlah yang berkorelasi nyata antara sifat warna dan kadar ekstraktif tidak sebanyak pada jati Randublatung. Persamaannya adalah tidak ada korelasi nyata antara KEAP dengan sifat warna.

Apabila data kedua lokasi digabung dan dikorelasikan (Tabel 5), maka terlihat beberapa korelasi nyata yang kecenderungannya lebih mirip pada jati di Randublatung dimana banyak korelasi nyata secara moderat diamati. Nilai korelasi tertinggi diamati pada parameter kecerahan ISO (W) dengan KEEB (r=-0,54 atau kecerahan L* dan KEEB (r=-0,50). Di luar kecerahan, nilai tertinggi didapatkan antara nilai Z dengan KEEB (r=-0,50), sedangkan antara KET dengan sifat warna meskipun terdapat korelasi

Tabel 3. Koefisien korelasi Pearson (r) untuk sifat warna dan kadar ekstraktif di bagian teras luar kayu jati pada KPH Randublating (35 pohon)

Table 3. Coefficient of Pearson's correlation (r) of colour properties and extractive content of teak in the outer heartwood part from KPH Randublating (35 trees)

Parameter warna (Colour parameter)	Kadar Ekstraktif Etanol benzena (Ethanol-benzene extractive content)	Kadar Terlarut Air Panas (Solubility in hot water)	Kadar Ekstraktif Total (Total extractive content)
L *	-0,60*	0,07	- 0,54**
a*	0,39*	0,01	0,36*
b*	-0,34**	0,10	-0,28
C*	-0,02	0,12	-0,17
h ⁰	-0,47*	0,01	-0,43**
X	-0,47**	-0,17	-0,47**
Y	-0,48**	-0,18	-0,49**
Z	-0,48**	-0,19	-0,49**
H	-0,42*	0,27	-0,45**
V	-0,53**	-0,16	-0,52**
C	-0,11	0,06	0,08
W	-0,54**	-0,18	-0,54**

Keterangan (Remarks) : lihat Tabel 2, * = berbeda nyata pada taraf uji 1 %, ** = berbeda nyata pada taraf uji 5 % (see Table 2, * = significant at the 1 % level, ** = significant at the 5 % level)

Tabel 4. Koefisien korelasi Pearson (r) untuk sifat warna dan kadar ekstraktif di bagian teras luar kayu jati pada KPH Purwakarta (32 pohon)

Table 4. Coefficient of Pearson's correlation (r) of colour properties and extractive content of teak in the outer heartwood part from KPH Purwakarta (32 trees)

Parameter warna (Colour parameter)	Kadar Ekstraktif Etanol benzena (Ethanol-benzene extractive content)	Kadar Terlarut Air Panas (Solubility in hot water)	Kadar Ekstraktif Total (Total extractive content)
L *	-0,21	-0,14	-0,22
a*	0,24	0,15	0,36*
b*	0,30	0,15	0,24
C*	0,32	0,16	0,27
h ⁰	0,008	-0,04	-0,17
X	-0,20	-0,16	-0,13
Y	-0,25	-0,19	-0,17
Z	-0,47**	-0,28	-0,34
H	0,05	-0,09	-0,07
V	-0,18	-0,17	-0,14
C	0,57**	0,23	0,45**
W	-0,47*	-0,28	-0,34

Keterangan (Remarks): Lihat Tabel 2 dan (see Table 2 and 3)

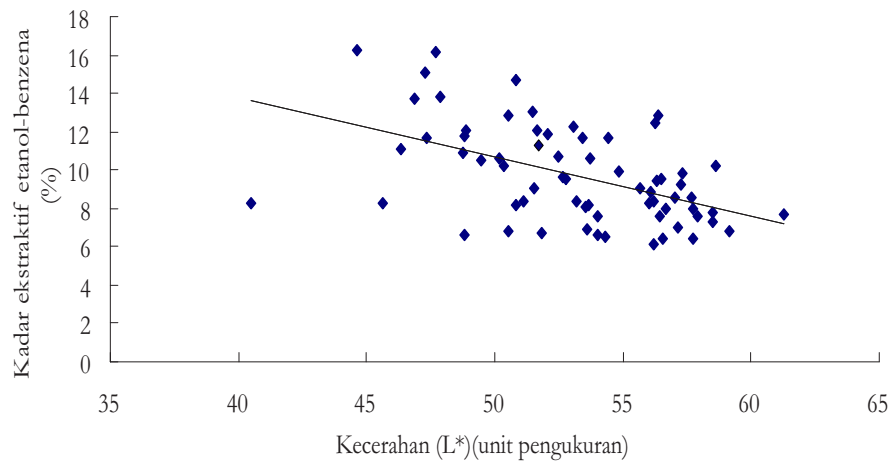
nyata, derajat korelasinya relatif lebih rendah. Tidak diamati adanya korelasi antara sifat warna dengan KEAP. Bila diasumsikan sistem CIE-L*a*b paling banyak dipakai dalam pengukuran warna, berikut contoh korelasi antara kecerahan L* dan KEEB digambarkan dalam diagram pencar apabila semua data dari dua lokasi digabungkan (Gambar 1). Dari diagram terlihat bahwa semakin tinggi kadar ekstraktif maka

kecerahan kayu semakin rendah atau lebih gelap. Hal ini mudah dipahami karena semakin banyak ekstraktif akan membuat teras menjadi lebih gelap. Selanjutnya bisa dilihat ada 6 titik di atas dan 5 titik di bawah garis kecenderungan sehingga derajat korelasi tidaklah sebesar yang diperkirakan. Semua titik di luar kecenderungan tersebut berasal dari jati Purwakarta yang mengindikasikan bahwa lebih sulit memprediksi

Tabel 5. Koefisien korelasi Pearson (r) untuk sifat warna dan kadar ekstraktif pada kayu teras jati di KPH Randublatung dan Purwakarta (total 67 pohon).
Table 5. Coefficient of Pearson's correlation (r) of colour properties and extractive content of teak in the outer heartwood part from KPH Randublatung and Purwakarta (total of 67 trees).

Parameter warna (Colour parameter)	Kadar Ekstraktif Etanol benzena (<i>Ethanol-benzene extractive content</i>)	Kadar Terlarut Air Panas (<i>Solubility in hot water</i>)	Kadar Ekstraktif Total (<i>Total extractive content</i>)
L *	-0,49**	-0,03	-0,40**
a*	0,42**	0,05	0,40**
b*	0,001	0,14	0,02
C*	0,09	0,15	0,11
h ⁰	-0,39**	0,01	-0,36**
X	-0,33**	-0,15	-0,27*
Y	-0,37**	-0,17	-0,31*
Z	-0,50**	-0,23	-0,41**
H	-0,28*	-0,13	-0,29*
V	-0,35**	-0,15	-0,30*
C	0,42*	0,18	0,35**
W	-0,54**	-0,23	-0,43**

Keterangan (Remarks): lihat Tabel 2 (Note : see Table 2)



Gambar 1. Hubungan antara nilai kecerahan (L*) dan kadar ekstraktif terlarut etanol-benzena
Figure 1. Correlation between brightness index (L*) and extractive content of ethanol-benzene solubles

KEEB dari nilai kecerahannya dari lokasi tersebut. Hal ini juga ditegaskan dalam Tabel 2 yang menunjukkan korelasi rendah antara kecerahan dan KEEB di Jati Purwakarta ($r=-0,21$).

Sifat warna kayu tidak diragukan lagi disebabkan oleh jumlah dan mutu zat ekstraktif dalam kayu tersebut (Hon & Minemura, 2001). Dalam beberapa studi, senyawa fenolat di dalam zat ekstraktif berkaitan dengan warna kayu pada beberapa spesies (Burtin, Jay - Allemand, Charpentier, & Janin, 1998; Dellus, Scalbert, & Janin 1997; Kondo & Imamura, 1985). Adanya perbedaan derajat korelasi nyata antara KEEB

dengan beberapa parameter sifat warna menunjukkan bahwa tidak semua komponen ekstraktif berpengaruh terhadap warna. Di lain pihak, tidak adanya korelasi antara sifat warna dengan KEAP menunjukkan kurangnya kadar senyawa fenolat seperti tanin atau zat warna lainnya yang terlarut air panas. Hal ini menunjukkan senyawa fenolat sebagian besar sudah terekstrak oleh etanol-benzena.

Tujuan lain dari penelitian ini adalah ingin mengetahui sejauh mana perbedaan derajat korelasi antara kadar ekstraktif dan sifat warna pada tempat tumbuh dan umur yang berbeda.

Perbedaan kecenderungan korelasi antara sifat warna dan kadar ekstraktif antara Randublatung dan Purwakarta mengindikasikan tidak hanya kuantitas ekstraktif kedua populasi yang berbeda (Tabel 1) tetapi juga kualitas ekstraktifnya dalam hal ini senyawa fenolat. Penelitian pada kadar fenolat jati yang dihubungkan dengan sifat warnanya sayangnya masih terbatas karena penelitian mengenai kadar ekstraktif jati selama ini adalah untuk menghubungkan dengan keawetan alaminya (Lukmandaru & Takahashi, 2009; Thulasidas & Bhat, 2007; Haupt et al., 2003). Perbedaan kadar fenolat pada spesies yang sama untuk tempat tumbuh yang berbeda sebelumnya diamati pada *Larix* sp. (Gierlinger, 2004b). Untuk itu, perlu dieksplorasi lebih lanjut kadar fenolat antar kedua tempat tumbuh tersebut untuk menjelaskan perbedaan kecenderungan yang ada antara kadar ekstraktif dan sifat warna.

Seperti halnya kadar ekstraktif di jati, dalam level komponen ekstraktifnya juga belum diketahui pengaruh secara pasti senyawa fenolat yang umumnya dari golongan kinon (Sandermann & Simatupang, 1966) terhadap sifat warna kayunya. Pigmen kinon alami umumnya berwarna kuning, oranye atau merah dan terkadang berwarna hijau atau bahkan hitam (Harborne & Turner, 1984). Derajat korelasi yang diperoleh dalam eksperimen kali ini lebih kecil daripada yang diperoleh oleh Lukmandaru (2009b) pada sampel jati normal dan jati doreng dimana didapatkan derajat korelasi tinggi antara KEEB dengan kecerahan ($r=-0,97$) dan kekuningan ($r=-0,94$). Perbedaan tersebut diduga karena kisaran relatif lebar antara jati doreng dan normal pada sifat warna atau kadar ekstraktifnya dibandingkan dalam penelitian ini yang dibatasi pada jati normal dengan jumlah sampel lebih besar serta lebih tingginya kadar tektokinon khususnya di bagian doreng (Lukmandaru, Ashitani, Takahashi, 2009). Tektokinon sendiri merupakan komponen yang berwarna kuning. Penelitian pada spesies lain, misalnya pada pada vinir kayu *Eucalyptus pilularis*, Yazaki, Collins, dan Mc. Combe (1994) memperoleh korelasi kuat antara indeks kemerahan dengan KEA. Selain itu juga diukur korelasi kuat antara kemerahan dengan kadar senyawa fenolat pada kayu teras *Larix* sp. (Gierlinger et al., 2004a). Di lain pihak, pada teras mangium, hanya korelasi yang moderat ($r=-0,51$) didapatkan antara nilai L^* dengan kadar ekstraktif

terlarut metanol (Lukmandaru, Sayudha, Gustomo, Prasetya, 2011).

Meski terdapat perbedaan kecenderungan korelasi antara kedua populasi, parameter kecerahan dari sistem CIE- $L^*a^*b^*$ atau ISO merupakan parameter terbaik dalam memperkirakan kadar ekstraktif jati khususnya ekstraktif terlarut etanol-benzena. Di lain pihak, KEAP atau KET tidaklah memberikan korelasi yang lebih bagus dibanding KEEB. Bhat et al., (2005) dengan jumlah sampel terbatas mendapatkan kecenderungan warna teras jati yang pucat (kecerahan dan kekuningan rendah) dan kadar ekstraktif rendah diasosiasikan dengan ketahanan terhadap jamur lebih rendah. Untuk itu, pada program pemuliaan tanaman melalui seleksi pohon, nilai kecerahan teras kayu jati bisa dipakai sebagai indikator awal dalam menentukan keawetan alami kayu jati.

IV. KESIMPULAN

Nilai kadar ekstraktif etanol benzena dan total serta koefisien variasi pada jati dari KPH Purwakarta lebih tinggi reratanya dibandingkan jati KPH Randublatung. Teras jati Purwakarta lebih gelap, tetapi kemerahan dan kekuningannya lebih rendah dari Randublatung. Lokasi yang berbeda memberikan kecenderungan yang berbeda pada korelasi sifat warna dan kadar ekstraktifnya. Secara keseluruhan, parameter kecerahan (L^*) dari CIE- $L^*a^*b^*$ atau dari ISO memberikan korelasi terbaik dengan kadar ekstraktif etanol-benzena ($r = -0,54$ dan $0,50$). Pendekatan hubungan dengan pengukuran kadar fenolat dari ekstrak jati perlu dilakukan untuk kemungkinan mendapatkan derajat korelasi yang lebih kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing & Materials. (1984a). *Standard test method for alcohol-benzene solubility of wood*. (D 1107-84). Philadelphia, PA: ASTM.
- American Society for Testing & Materials. (1984b). *Standard test method for water solubility of wood*. (D 1110-84). Philadelphia, PA : ASTM.

- Amusant, N., Beauchene, J., Fournier, M., Janin, G., & Thevenon, M.F. (2004). Decay resistance in *Dicorynia guianensis* Amsh.: Analysis of inter-tree and intra-tree variability and relations with wood color. *Annals of Forest Science*, 61, 373–380.
- Bhat, K.M., Thulasidas, P.K., Florence, E.J.M., & Jayaraman, K. (2005). Wood durability of home-garden teak against brown-rot. *Trees*, 19, 654– 660.
- Bhat, K.M. (1999). Is fast grown teak inferior in wood quality – An appraisal of wood figure (colour, grain, texture) from plantations of high input management. *Wood News*, 9, 48–49.
- Burtin, P., Jay-Allemand, C., Charpentier, J., & Janin, G. (1998). Natural wood colouring process in *Juglans sp.* (*J. nigra*, *J. regia* and hybrid *J. nigra* 23 × *J. regia*) depends on native phenolic compounds accumulated in the transition zone between sapwood and heartwood. *Trees*, 12, 258 - 264.
- Commission Internationale de l'Eclairage. (CIE) (1976). Colorimetry. *Publication No. 15.2*.
- Darmaprawira, S. (2002). *Warna, teori dan kreativitas penggunaannya*. Bandung: Penerbit ITB. (edisi ke-2).
- Dellus, V., Scalbert A., & Janin, G. (1997). Polyphenols and color of Douglas-fir heartwood. *Holzforschung*, 51, 291-295.
- Gierlinger, N., Jacques, D., Gardner, M., Wimmer, R., Schwanninger, M., & Rozenberg, P. (2004a). Colour of Larch heartwood and relationships to extractives and brown-rot decay resistance. *Trees*, 18, 102–108.
- Gierlinger, N., Jacques, D., Schwanninger, M., Wimmer, R., & Paques, L.E. (2004b). Heartwood extractives and lignin content of different larch species (*Larix sp.*) and relationships to brown-rot decay-resist. *Trees*, 18, 230–236.
- Harborne, J.B., & Turner, B.L. (1984). *Plant chemosystematics*. London: Academic Press.
- Haupt, M., Leithoff, H., Meier, D., Puls, J., Richter, H.G., & Faix, O. (2003). Heartwood extractives and natural durability of plantation-grown teakwood (*Tectona grandis* L.) – A case study. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 61, 473–474.
- Hon, D.N.S. & Minemura, N. (2001). Colour and Discoloration. Dalam D.N.S. Hon & N. Shiraishi (Eds.). *Wood and Cellulosic Chemistry*. New York: Marcel Dekker.
- Johansson, D. & Morén, T. (2006). The potential of colour measurement for strength prediction on thermally treated wood. *Holz- und Roh Werkstoff*, 64, 104–110.
- Kijidani, Y., Sakai, N., Kimura, K., Fujisawa, Y., & Hiraoka, Y. (2012). Termite resistance and color of heartwood of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) trees in 5 half-sib families in a progeny test stand in Kyushu, Japan. *Journal of Wood Science*, 58, 471–478.
- Kokutse, A.D., Stokes, A., Bailleres, H., Kokou, K., & Baudasse, C. (2006). Decay resistance of Togolese Teak (*Tectona grandis* L.) heartwood and relationship with colour. *Trees*, 20, 219 - 223.
- Kondo, R. & Imamura, H. (1985). The chemistry of the color of wood. I. The phenolic components of Hazenoki (*Rhus succedanea* L.) and their dyeing properties. *Mokuzai Gakkaishi*, 31, 927-934.
- Liu, S., Loup, C., Gril, J., Dumonceaud, O., Thibaut, A., & Thibaut, B. (2005). Studies on European Beech (*Fagus sylvatica* L.). Part 1: Variations of wood color parameters. *Annals of Forest Science*, 62, 625–632.
- Lukmandaru, G. (2009a). Sifat kimia dan warna kayu teras jati pada tiga umur berbeda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 7, 1–7.
- Lukmandaru, G. (2009b). Pengukuran kadar ekstraktif dan sifat warna pada kayu teras Jati doreng (*Tectona grandis*). *Jurnal Ilmu Kebutanan*, 3, 67-73.
- Lukmandaru, G. (2011). Variability in the natural termite resistance of plantation Teak wood and its relations with wood extractive content and color properties. *Indonesian Journal of Forestry Research*, 8(1), 17-31.

- Lukmandaru, G., & Takahashi, K. (2009). Radial distribution of quinones in plantation teak (*Tectona grandis* L.f.). *Annals of Forest Science*, 66, 605.
- Lukmandaru, G., Ashitani, T., & Takahashi, K. (2009). Color and chemical characterization of partially black-streaked heartwood in teak (*Tectona grandis* L.f.). *Journal of Forestry Research*, 61, 377-380.
- Lukmandaru, G., Sayudha, I.G.N.D., Gustomo, L.S., & Prasetyo, V.E. (2011). Pengukuran kadar ekstraktif dan sifat warna kayu *Acacia mangium* dari lima provenans. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIII Tahun 2010*. Bali: Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia. (Hal 372-380).
- Möttönen, V., Alvila, L., & Pakkanen, T.T. (2002). CIE L*a*b*measurements to determine the role of felling season, log storage and kiln drying on coloration of Silver Birch wood. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 17, 179-191.
- Moya, R., & Berrocal, A. (2010). Wood colour variation in sapwood and heartwood of young trees of *Tectona grandis* and its relationship with plantation characteristics, site, and decay resistance. *Annals of Forest Science*, 67, 109.
- Munsell Color Company. (1976). *Munsell book of color*. Baltimore: Munsell Color.
- Nelson, N.D., Maeglin, R.R., & Wahlgren, H.E. (1969). Relationship of Black Walnut wood color to soil properties and site. *Wood Fiber*, 1, 29-37.
- Niamké, F.B., Amusant, N., Charpentier, J.P., Chaix, G., Baissac, Y., Boutahar, N., Adima, A.A., Coulibaly, S.K., & Allemand, C.J. (2011). Relationships between biochemical attributes (non-structural carbohydrates and phenolics) and natural durability against fungi in dry teak wood (*Tectona grandis* L. f.). *Annals of Forest Science*, 68, 201-211.
- Nishino, Y., Janin, G., Chanson, B., Détienne, P., Gril, J., & Thibaut, B. (1998). Colorimetry of wood specimens from French Guiana. *Journal of Wood Science*, 44, 3-8
- Sandermann, W., & Simatupang, M.H. (1966). On the chemistry and biochemistry of teakwood (*Tectona grandis* L.f.). *Holz als Roh- und Werkstoff*, 24, 190-204.
- Sumthong, P., Romero-González, R.R., & Verpoorte, R. (2008). Identification of anti-wood rot compounds in teak (*Tectona grandis* L.f.) sawdust extract. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 28, 247 - 260.
- Syafii, W. (2000). The basic properties of Indonesia teakwood at various age classes. *Proceedings of the 3rd International Wood Science Symposium*. Kyoto: JSPS-LIPI.
- Thulasidas, P.K., & Bhat, K.M. (2007). Chemical extractive compounds determining the brown-rot decay resistance of teak wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 65, 121-124.
- Thulasidas, P.K., Bhat, K.M., & Okuyama, T. (2006). Heartwood colour variation in home garden Teak (*Tectona grandis*) from wet and dry localities of Kerala India. *Journal of Tropical Forest Science*, 18, 51-54.
- Wilkins, A.P. & Stamp, C.M. (1990). Relationship between wood colour, silvicultural treatment and rate of growth in *Eucalyptus grandis* Hill (Maiden). *Wood Science and Technology*, 24, 297 - 304.
- Windeisen, E., Klassen, A., & Wegener, G. (2003). On the chemical characterisation of plantation Teakwood from Panama. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 61, 416-418.
- Yazaki, Y., Collins, P.J., & McCombe, B. (1994). Variations in hot water extractives content and density of commercial wood veneers from Blackbutt (*Eucalyptus pilularis*). *Holzforschung*, 48 (Suppl.), 107-111.