

**PENGUKURAN KADAR EKSTRAKTIF DAN SIFAT WARNA PADA KAYU TERAS
JATI DORENG (*Tectona grandis*)****GANIS LUKMANDARU**

Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta

ABSTRACT

*Teak (Tectona grandis L.f.) in certain areas of Java usually has black streaked heartwood or has been known as "doreng". In general, the color of wood is related to the kinds and amounts of extractives, therefore, black streak that appeared on the heartwood was studied by means of color measurements and the determination of extractive content. The study was made with 13 trees of black streaked heartwood and 5 trees of normal heartwood. The wood powder (40-60 mesh) was extracted successively with ethanol-benzene (1:2, v/v) for 8 h and hot water for 3 h. The used system of color measurements was CIEL*a*b* which represents brightness, redness and yellowness. The discolored wood was contained substantially more ethanol-benzene soluble extractive content (12 – 22 %) than did the normal heartwood (7 – 11 %). The yield differences of hot-water soluble extracts were not as pronounced. Beside the brightness (L^*), the differences in redness (a^*) and yellowness (b^*) between the normal ($L^* = 51$ to 61 , $a^* = 4$ to 7 , $b^* = 24$ to 28) and black streaked heartwood ($L^* = 42$ to 51 , $a^* = 6$ to 9 , $b^* = 20$ to 25) before the extraction, were notable. The total color differences (ΔE^*) before and after extractions, however, were not significantly differed between the discolored ($\Delta E^* = 6$ to 13) and normal heartwood ($\Delta E^* = 5$ to 11) parts. Correlation analysis revealed strong correlations between ethanol-benzene soluble extractive content with L^* ($r = -0.97$) and b^* ($r = -0.94$). The hot-water soluble extract was moderately correlated with a^* ($r = 0.54$) and the difference in redness (Δa^*) before and after extractions ($r = 0.75$).*

Keywords : *Tectona grandis*, black streak, doreng, extractives, color properties

*Alamat korespondensi : *E-mail*: ganisarema@lycos.com, Telp +62-274-512102, Fax. +62-274-550541

PENDAHULUAN

Spesies jati (*Tectona grandis* L.f.) di Pulau Jawa telah ditanam semenjak abad ke 14 dan terbukti mampu beradaptasi secara baik untuk menjadi tanaman yang ternaturalisasi. Karena keunggulan sifat-sifat kayunya, permintaan terhadap kayu jati untuk berbagai macam produk terus meningkat. Berdasarkan variasi yang ditemukan di lapangan pada sifat kayunya, Suhaendi (1998) meringkas jati yang tumbuh di Jawa terdiri dari jati gembol, jati kapur, jati minyak, jati werut dan jati doreng. Khusus untuk jati doreng,

selanjutnya disebutkan bahwa persentase keberadaan pohon jati doreng lebih besar di tanah margalit dibanding di tanah abu vulkanis. Fenomena tersebut mengindikasikan bahwa tempat tumbuh merupakan faktor penting dalam pembentukan kayu doreng.

Dari pengamatan di lapangan, doreng nampak pada kayu teras saja sebagai pita/alur hitam searah lingkaran tahun, baik pada bagian tertentu atau merata di semua bagian arah radial teras. Selain itu teras doreng ini tidak merata keberadaannya dalam satu pohon pada arah aksial atau masih bercampur dengan kayu teras tanpa doreng (normal). Sifat kayu doreng ini belum

banyak diketahui, baik sifat fisik dan kimianya. Menurut Hon dan Minemura (2001), warna pada kayu berhubungan dengan keberadaan zat ekstraktifnya. Dalam beberapa studi, senyawa fenolat di dalam zat ekstraktif berkaitan dengan warna kayu pada beberapa spesies (Burtin *et al.*, 1998; Dellus *et al.*, 1997; Kondo dan Imamura, 1985). Untuk kayu jati, belum diketahui senyawa-senyawa fenolat yang berpengaruh dominan pada warna terasnya. Penelitian selama ini lebih difokuskan ke zat-zat ekstraktif yang menyebabkan jati tahan terhadap serangan organisme perusak kayu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati perbedaan kayu jati doreng dan normal pada parameter kadar ekstraktif dan sifat warnanya, serta untuk mengetahui hubungan antara kedua parameter tersebut.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penyiapan bahan

Sebanyak 13 pohon jati doreng yang berusia antara 35 sampai 50 tahun ditebang di Randublatung, Jawa Tengah. Daerah tersebut bertanah margalit, di mana pohon jati doreng banyak ditemui. Dari pohon-pohon tersebut, dibuat piringan kayu (*disk*) setebal 5 cm yang digergaji pada ketinggian sekitar 2 m dari permukaan tanah dimana kayu teras doreng diamati. Dari setiap *disk*, pada bagian kayu teras terluar dibuat serbuk dengan ukuran 40-60 mesh untuk penentuan kadar ekstraktif dan sifat warna. Berdasarkan pengamatan visual dan pengukuran nilai kecerahan (L^*), jati doreng tersebut dibagi dua kelompok yaitu doreng kuat ($L^* = 42-45$) sebanyak 6 pohon dan doreng ringan ($L^* > 45$) sebanyak 7 pohon. Sebagai perbandingan, 5 pohon sebagai kelompok kayu normal di lokasi tersebut juga ditebang dan diambil sampelnya dengan metode yang sama.

Penentuan kadar ekstraktif

Sebanyak 2 g (berat kering tanur) diekstrak secara berurutan dengan menggunakan larutan etanol-benzena (1:2, v/v) dan air panas. Alat soxhlet dipakai untuk ekstraksi dengan larutan etanol-benzena pada suhu 75-80 °C selama 8 jam. Ekstraksi dengan air dilakukan di penangas pada suhu 100-105 °C selama 3 jam. Kadar ekstraktif masing-masing pelarut ditentukan secara gravimetris berdasarkan berat kering tanur berat awal serbuk pada ekstrak setelah penyaringan dan penghilangan pelarut.

Pengukuran sifat warna

Pengukuran dilakukan dengan alat spektrokolorimeter NF333 (Nippon Denshoku Co. Ind. Ltd.). Kondisi pengukuran: diameter bukaan 6 mm, pencahayaan D65, sumber cahaya tungsten halogen. Serbuk kayu kering angin sebelum dan sesudah ekstraksi dengan pelarut etanol-benzena diukur 3 kali tiap sampel dan dikonversikan ke sistem warna CIEL*a*b* (Burtin *et al.*, 2000), yaitu L^* (kecerahan) dengan skala 0 (hitam) - 100 (putih), a^* (kemarahan) dengan skala + (merah) dan (-) untuk hijau, b^* dengan skala (+) untuk kuning dan (-) untuk biru. Perbedaan warna total (ΔE^*) dihitung dari rumus $(\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$, dimana ΔL^* , Δa^* , dan Δb^* merupakan selisih dari sebelum dan sesudah ekstraksi dari warna yang bersangkutan.

Analisa statistik

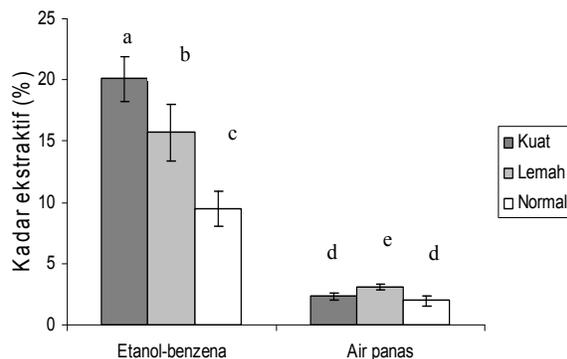
Analisa variansi satu arah (*one-way ANOVA*) digunakan untuk mengetahui perbedaan yang timbul di antara rerata tiga kelompok. Perbedaan dianggap nyata pada taraf kepercayaan 95 % sedangkan untuk uji lanjutan menggunakan uji Duncan. Analisa korelasi Pearson digunakan untuk menguji keeratan hubungan antara kadar ekstraktif dan sifat warna yang ditunjukkan dengan koefisien korelasi (r). Regresi sederhana ($y = a + bx$) diterapkan pada parameter - parameter yang

menunjukkan hubungan kuat. Semua perhitungan statistik menggunakan SPSS versi 10.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar ekstraktif

Penentuan kadar ekstraktif untuk tiga kelompok bisa dilihat di Gambar 1. ANOVA membuktikan bahwa kadar ekstraktif etanol-benzena (KEEB) berbeda nyata antara kelompok doreng dan normal, bahkan di antara kelompok doreng kuat dan ringan. Kisaran untuk kayu doreng adalah 12 – 20 % sedangkan untuk kayu normal 7 – 9 %. Penelitian sebelumnya pada kadar ekstraktif untuk jati Indonesia berkisar antara 3 - 11 % (Da Costa *et al.*, 1958; Syafii, 2000) atau sekitar 10 – 17 % untuk jati India (Bhat *et al.*, 2005). Ekstraktif yang terlarut dalam etanol-benzena merupakan senyawa-senyawa terpenoid sampai fenolat, atau hampir semua kelompok senyawa. Hasil ini sesuai dengan anggapan bahwa semakin gelap kayu maka kadar ekstraktifnya, khususnya senyawa-senyawa fenolat, akan lebih tinggi. Untuk mengetahui apakah



Gambar 1. Rerata kadar ekstraktif dengan pelarut berbeda (persentase berdasarkan berat kering oven) dari kayu teras doreng doreng kuat ($n = 6$), doreng lemah ($n = 7$), dan normal ($n = 5$). Error bar = standar deviasi. Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada uji Duncan ($p < 0,05$).

terdapat perbedaan jumlah atau komposisi antara senyawa bersifat polar dan nonpolar antara kayu normal dan doreng perlu dilakukan ekstraksi dengan berbagai pelarut dengan polaritas yang berbeda-beda secara berurutan. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga menunjukkan bahwa komponen ekstraktif yang menyebabkan warna hitam pada kayu bisa diekstrak. Pada penelitian sebelumnya terhadap bagian tidak normal karena penghitaman pada kayu *Dyospiros kaki* (Noda *et al.*, 2002), tidak ditemukan perbedaan kadar ekstraktif antara kayu abnormal dan normal disebabkan komponen ekstraktif yang menghitamkan kayu terindikasi terikat kuat pada matriks sel. Sebagai konsekuensinya, penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengetahui komposisi senyawa fenolat pada kayu doreng.

Pada parameter kadar ekstraktif terlarut pada air panas (KEAP), berdasar hasil ANOVA, didapatkan perbedaan nyata antara kelompok doreng lemah dan normal sedangkan antara doreng kuat dan normal tidak berbeda nyata. Penelitian sebelumnya pada kayu jati normal dari Brazil, kisaran KKAP adalah sebesar 0.6 – 2.5 % (Polato *et al.*, 2005). Kisaran untuk kayu doreng adalah 2 – 3 % sedangkan untuk normal berkisar 1-2 %. Ekstraktif larut air panas terdiri dari garam-garam anorganik, karbohidrat, dan protein. Tidak tegasnya perbedaan antara kayu normal dan doreng kuat menandakan bahwa komponen yang bersifat polar, tidak banyak berpengaruh langsung pada proses penghitaman kayu jati. Uji lanjut bisa dilakukan dengan membandingkan kelarutan dalam larutan kaustik untuk mengetahui apakah proses penghitaman terjadi disebabkan oleh serangan jamur/mikroorganisme lainnya yang menyebabkan terdegradasinya selulosa menjadi senyawa-senyawa gula dengan berat molekul rendah.

Sifat warna

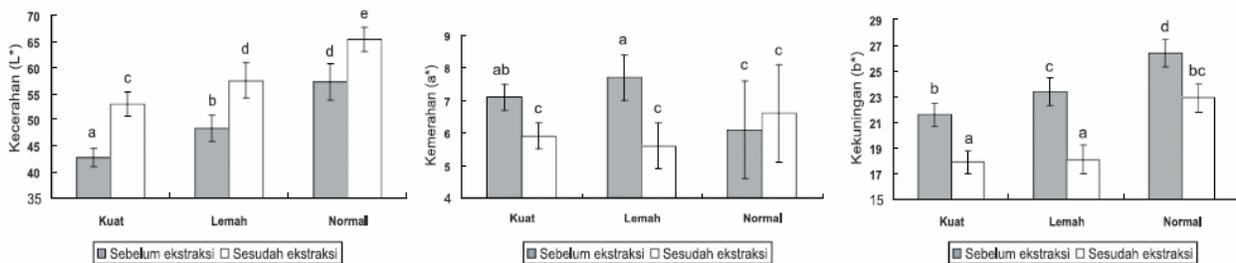
Pengukuran warna sebelum dan sesudah ekstraksi terdapat di Gambar 2. Nilai kecerahan (L^*) untuk kayu doreng sebelum ekstraksi adalah 42 - 51, sedangkan untuk kayu normal berkisar 51-61. Hasil dari ANOVA menunjukkan perbedaan nyata antara nilai L^* sebelum dan sesudah ekstraksi pada semua kelompok. Lebih dari itu, sesudah ekstraksi masih terdapat perbedaan nyata pada tiga kelompok tersebut, mengikuti pola sebelum ekstraksi. Terdapat peningkatan nilai L^* sekitar 8 – 11 unit, yang berarti kayu menjadi lebih terang warnanya akibat ekstraksi untuk teras normal dan doreng.

Nilai kemerahan (a^*) untuk kayu normal berkisar 5 - 7 dibandingkan kayu doreng yaitu 6-9. Meskipun dalam kisaran relatif kecil, terdapat perbedaan nyata antara kayu doreng dan normal sedangkan uji lanjut antara kelompok doreng kuat dan ringan tidaklah menunjukkan perbedaan nyata. Perbedaan nyata lainnya adalah nilai tersebut menurun pada sampel kayu doreng yang telah diekstraksi, di mana kecenderungan ini tidak teramati pada kayu normal.

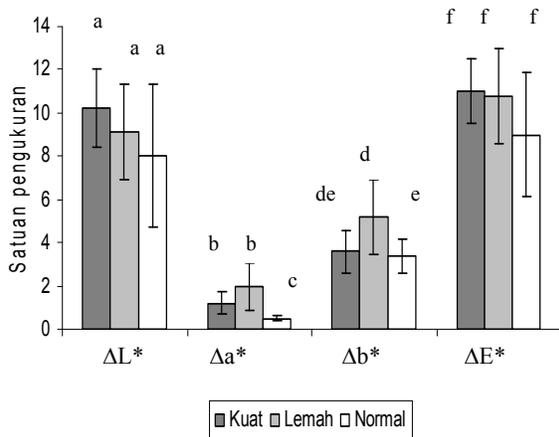
Nilai kekuningan (b^*) pada kayu normal antara 24 - 28, sedangkan untuk kayu doreng dalam kisaran 20 - 25. Hasil pengukuran b^* menunjukkan adanya

perbedaan nyata antara ketiga kelompok tersebut, sama halnya dengan pola pada L^* . Hal ini berarti kayu doreng unsur kuningnya lebih sedikit dibanding kayu normal, demikian juga kelompok doreng kuat kurang kuning dibandingkan doreng ringan. Ekstraksi mengakibatkan penurunan nilai b^* pada semua kelompok, dimana terdapat perbedaan nyata antara kayu normal dan doreng sesudah ekstraksi seperti halnya pada L^* .

Besaran nilai perbedaan warna disebabkan ekstraksi untuk tiga parameter di atas disarikan pada Gambar 3. Dari ketiga parameter tersebut, dimana nilai terbesar diperoleh pada nilai perbedaan kecerahan ($\Delta L^* = 6 - 11$), kemudian perbedaan kekuningan ($\Delta b^* = 2 - 7$) dan perbedaan kemerahan ($\Delta a^* < 4$), secara berurutan. Dari ANOVA, perbedaan nyata antara kayu normal dan doreng didapatkan pada Δa^* meskipun dalam besaran yang relatif kecil, dimana kayu doreng mempunyai nilai Δa^* lebih tinggi dibanding kayu normal setelah ekstraksi. Selain itu, perbedaan nyata juga teramati pada nilai Δb^* antara kelompok kayu doreng ringan dan normal. Tidak adanya perbedaan nyata antara kelompok kayu doreng kuat dan normal diduga karena kurang tepatnya sifat pengelompokan pada eksperimen ini yang hanya didasarkan nilai L^* .



Gambar 2a-c. Rerata nilai kecerahan (L^*), kemerahan (a^*), dan kekuningan (b^*) dari kayu teras doreng kuat ($n=6$), doreng lemah ($n = 7$), dan normal ($n = 5$). Error bar = standar deviasi. Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada uji Duncan ($p<0,05$).



Gambar 3. Rerata nilai perubahan kecerahan (ΔL^*), perubahan kemerahan (Δa^*), perubahan kekuningan (Δb^*), dan perubahan warna total (ΔE^*) dari kayu teras doreng berdasarkan berat kering oven) dari kayu teras doreng kuat ($n = 6$), doreng lemah ($n = 7$), dan normal ($n = 5$). Error bar = standar deviasi.

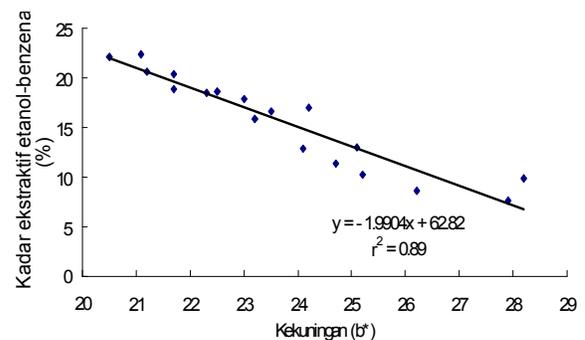
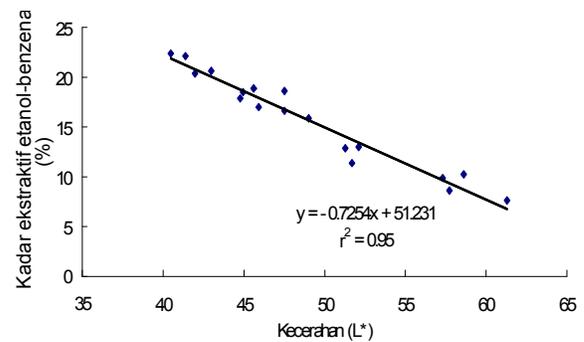
Huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata pada uji Duncan ($p < 0,05$).

Secara keseluruhan, perbedaan warna total (ΔE^*) karena ekstraksi tidaklah berbeda nyata antara ketiga kelompok tersebut ($\Delta E^* = 5 - 14$). Hal ini sesuai dengan kecenderungan di ΔL^* yang berkontribusi paling besar dalam penentuan perbedaan warna. Idealnya besaran perubahan warna pada kayu doreng harusnya lebih besar pada kayu normal karena kadar ekstraktif yang sangat berbeda nyata diantara kedua kelompok tersebut. Hal ini berarti beberapa zat yang menyebabkan warna pada kayu masih terikat kuat dengan dinding sel atau bersifat polimer. Hasil ini juga diperkuat pada pengukuran L^* dan b^* , yang nilai pengukuran setelah ekstraksi masih berbeda nyata antara teras normal dan doreng. Secara teoritis, zat-zat dengan berat molekul rendah akan berpolimerisasi menjadi zat-zat berwarna dengan molekul lebih tinggi sehingga sulit dihilangkan dengan pelarut organik. Sebagai contoh, pada kayu teras normal meskipun telah diekstraksi dengan pelarut - pelarut organik, warna

kayunya masih tetap lebih gelap dibanding kayu gubalnya.

Hubungan antara kadar ekstraktif dan sifat warna

Analisa korelasi antara kadar ekstraktif dan parameter warna disajikan pada Tabel 1. Hubungan kuat didapatkan pada KEEB dengan L^* ($r = -0,97$), juga KEEB dengan b^* ($r = -0,94$) sebelum ekstraksi. Korelasi negatif tersebut diartikan sebagai semakin gelap dan semakin kurang unsur kekuningannya maka kadar ekstraktifnya akan semakin banyak. Untuk lebih jelasnya, hubungan parameter-parameter tersebut diplotkan pada diagram pencar (Gambar 4). Nilai koefisien determinasi (r^2) dari hubungan KEEB - L^* dan KEEB - b^* sangat tinggi, yaitu 0,95 dan 0,89 secara berurutan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa L^* dan b^* pada kayu jati merupakan penanda yang bagus untuk memperkirakan KEEB teras jati.



Gambar 4a-b. Diagram pencar dari kadar ekstraktif terlarut etanol-benzena - kecerahan (L^*) dan kadar ekstraktif terlarut etanol-benzena - kekuningan (b^*).

Tabel 1. Koefisien korelasi Pearson (*r*) untuk sifat warna dan kadar ekstraktif.

Parameter	Sifat warna						
	L*	a*	b*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
Kadar ekstraktif							
- Etanol-benzena	-0.97**	0.37	-0.94**	0.38	0.46	0.01	0.36
- Air panas	-0.21	0.54*	-0.13	0.43	0.75**	0.55*	0.59**

Keterangan: ** = berbeda nyata pada taraf uji 1 %, * = berbeda nyata pada taraf uji 5 %

L* = kecerahan, a* = kemerahan, b* = kekuningan, $\Delta L^* = L^*$ sebelum – L* sesudah ekstraksi, $\Delta a^* = a^*$ sebelum – a* sesudah ekstraksi, $\Delta b^* = b^*$ sebelum – b* sesudah ekstraksi, $\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$

Hubungan terkuat antara KEAP dan sifat warna didapatkan pada parameter Δa^* dengan koefisien korelasi sebesar 0,75. Hubungan ini diinterpretasikan sebagai sebagian zat-zat ekstraktif terlarut air panas bisa dikaitkan dengan unsur merah dalam kayu, yang juga diindikasikan dengan hubungan sedang antara nilai a* dengan KEAP ($r = 0,54$). Di lain pihak, tidak ada hubungan nyata antara perbedaan warna total (ΔE^*) karena ekstraksi dengan KEEB, yang berarti semakin besar KEEB tidak diiringi oleh semakin besarnya perubahan warna serbuk kayu akibat ekstraksi. Hasil tersebut ini sesuai hasil ANOVA yang menyatakan tidak ada perbedaan nyata pada ΔE^* dan ΔL^* antara teras normal dan doreng, juga hubungan lemah antara KEEB dengan parameter-parameter tersebut. Diperkirakan ada yang lebih berpengaruh terhadap nilai ΔE^* , misalnya kadar zat fenolat atau pigmen tertentu dalam jati, yang mana kadar zat-zat tersebut tidak mempunyai kecenderungan yang seiring dengan KEEB.

Penelitian sebelumnya pada kayu jati menunjukkan bahwa zat ekstraktif tidak disangsikan perannya terhadap serangan jamur (Yamamoto *et al.* 1998). Selanjutnya, nilai L* dan b* mempunyai korelasi terhadap ketahanan jamur pada kayu jati asal Togo (Kokutse *et al.*, 2006). Pada kayu lainnya juga didapatkan hubungan erat antara sifat warna dengan kadar ekstraktif, seperti pada kayu *Larix sp.* dimana

terdapat hubungan kuat antara nilai a* dengan kadar fenolat (Gierlinger *et al.*, 2004). Yazaki *et al.* (1994) memperoleh hubungan langsung antara nilai a* dan kadar ekstraktif terlarut air panas pada vinir *Eucalyptus pihularis*.

Perlu diperhatikan juga bahwa penelitian ini memakai sampel kayu jati abnormal/doreng dan normal, sehingga terdapat perbedaan yang mencolok dalam satuan warna. Apabila penelitian difokuskan ke kayu yang normal, dimana kisaran warnanya relatif kecil, apakah hubungan kuat juga bisa didapatkan tentunya memerlukan pembuktian lebih lanjut. Demikian juga halnya apabila sampel mencakup kayu gubal. Pengukuran warna dengan sampel berupa serbuk kayu merupakan metode yang sederhana, sedangkan kadar ekstraktif akan menentukan kualitas kayu seperti keawetan alami atau sifat perekatannya. Apabila didapatkan hubungan yang bagus tentunya akan lebih mudah meramalkan kualitas kayu, misalnya dengan sampel yang diperoleh dengan bor riap untuk tujuan seleksi pohon.

KESIMPULAN

Dari eksperimen yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang dapat diambil antara lain :

1. Perbedaan nyata antara kayu teras jati doreng dan normal diamati pada nilai kadar ekstraktif terlarut pada etanol-benzena, kadar ekstraktif terlarut pada air panas, kecerahan (L*), kemerahan (a*) dan kekuningan (b*). Antara kelompok kayu jati doreng kuat dan ringan terdapat perbedaan nyata pada parameter kadar ekstraktif terlarut pada etanol-benzena dan kekuningan (b*).
2. Ekstraksi dengan etanol-benzena secara nyata meningkatkan nilai kecerahan (L*), menurunkan kemerahan (a*) dan kekuningan (b*) pada kayu doreng (kelompok kuat dan ringan). Pada kayu normal, ekstraksi tidak menurunkan nilai kemerahan (a*) secara nyata.
3. Besarnya perbedaan warna total (ΔE^*) sebelum dan sesudah ekstraksi antara kayu teras jati doreng dan normal tidak nyata, dimana kontribusi terbesar diamati pada perbedaan kecerahan (ΔL).
4. Hubungan kuat secara negatif diperoleh antara kadar ekstraktif terlarut pada etanol-benzena - kecerahan (L*) serta kadar ekstraktif terlarut pada etanol-benzena - kekuningan (b*), sedangkan hubungan sedang (moderat) secara positif terukur pada kadar ekstraktif terlarut pada air panas - kemerahan (a*), kadar ekstraktif terlarut pada air panas - perbedaan kemerahan (Δa^*), serta kadar ekstraktif terlarut pada air panas - perbedaan warna total (ΔE^*).

DAFTAR PUSTAKA

- Bhat KM, Thulasidas PK, Florence EJM, & Jayaraman K. 2005. Wood durability of home-garden teak against brown-rot and white-rot fungi. *Trees* **19**, 654-660.
- Burtin P, Jay-Allemand C, Charpentier JP, & Janin G. 1998. Natural wood coloring process in *Juglans sp* (*J. nigra*, *J. regia* and *J. nigra 23 x J. regia*) depends on native phenolic compounds accumulated in the transition zone between sapwood and heartwood. *Trees* **12**, 258-264.
- Burtin P, Jay-Allemand C, Charpentier JP, & Janin G. 2000. Modifications of hybrid walnut (*Juglans nigra x Juglans regia*) wood color and phenolic composition under various steaming conditions. *Holzforschung* **54**, 33-38.
- Da Costa EWB, Rudman P, & Gay FJ. 1958. Investigations on the durability of *Tectona grandis*. *Empire Forestry Review* **37**, 291-298
- Dellus V, Scalbert A, & Janin G. 1997. Polyphenols and color of Douglas-fir heartwood. *Holzforschung*, **51**, 291-295.
- Gierlinger N, Jacques D, Grabner M, Wimmer R, Schwanninger M, Rozenberg P, & Paques LE. 2004. Color of larch heartwood and relationships to extractives and brown-rot decay resistance. *Trees* **18**, 102-108.
- Hon DNS & Minemura N. 2001. Color and Discoloration. Dalam : *Wood and Cellulosic Chemistry*. DNS Hon & N Shiraishi (Ed). Marcel Dekker, New York.
- Kokutse AD, Stokes A., Bailleres H, Kokou K, & Baudasse C. 2006. Decay resistance of Togolese teak (*Tectona grandis* L.) heartwood and relationship with color. *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
- Noda E, Aoki T, & Minato K. 2002. Physical and chemical characteristics of the blackened portion in Japanese persimmon (*Diospyros kaki*). *J Wood Sci* **48**, 245-249.
- Polato R, Laming PB, & Sierra-alvarez R. 2005. Assessment some wood characteristics of teak of Brazilian origin. Dalam : *Proceedings of the International Conference on Quality timber products of Teak from sustainable forest management*. KM Bhat, KKN Nair, KV Bhat, EM Muralidharan, & JK Sharma (Ed). Kerala Forest Research Institute, International Tropical Timber Organization. Peechi, India. Hlm. 257-265.
- Suhaendi H. 1998. Teak improvement in Indonesia. Dalam : *Teak for the Future, Proceedings of the Second Regional Seminar on Teak*. M Kashio & K White (Ed.). RAP Publication 1998/5 TEAKNET Publication: No. 1. Yangon, Myanmar. FAO Regional Office for Asia and the Pacific Bangkok, Thailand. Hlm 179-188.
- Syafii W. 2000. The basic properties of Indonesia teakwood at various age classes. Dalam : *Proceedings of the third International Wood Science Symposium JSPS-LIPI Core University Program in the field of Wood Science*. Hlm 300-304.
- Yamamoto K, Simatupang MH, & Hashim R. 1998. Caoutchouc in teak wood (*Tectona grandis* L f): formation, location, influence on sunlight irradiation, hydrophobicity and decay resistance. *Holz Roh-Werkst* **56**, 201-209.
- Yazaki, Y, Collins PJ, & McCombe B. 1994. Variations in hot water extractives content and density of commercial wood veneers from blackbutt (*Eucalyptus pilularis*). *Holzforschung* **48** (Suppl.), 107-111.