

PERUBAHAN WARNA DAN LAPISAN *FINISHING* LIMA JENIS KAYU AKIBAT PENCUCUACAAN (*Color and Finishing Layer Changes of Five Wood Species Due to Weather Exposure*)

Krisdianto, Esti Rini Satiti, & Achmad Supriadi

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610, Telp. (0251) 8633378; Faks. (0251) 8633413
E-mail: kris.sugiyanto73@gmail.com

Diterima 23 Maret 2018, direvisi 28 Mei 2018, disetujui 20 Juli 2018

ABSTRACT

The increase use of wood products for outdoor arises from warmth color and amenity properties of wood. However, wood is naturally degraded in term of color changes and finishing layer percentage after outdoor exposure. This paper presents wood color change and finishing layer durability after one year outdoor exposure. Five lesser known wood species from Riau were coated transparently using acrylic, enamel, polyurethane, ultran lasur ultra violet (UV), and ultran politur P-03 UV prior to outdoor exposure. Wood color differences were assessed according to CIELab system and coating film coverages were digitally analyzed by ImageJ software. The result showed that natural wood color turned into greyish pale after one year outdoor exposure. Color changes are relatively high in the first month then moderate and little changes every month there of. Finished layer wood samples were more resistant to weathering than unfinished surfaces. Finishing material of enamel (ET), lasur (LSR), and P03 (PP) experienced better coverage than acrylic and polyurethane finish. Finishing layer is gradually degraded, then re-finishing is necessary for optimal outdoor protection. Relationships between finishing coverage and color change showed medium correlation, where the greater finishing coverage, the greater the color changes.

Keywords: Outdoor exposure, five wood species, color, CIELab, coating coverages

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan produk kayu disebabkan karena warna alami kayu menimbulkan kesan hangat dan nyaman. Namun demikian, untuk penggunaan di luar ruangan secara alami kayu mengalami penurunan kualitas di antaranya perubahan warna dan pengurangan lapisan *finishing* di permukaan kayu. Penelitian ini bertujuan mempelajari perubahan warna dan ketahanan lapisan *finishing* setelah satu tahun terpampang di luar ruangan. Lima jenis kayu kurang dikenal dari Riau diberi pelapis bahan *finishing* transparan menggunakan bahan *finishing* akrilik, enamel, poliuretan, ultran lasur ultra violet (UV), dan ultran politur P-03 UV sebelum dipaparkan di luar ruangan selama satu tahun. Perbedaan warna kayu diukur berdasarkan sistem CIELab dan ketahanan lapisan film *finishing* dianalisis secara digital menggunakan perangkat lunak ImageJ. Hasil penelitian menunjukkan warna kayu berubah menjadi abu-abu pucat setelah terpapar cuaca di luar ruangan selama satu tahun. Perubahan warna sangat tinggi tercatat pada bulan pertama, dan sedang sampai kecil pada setiap bulan pengamatan selanjutnya. Permukaan kayu yang diberi bahan *finishing* lebih tahan terhadap pencucuaan daripada permukaan kayu alami tanpa bahan *finishing*. Bahan enamel (ET), lasur (LSR), dan P03 (PP) merupakan bahan *finishing* yang lebih baik dari bahan lainnya dalam hal perlindungan di luar ruangan. Hubungan antara penutupan bahan *finishing* dengan perubahan warna menunjukkan korelasi sedang, yaitu semakin luntur bahan *finishing* di permukaan kayu, maka perubahan warna semakin besar.

Kata kunci: Luar ruangan, lima jenis kayu, warna, CIELab, lapisan *finishing*

I. PENDAHULUAN

Saat ini, penggunaan kayu untuk berbagai macam produk di luar ruangan semakin meningkat seperti untuk kursi taman, dek, pagar, fasilitas permainan anak, papan pijak, papan petunjuk, dan jembatan (Quarles, Kobzina, & Geisel, 2004). Selain mudah dalam pengerjaan, salah satu alasan pemilihan kayu sebagai bahan perabot dan konstruksi karena kayu memiliki penampilan menarik dengan corak dan gambaran yang khas. Namun demikian, kayu memiliki beberapa kelemahan di antaranya terjadinya perubahan warna dan pecah retak jika dipaparkan di luar ruangan tanpa perlindungan. Kayu merupakan bahan organik yang tersusun atas selulosa, hemiselulosa, lignin, dan zat ekstraktif yang dapat terdegradasi oleh pengaruh lingkungan baik secara fisik akibat perubahan kadar air secara terus menerus maupun secara kimia karena pengaruh radiasi ultra-violet (Evans, Haase, Seman, & Kiguchi, 2015). Untuk itu, kayu yang digunakan di dalam atau di luar ruangan perlu diberi pelapis agar terlindung dari korosi bahan kimia, panas, goresan mekanis, paparan sinar matahari, dan hujan (Darmawan & Purba, 2009; Ozgenc, Hiziroglu, & Yildiz, 2012).

Salah satu cara menjaga kualitas penampilan kayu dalam penggunaannya adalah dengan memberikan pelapis bahan *finishing* pada permukaan kayu (Balfas, 2017). Secara umum, kualitas hasil *finishing* dipengaruhi oleh kondisi alami substrat kayu dan pelapisan bahan *finishing* pada permukaan kayu. Williams (1999) menyebutkan bahwa kondisi substrat alami kayu yang berpengaruh terhadap hasil *finishing* adalah pola serat, tekstur, warna alami, dan kandungan kimia. Secara lebih spesifik Darmawan dan Purba (2009) menyebutkan bahwa karakteristik alami kayu yang mempengaruhi hasil *finishing* adalah struktur anatomi termasuk warna dan tekstur, serta sifat fisis dan kimia kayu. Kualitas pelapisan bahan *finishing* dipengaruhi oleh kemampuan bahan *finishing* melekat dan melindungi permukaan kayu yang dipengaruhi oleh pemilihan jenis bahan *finishing* dan metode pelaburannya (Williams, 1999).

Hansmann, Deka, Wimmer, dan Gindl (2006) menyatakan bahwa formula melamin-resin merupakan salah satu bahan *finishing* yang paling efektif melindungi kayu tanpa mengubah penampilan alami kayu, namun bahan ini relatif mahal. Bahan *finishing* murah yang mampu membentuk lapisan tipis untuk melindungi permukaan kayu adalah pernis (*varnish*). Penggunaan pernis transparan (*clear varnishes*) lebih diminati pengguna produk kayu karena penampilan alami corak kayu tampak jelas setelah diberi pernis. Untuk menjaga penampilan kayu yang dipernis, perawatan perlu dilakukan dengan pelaburan ulang karena sinar ultra violet (UV) dapat menembus lapisan pernis secara perlahan. Pelapisan pernis kayu bersifat mencegah *photo-degradation* dengan memperlambat sinar UV mencapai permukaan kayu. Pernis kayu untuk di luar ruangan saat ini banyak dipasarkan dengan beberapa merek dagang seperti *ultran lasur* dan *P03 UV*. Selain pernis, saat ini dipasarkan juga beberapa jenis bahan *finishing* transparan dalam bentuk cat semprot yang diklaim mampu melindungi tampilan alami kayu dengan bahan aktif akrilik, poliuretan, dan *enamel*. Bahan *finishing* akrilik, poliuretan, dan *enamel* adalah bahan cat cepat kering yang terbuat dari pigmen emulsi polimer akrilik, plastik poliuretan, dan *enamel* untuk melapisi substrat dengan tujuan memperlambat *photo-degradation* permukaan kayu (Deka & Petric, 2008; Schallen, Rogez, & Braig, 2008).

Pada umumnya, penurunan kualitas permukaan kayu yang dipakai di luar ruangan berupa perubahan warna kayu menjadi abu-abu dan terjadi retak angin serta berkurangnya tutupan lapisan *finishing*. Hal ini disebabkan karena kayu memiliki struktur selulosa yang tersusun atas grup hidroksil *chromophoric aromatic* yang mampu menyerap cahaya, sehingga pada saat terjadi radiasi sinar matahari, sinar UV masuk ke dalam kayu dan menyebabkan terjadinya reaksi kimia delignifikasi. Radiasi sinar UV yang diikuti pembasahan permukaan kayu menyebabkan pelunturan zat warna kayu (Temiz, Terziev, Eikenes, & Hafren, 2007a). Pemberian lapisan *finishing* di permukaan kayu bertujuan mengurangi besaran energi cahaya matahari yang sampai ke

permukaan kayu. Pigmen dan bahan campuran lain seperti bubuk kaca dan logam dicampurkan ke dalam bahan *finishing* dengan harapan bahan campuran tersebut mampu mengurangi transmisi sinar ultra violet ke permukaan kayu (Allen et al., 2002; Deka & Petric, 2008; Schallen et al., 2008).

Standar pengujian kualitas lapisan *finishing* pada permukaan kayu diatur dalam *American Society for Testing Material (ASTM) D3274-95 (1995)* dan *D 661-93 (1993)*. Salah satu parameter yang diuji adalah besaran kerusakan lapisan *finishing* yang dinyatakan dalam persentase kerusakan lapisan. Selain persen kerusakan lapisan *finishing*, parameter perubahan warna juga menjadi salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas hasil *finishing* permukaan kayu (Evans et al., 2015). Penelitian ini bertujuan mempelajari perubahan warna dan tutupan lapisan *finishing* permukaan kayu setelah terpapar di luar ruangan dalam waktu satu tahun. Perubahan warna diukur dengan *colorimeter* menggunakan sistem CIELab yang telah dikembangkan oleh *the Commission International de l'Eclairage (CIE)* yang menggunakan parameter L^* kecerahan, a^* merah-hijau, dan b^* kuning-biru (Krisdianto, 2013; Ozgenc et al., 2012). Perubahan tutupan lapisan dilakukan berdasarkan analisis foto digital dengan *ImageJ* seperti yang telah dilakukan oleh Krisdianto, Dewi, dan Muslich (2015).

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Lima jenis kayu kurang dikenal dikumpulkan dari Riau dalam bentuk papan dengan ketebalan 2–3 cm. Penentuan obyek penelitian lima jenis kayu kurang dikenal merupakan bagian dari eksplorasi penelitian sifat dasar kayu oleh

Puslitbang Hasil Hutan tahun 2016. Nama lokal, nama botani, famili, kerapatan, dan nomor koleksi dalam *Xylarium Bogoriense 1915* disajikan dalam Tabel 1.

Bahan lain yang dipersiapkan adalah kertas amplas dengan tingkat kehalusan 240 dan 400, ultran lasur (LSR), ultran politur P-03 UV (PP), cat semprot akrilik transparan (AT), cat semprot poliuretan satin (PS), dan cat semprot enamel transparan (ET). Peralatan yang digunakan antara lain mesin gergaji potong, mesin ketam, *moisture meter*, timbangan digital, pengukur warna *colorimeter* *Precise Color Reader WR-10*, dan scanner Epson L360 serta perangkat lunak *ImageJ*.

B. Metode

1. Persiapan contoh uji

Contoh uji kelima jenis kayu dipersiapkan dari papan lebar bebas cacat dengan ukuran 15 cm (l) x 30 cm (p) x 2 cm (t) sesuai ukuran contoh uji yang telah ditetapkan dalam *American Society for Testing and Materials (ASTM) D 358-98 (1998)*. Seluruh contoh uji dikeringanginkan sampai kadar air sekitar 20%, lalu contoh uji dihaluskan dengan kertas ampelas No. 240 dan dilanjutkan dengan kertas ampelas No. 400 untuk mendapatkan permukaan kayu yang halus. Contoh uji dikelompokkan ke dalam enam kelompok yaitu untuk perlakuan *finishing* akrilik transparan (AT), enamel transparan (ET), poliuretan satin (PS), ultran lasur (LSR), dan ultran politur P-03 UV (PP), serta kontrol tanpa perlakuan, masing-masing tiga kali ulangan. Dari setiap contoh uji ditentukan 12 titik pengukuran warna dengan mal agar pengukuran dapat dilakukan secara berulang pada titik yang sama.

Tabel 1. Lima jenis kayu dari Riau
Table 1. Five wood species from Riau

No.	Nomor koleksi (Collection number)	Nama lokal (Vernacular names)	Nama botani (Botanical names)	Famili (Family)	Berat jenis* (Specific gravity)
1.	34424	punak	<i>Tetramerista glabra</i> Miq.	Theaceae	0,76
2.	34425	meranti bunga	<i>Shorea teysmanniana</i> Dyer. ex Brandis	Dipterocarpaceae	0,59
3.	34426	mempisang	<i>Alphonsea</i> sp.	Annonaceae	0,67
4.	34427	suntai	<i>Palaquium burckii</i> H.J.L.	Sapotaceae	0,66
5.	34428	pasak linggo	<i>Aglaia argentea</i> Blume	Meliaceae	0,79

Keterangan (Remarks): *Oey (1990)

2. Pengerjaan *finishing* contoh uji kayu

Pengerjaan *finishing* dan pengujian dilakukan mengacu pada studi yang telah dilakukan oleh Darmawan dan Purba (2009), yaitu setelah kadar air contoh uji mencapai 20%, salah satu permukaan kayu yang bebas cacat dihaluskan dengan kertas ampelas No. 240 dan dilanjutkan dengan No. 400. Setelah itu, tiga contoh uji diberi lapisan *finishing* dengan ultran lasur (LSR) dengan berat labur 60 g/m³ dan tiga contoh uji lain diberi lapisan *finishing* ultran politur P-03 UV (PP) dengan berat labur 100 g/m³. Sembilan contoh uji lain dikelompokkan ke dalam tiga perlakuan bahan *finishing* yaitu akrilik (AT), poliuretan (PP), dan enamel (ET) dengan berat labur 60 g/m³. Pada bagian penampang lintang contoh uji ditutup dengan *acrylic sealant* untuk menghindari absorpsi air pada arah longitudinal. Setelah di-*finishing*, contoh uji dikondisikan pada tempat yang bersih dan bebas dari debu selama satu minggu, kemudian contoh uji dipaparkan di bawah pengaruh cuaca secara langsung selama satu tahun dari tanggal 13 September 2016 sampai dengan 13 September 2017.

3. Pengujian daya tahan kayu terhadap pengaruh cuaca

Contoh uji kayu baik yang telah di-*finishing* maupun kontrol digantungkan secara vertikal di halaman terbuka di sisi luar Laboratorium Pengawetan Kayu, Puslitbang Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu 5, Bogor, pada koordinat 06°29'28,5" lintang selatan, 106°50'54,3" bujur timur. Contoh uji dievaluasi sebulan sekali dalam waktu satu tahun (13/09/2016-13/09/2017), meliputi pengukuran warna dan pengukuran persentase lapisan *finishing*. Perubahan warna kayu dilakukan dengan mengukur nilai warna kayu pada 12 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), menggunakan *colorimeter* Precise Color Reader WR-10. Precise Color Reader WR-10 memiliki sumber pencahayaan D65, dengan sensor *photodiode array*, dengan standar bukaan 8 mm, dan standar *observer* CIE

10°. Perubahan warna kayu dicatat setiap bulan pada titik yang sama dengan bidang ukur 20 mm dengan panjang gelombang 400–700 nm. (Ozgenc et al., 2012). Perubahan warna kayu dibandingkan dengan nilai warna kayu awal, dengan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan (*Remarks*):

ΔE = perubahan warna;

ΔL = perubahan kecerahan (*Lightness*);

Δa = perubahan merah-hijau (*Red-greeness*);

Δb = perubahan kuning-biru (*Yellow-blueness*)

Lapisan film *finishing* yang melekat pada permukaan kayu dianalisis dari gambar digital permukaan kayu. Permukaan kayu dipindai dengan *Scanner* Epson L360, dan luasan tutupan lapisan *finishing* dihitung berdasarkan persentase lapisan *finishing* yang masih tersisa pada saat pengamatan dari bulan pertama sampai bulan ke-12. Interpretasi gambar digital dilakukan dengan perangkat lunak *ImageJ* dengan menentukan banyaknya persentase partikel yang mewakili lapisan *finishing* yang masih menempel pada permukaan kayu seperti yang dilakukan oleh Krisdianto et al. (2015).

C. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif terhadap tiga parameter nilai warna yaitu *L**, *a**, dan *b** dari 12 titik pengukuran yang sudah ditentukan, dan persentase tutupan lapisan *finishing* dari setiap bulan pengamatan. Hasil pengamatan setiap bulan disajikan dalam bentuk grafik dan analisis sidik ragam dilakukan untuk melihat tutupan bahan *finishing* sebagai perlakuan. Analisis regresi dan korelasinya dilakukan untuk melihat hubungan antara perubahan warna dengan persentase tutupan lapisan *finishing* di permukaan kayu. Seluruh perhitungan statistik dilakukan dengan program statistik SPSS versi 16.0.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perubahan Warna Kayu

Setelah terekspose dengan cuaca, warna alami contoh uji kayu berubah dari warna asli cokelat, kuning, cokelat kemerahan, atau cokelat kekuningan menjadi abu-abu pucat. Pada bulan pertama, kayu meranti bunga mengalami perubahan warna terbesar ($\Delta E^*13,99$), diikuti kayu mempising ($\Delta E^*11,87$), pasak linggo ($\Delta E^*10,77$), punak ($\Delta E^*9,44$), dan suntai ($\Delta E^*7,42$). Perubahan warna dari bulan pertama sampai bulan ke-12 bervariasi dari 0,22–2,91 termasuk dalam perubahan warna sedikit sampai sedang menurut klasifikasi *Hunter Lab* (HunterLab, 2008). Kayu meranti bunga, suntai, dan pasak linggo yang berwarna merah kecoklatan lebih cepat berubah warna menjadi abu-abu daripada kayu punak yang berwarna kuning agak kemerahan dan kayu mempising yang berwarna alami kuning.

Kelima kayu yang dipelajari dilaporkan telah digunakan untuk penggunaan di dalam ruangan, namun belum ada data dan informasi penggunaannya di luar ruangan. Kayu punak dapat digunakan untuk kayu konstruksi dalam ruangan, namun tidak berhubungan dengan tanah (Keating, 1994). Kayu mempising merupakan kayu dengan kerapatan sedang untuk penggunaan di dalam ruangan (Nguyen, 1998). Kayu meranti bunga, suntai, dan pasak linggo berwarna kemerahan dan digunakan untuk konstruksi dan perabot di dalam ruangan (Tonanon & Lemmens, 1994; Wiselius & Noshiro, 1995; Wong, 1994). Untuk penggunaan di luar ruangan, kelima jenis kayu perlu diberi bahan pelapis *finishing* dengan anti-UV agar tidak mudah terdegradasi oleh cuaca.

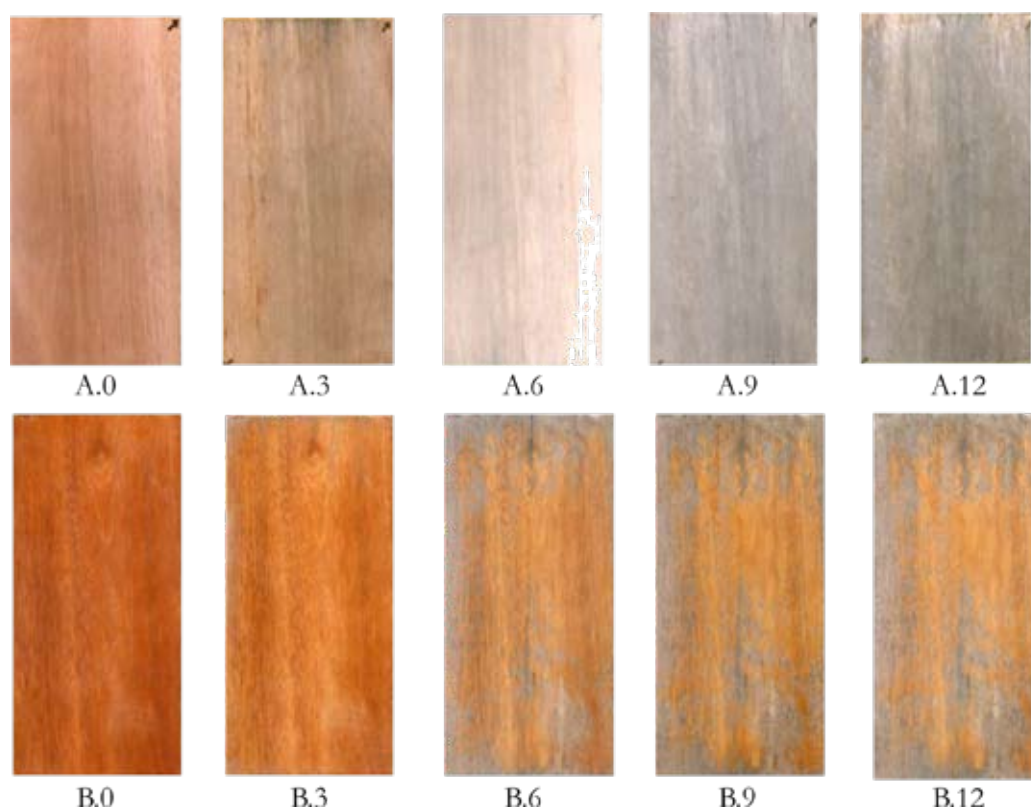
Perubahan warna menjadi abu-abu jelas terlihat pada contoh uji kayu yang tidak diberi bahan *finishing*, sedangkan contoh uji kayu yang diberi bahan pelapis *finishing* masih mempertahankan warna alami kayunya. Kecenderungan ini tampak pada seluruh contoh kayu yang dipelajari. Sebagai gambaran umum, perbandingan perubahan warna kayu tanpa bahan *finishing* dan kayu yang telah diberi bahan *finishing* ditampilkan pada jenis kayu pasak linggo (Gambar 1).

Pada saat terpapar cuaca, kayu mengalami perubahan suhu dan kelembapan serta pembasahan secara berulang karena hujan,

embun, dan peningkatan suhu akibat cahaya matahari. Peningkatan suhu dari pagi ke siang hari menyebabkan air dalam kayu menguap dan permukaan kayu menjadi kering, lalu pada saat suhu turun di malam hari dan terjadi pengembunan, permukaan kayu menjadi basah. Perubahan suhu dan kelembapan disertai pencahayaan sinar matahari yang berulang menyebabkan terjadinya proses delignifikasi di permukaan kayu. Proses delignifikasi juga disertai dengan pencucian zat warna di permukaan kayu, sehingga permukaan kayu menjadi berwarna abu-abu pucat. Hilangnya zat warna yang tergabung dalam zat ekstraktif di permukaan kayu terjadi akibat perubahan suhu, kelembapan, dan kadar air kayu seperti telah dilaporkan oleh Temiz et al. (2007), Deka dan Petric (2008), dan Hansmann et al. (2006).

Secara alami kayu memiliki struktur selulosa yang terdiri atas gugusan grup hidroksil *chromophoric aromatic* yang mampu menyerap energi cahaya, sehingga pada saat terjadi radiasi sinar matahari, energi cahaya menyebabkan reaksi kimia delignifikasi dan pelunturan zat warna pada kayu (Temiz, Terziev, Eikenes, & Hafren, 2007b). Perubahan warna 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). Transmisi sinar ultraviolet (UV) yang ada pada cahaya matahari menyebabkan *photo-degradation* permukaan kayu sehingga warna permukaan kayu menjadi abu-abu pucat. Perubahan warna permukaan kayu menjadi abu-abu merupakan hal yang sudah banyak diketahui akibat kayu terpapar di luar ruangan. Perubahan warna dari cokelat/kuning menjadi abu-abu disebabkan karena lepasnya kelompok karbonil dari keton, aldehid dan quinines akibat perubahan lignin selama masa pencucian (Ozgenç et al., 2012; Pandey, 2005; Temiz et al., 2007a).

Lapisan *finishing* yang mengandung pigmen membentuk film pada permukaan kayu mengurangi radiasi energi cahaya yang sampai ke permukaan kayu. Energi cahaya yang mampu mengurangi kandungan lignin pada permukaan kayu sebagian diserap dan dipantulkan oleh pigmen yang ada dalam kandungan lapisan bahan *finishing* sehingga



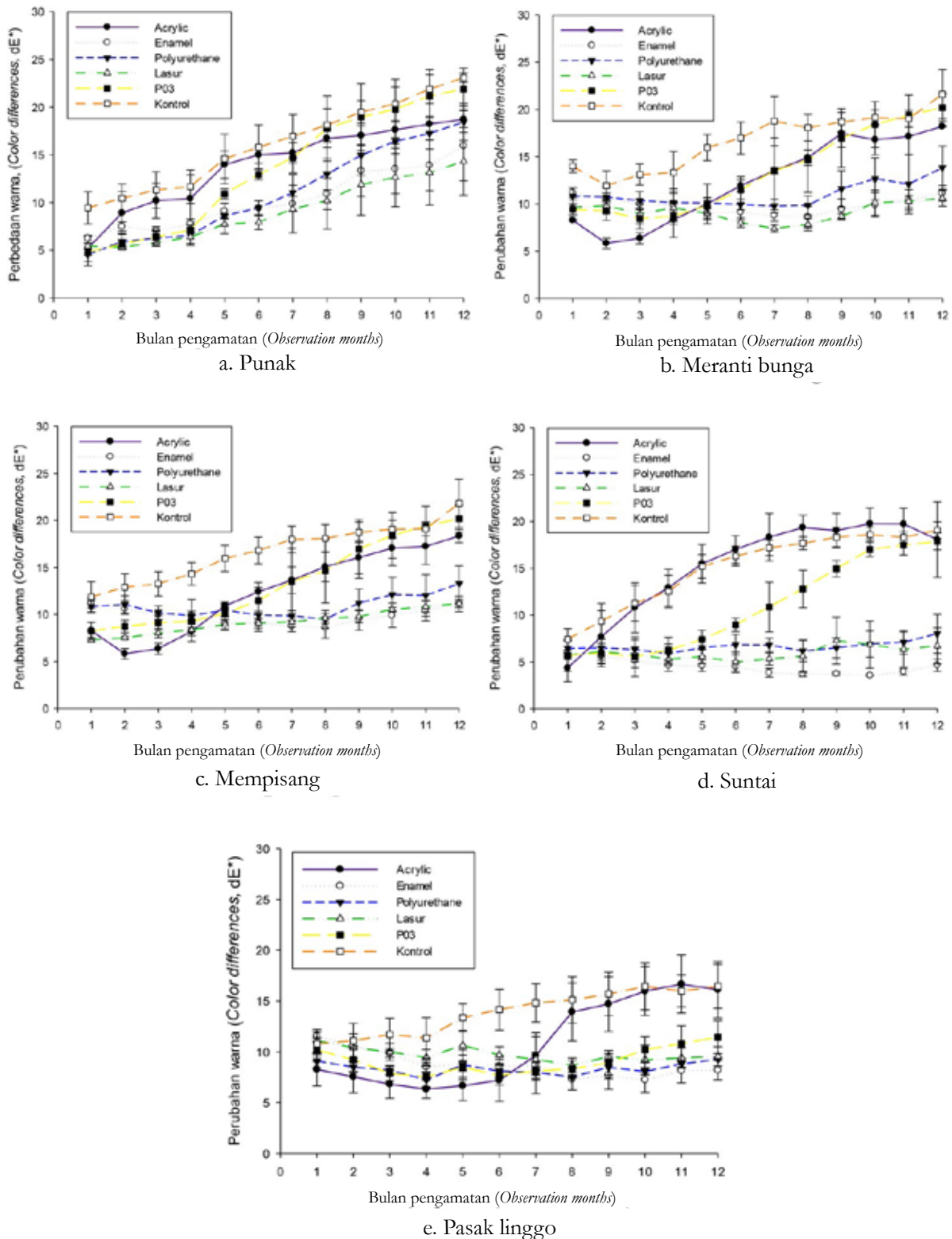
Gambar 1. Kayu pasak linggo tanpa *finishing* (A) dan bahan *finishing* P03 (B) setelah dipapar di luar ruangan selama (0) 0 bulan, (3) 3 bulan, (6) 6 bulan, (9) 9 bulan, dan (12) 12 bulan
Figure 1. Pasak linggo wood without finishing (A) and with finishing of P03 (B) after (0) 0 month, (3) 3 months, (6) 6 months, (9) 9 months, and (12) 12 months outdoor exposure

permukaan kayu terlindungi (Nejad, Ung, & Cooper, 2012; Schallen et al., 2008). Namun demikian, kualitas bahan *finishing* bervariasi bergantung pada daya lekat bahan *finishing* ke permukaan kayu dan kemampuan melindungi permukaan kayu dari sinar UV. Semakin tinggi persentase lapisan bahan *finishing* di permukaan kayu maka kayu semakin terlindungi. Parameter delignifikasi dan *photo-degradation* akibat sinar UV tidak diukur pada penelitian ini. Perbandingan penutupan bahan *finishing* pada permukaan kayu akan didiskusikan pada bagian III.B.

Rata-rata perubahan warna (ΔE^*) pada contoh uji kayu akibat pencucian disajikan dalam grafik Gambar 2.

Grafik pada Gambar 2 menunjukkan perubahan warna (ΔE^*) kelima jenis kayu setelah terpapar cuaca di luar ruangan selama satu tahun. Perubahan warna terbesar tercatat pada kayu yang tidak diberi bahan *finishing* karena permukaan kayu tidak terlindung oleh paparan cuaca, sehingga

transmisi sinar ultraviolet (UV) menyebabkan degradasi warna permukaan kayu (Deka & Petric, 2008). Permukaan kayu yang diberi pelapis bahan *finishing* dapat mempertahankan warna lebih baik dibandingkan permukaan kayu tanpa bahan *finishing*. Lapisan *finishing* mengurangi besarnya energi cahaya yang sampai ke permukaan kayu sehingga dapat memperlambat laju delignifikasi pada permukaan kayu (Deka & Petric, 2008; Dubey, Pang, & Walker, 2010). Dalam bahan *finishing* yang diperjualbelikan di pasaran, umumnya ditambahkan pigmen yang berfungsi menghambat transmisi sinar ultra violet (UV) ke permukaan kayu (Allen et al., 2002; Schallen et al., 2008). Perubahan warna pada kayu yang tidak diberi pelapis bahan *finishing* dan yang diberi bahan *finishing* memiliki pola yang sama yaitu semakin lama waktu pencucian, semakin besar perubahan warna yang terjadi pada permukaan kayu, dan sampai pada titik tertentu perubahan warnanya semakin kecil.



Gambar 2. Perubahan warna ΔE^* permukaan lima jenis kayu asal Riau setelah dipapar di luar ruangan selama satu tahun
Figure 2. Color changes (ΔE^*) at surface of five wood species from Riau during one year outdoor exposure

Hasil persamaan regresi terhadap laju perubahan warna (Lampiran 1), menunjukkan bahwa pelapisan larutan *finishing* enamel transparan (ET) memiliki perubahan warna paling kecil pada semua jenis kayu dengan koefisien regresi berkisar antara -0,29–0,85, diikuti bahan *finishing* lasur (LSR) dan P03 (PP) dengan koefisien regresi -0,13–1,76. Laju perubahan warna paling cepat tercatat pada permukaan kayu dengan bahan *finishing* akrilik (AT) dan poliuretan (PS) dengan koefisien regresi 0,19 – 1,33. Kandungan resin *alkyd* dalam enamel menjadi unsur utama bahan *finishing* enamel mempertahankan warna permukaan kayu, sedangkan bahan *finishing* akrilik tidak mengandung resin, sehingga warna alami kayu lebih mudah terdegradasi.

Enamel merupakan salah satu jenis cat yang dikembangkan dengan resin *alkyd* untuk produk logam, besi, kayu, dan semen di luar ruangan. Cat enamel baik dilaburkan maupun disemprot berfungsi memperkeras permukaan dan membuat permukaan mengkilap. Cat enamel umumnya diberi campuran bubuk kaca atau bubuk logam yang menggantikan fungsi pigmen dalam larutan bahan *finishing*. Dalam penggunaannya, enamel dicampurkan dengan pernis dan berfungsi memperlambat degradasi akibat cuaca dan menghindari serangan jamur (Mack, Sturman, & Escarsega, 2006).

Ultran lasur dan ultran politur merupakan bahan *finishing* yang diproduksi dan dipasarkan oleh perusahaan di Indonesia. Ultran lasur laser EL-501 LS merupakan bahan *finishing* yang didesain untuk penggunaan kayu di luar ruangan dengan menampilkan ciri khas serat kayu. Ultran P03–UV merupakan cat politur dengan resin *alkyd* yang mampu memberikan perlindungan ekstra terhadap permukaan kayu yang terpapar sinar matahari, cuaca, serta serangan jamur dan serangga (Propan Raya, 2015a, 2015b). Cat akrilik dan cat poliuretan merupakan jenis cat cepat kering untuk melapisi permukaan logam, kayu dan plastik. Cat akrilik terbuat dari pigmen yang dicampur dalam emulsi polimer akrilik dengan warna yang bervariasi. Untuk lapisan permukaan kayu disarankan menggunakan warna transparan agar warna asli permukaan kayu dapat dipertahankan. Cat akrilik merupakan cat yang larut dalam air, namun akan menjadi tahan air pada saat kering (Smithens, 2006). Cat poliuretan

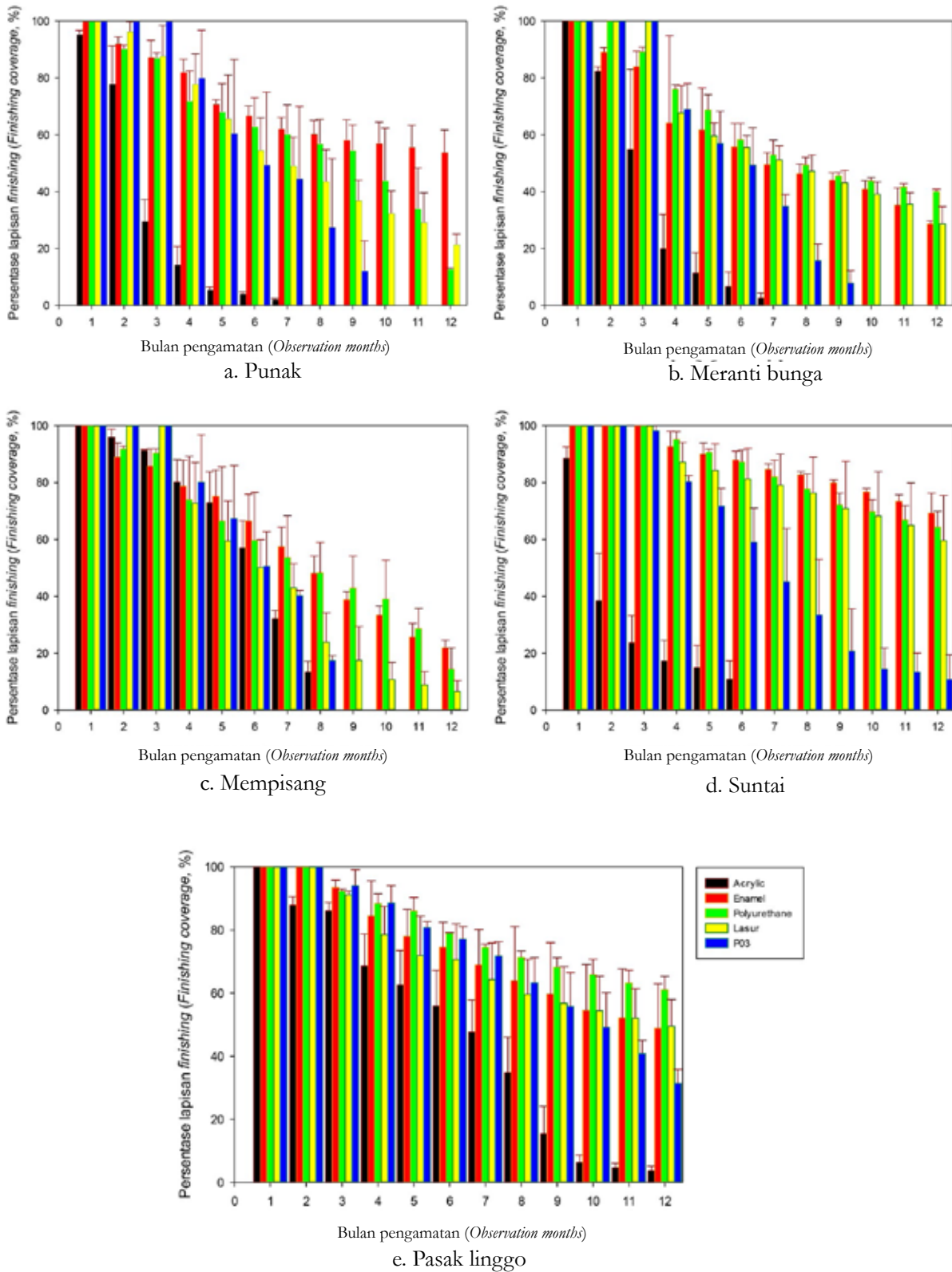
merupakan cat berbahan baku plastik cair dan akan membentuk lapisan plastik pada permukaan kayu pada saat kering. Di pasaran, cat poliuretan umumnya dibuat larut dalam air dan akan membentuk lapisan tahan air di permukaan kayu pada saat kering, namun cat poliuretan dilaporkan kurang tahan terhadap pemanasan berulang (Hayes, Golden, & Smith, 2006; Vidholdova, Slabejova, & Kaloc, 2017).

B. Penutupan Pelapisan *Finishing*

Lapisan film *finishing* yang melekat pada kayu dianalisis dari gambar digital permukaan kayu. Luasan tutupan lapisan *finishing* dihitung berdasarkan persentase lapisan *finishing* yang masih tersisa pada saat bulan pengamatan disajikan pada grafik Gambar 3.

Grafik pada Gambar 3 menunjukkan bahwa setiap jenis kayu memberikan respon berbeda terhadap ketahanan lapisan bahan *finishing* yang diaplikasikan, namun semuanya memiliki pola sama yaitu semakin lama waktu pemaparan di luar ruangan, semakin kecil persentase lapisan *finishing* yang melekat di permukaan kayu. Pada kayu punak, lapisan *finishing* enamel transparan (ET) bertahan sampai dengan 53,86% pada pengamatan bulan ke-12, sedangkan lapisan *finishing* poliuretan satin (PS) dan lasur (LSR) hanya bertahan sampai 12,8% dan 21,4%. Bahan *finishing* akrilik transparan (AT) pada kayu punak hanya bertahan pada bulan ke-7 dengan menyisakan lapisan *finishing* sebesar 2,12%. Bahan *finishing* P03 (PP) pada kayu punak bertahan sampai bulan ke-9 dengan sisa lapisan *finishing* sebesar 12,18%. Agar permukaan kayu tetap terlindung dari pencucian, pada saat kerusakan lapisan *finishing* mencapai >20% maka permukaan kayu harus dilapisi ulang, yaitu mulai bulan ke-4 untuk bahan *finishing* enamel transparan (ET), poliuretan satin (PS), lasur (LSR), dan P03(PP), bulan, sedangkan bahan *finishing* akrilik transparan (AT) sebaiknya dilapisi ulang mulai bulan ke-2.

Pada kayu meranti bunga, lapisan *finishing* poliuretan satin (PS) hanya bertahan 39,98% di bulan ke-12, sedangkan enamel transparan (ET) dan lasur (LSR) hanya bertahan sebesar 28%. Bahan *finishing* P03(PP) pada kayu meranti bunga hanya bertahan pada bulan ke-9 dengan sisa lapisan *finishing* sebesar 7,79%. Bahan



Gambar 3. Persentase lapisan *finishing* pada lima jenis kayu asal Riau setelah dipapar di luar ruangan selama satu tahun
Figure 3. Finishing coverage percentage of five wood species from Riau during one year outdoor exposure

finishing akrilik hanya bertahan sampai bulan ke-7 dengan sisa lapisan *finishing* sebesar 2,56%. Untuk menghindari kerusakan permukaan kayu lebih jauh, saat kerusakan lapisan *finishing* mencapai >20%, permukaan kayu meranti bunga sebaiknya dilapis ulang, yaitu mulai bulan ke-4 untuk bahan *finishing* enamel transparan (ET), poliuretan satin (PS), lasur (LSR), dan P03(PP), sedangkan bahan *finishing* akrilik transparan (AT) sebaiknya dilapis ulang mulai bulan ke-3.

Pada kayu mempising, lapisan *finishing* tidak bertahan lama di luar ruangan. Bahan *finishing* akrilik transparan (AT) dan P03 (PP) hanya bertahan sampai bulan ke-8, dengan sisa lapisan *finishing* sebesar 13,36% dan 17,36%. Bahan *finishing* poliuretan satin (PS), lasur (LSR), dan enamel transparan (ET) bertahan sampai bulan ke-12 dengan sisa lapisan *finishing* sebesar 14,39%, 6,47%, dan 21,85%. Pada kayu mempising, pelapisan ulang bahan *finishing* sebaiknya dilakukan pada bulan ke-4 untuk kelima bahan *finishing* yang dipelajari.

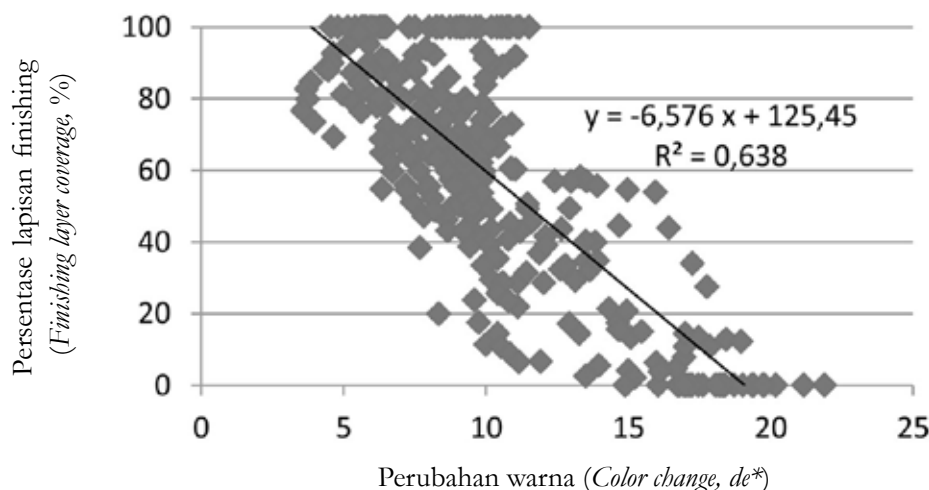
Lapisan *finishing* mampu bertahan sampai bulan ke-12 pada kayu suntai, kecuali bahan *finishing* akrilik transparan (AT) yang hanya bertahan sampai bulan ke-6 dengan sisa lapisan 10,83%. Pada bulan ke-12, sisa bahan *finishing* yang melekat pada permukaan kayu suntai adalah 69,28% (ET), 64,35% (PS), 59,6% (LSR), dan

10,75% (PP). Pelapisan ulang enamel transparan (ET), poliuretan satin (PS), dan lasur (LSR) sebaiknya dilakukan pada bulan ke-9, sedangkan pelapisan ulang akrilik transparan (AT) dilakukan sejak bulan ke-2 dan P03 (PP) sejak bulan ke-6.

Kayu pasak linggo memiliki sifat mudah di-*finishing* dengan kualitas hasil *finishing* bagus. Kelima lapisan *finishing* yang dipelajari mampu bertahan sampai bulan ke-12 dengan sisa lapisan *finishing* 3,73% (AT), 48,85% (ET), 61,07% (PS), 49,54% (LSR), dan 31,35% (PP). Pelapisan ulang sebaiknya dilakukan pada bulan ke-4 untuk lapisan *finishing* akrilik transparan (AT) dan lasur (LSR), sedangkan enamel transparan (ET) sebaiknya dilakukan pada bulan ke-5, dan poliuretan satin (PS), dan P03 (PP) disarankan pada bulan ke-6.

C. Hubungan Perubahan Warna dengan Persentase Lapisan *Finishing*

Berdasarkan pengamatan secara visual tampak bahwa perubahan warna dipengaruhi oleh lapisan *finishing* permukaan kayu. Pada saat lapisan *finishing* semakin berkurang, bagian yang terpapar oleh cuaca dan terukur perubahan warnanya adalah bagian permukaan kayu yang tidak terlindungi oleh lapisan *finishing*. Hubungan antara perubahan warna permukaan kayu dengan persentase lapisan *finishing* disajikan dalam persamaan regresi Gambar 4.



Gambar 4. Persamaan regresi antara perubahan warna dengan persentase lapisan *finishing* pada lima jenis kayu asal Riau

Figure 4. Linear regression formula between color change and finishing layer coverage on five wood species from Riau

Hubungan persentase lapisan *finishing* dengan perubahan warna ditunjukkan dalam persamaan regresi $y = -6,5758x + 125,45$, dengan koefisien korelasi 0,64. Grafik pada Gambar 4 menunjukkan beberapa data hasil pengukuran tidak cocok dengan sebagian besar data lainnya (*outlier*). Data ini kemungkinan disebabkan karena kesalahan observasi atau disebut dengan istilah data observasi terkontaminasi (Cohen, 2003). Dalam penelitian ini observasi yang terkontaminasi disebabkan karena 12 titik pengukuran warna yang telah ditetapkan secara konsisten memiliki pola jarak yang sama, namun lapisan tipis *finishing* yang mengelupas memiliki jarak yang bervariasi dari bagian tepi contoh uji, sedangkan persentase lapisan *finishing* dihitung berdasarkan luasan seluruh contoh uji. Walaupun korelasinya kurang begitu kuat, namun ada kecenderungan bahwa semakin tinggi persentase lapisan *finishing*, perubahan warna semakin rendah. Dengan kata lain, semakin berkurangnya lapisan *finishing* menyebabkan perubahan warna semakin besar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dikemukakan oleh Biblis (2000) yang menyatakan bahwa bagian permukaan kayu yang terbuka tanpa lapisan pelindung akan menyebabkan perubahan warna lebih cepat.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Bahan *finishing* mampu melindungi permukaan kayu dari perubahan warna akibat terpapar sinar UV, namun kualitas bahan *finishing* bervariasi bergantung pada daya lekatnya di permukaan kayu. Bahan *finishing* enamel (ET) menunjukkan perubahan warna paling kecil diikuti lasur (LSR), dan P03 (PP). Bahan *finishing* yang melekat di permukaan kayu semakin lama semakin luntur, untuk itu perlu dilakukan pelapisan ulang agar permukaan kayu terjaga dari paparan sinar UV.

B. Saran

Parameter delignifikasi dan *photo-degradation* yang menyebabkan warna permukaan kayu menjadi pucat belum dipelajari, sehingga kedua parameter tersebut perlu dipelajari lebih mendalam dalam penelitian berikutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ida dan Romi Iskandar yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, N. S., Edge, M., Ortega, A., Liauw, C. M., Stratton, J., & McIntyre, R. B. (2002). Behaviour of nanoparticle (ultrafine) titanium dioxide pigments and stabilizers on the photooxidative stability of water based acrylic and isocyanate based acrylic coatings. *Polymer Degradation and Stability*, 78, 467–478.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). (1993). *Standard test method for evaluating degree of cracking of exterior paints* (ASTM D 661-1993). American Society for Testing Materials.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). (1995). *Standard test method for evaluating degree of surface disfigurement of paint films by microbial (fungal or alga) growth or soil and dirt accumulation* (ASTM D 3274-1995). American Society for Testing Materials.
- American Society for Testing and Materials (ASTM). (2012). *Standard specification for wood to be used as panels in weathering tests of coatings*. (ASTM D358-2012). American Society for Testing Materials.
- Balfas, J. (2017). Kualitas Politur Organik dari Ekstrak Kayu Jati dan Sirlak. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(1), 53–71. doi: 10.20886/jphh.2017.35.1.53-71.
- Biblis, E. J. (2000). Effect of weathering on surface quality and structural properties of six species of untreated commercial plywood siding after six years of exposure in Alabama. *Forest Products Journal*, 50(5), 47–50.
- Cohen, J. (2003). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences* (3rd ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate.

- Darmawan, W., & Purba, I. (2009). Daya tahan lapisan finishing eksterior beberapa jenis kayu terhadap pengaruh cuaca. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*, 2(1), 1–8.
- Deka, M., & Petric, M. (2008). Photo-degradation of water borne acrylic coated modified and non-modified wood during artificial light exposure. *BioResources*, 3(2), 346–362.
- Dubey, M. K., Pang, S. S., & Walker, J. (2010). Color and dimensional stability of oil heat-treated radiata pinewood after accelerated UV weathering. *Forest Products Journal*, 60(5), 453–459. doi: 10.13073/0015-7473-60.5.453.
- Evans, P., Haase, J., Seman, A., & Kiguchi, M. (2015). The search for durable exterior clear coatings for wood. *Coatings*, 5(4), 830–864. doi: 10.3390/coatings5040830.
- Hansmann, C., Deka, M., Wimmer, R., & Gindl, W. (2006). Artificial weathering of wood surfaces modified by melamine formaldehyde resins. *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, 64(3), 168–203.
- Hayes, J., Golden, M., & Smith, G. D. (2006). From formulation to finished product: Causes and potential cures for conservation concerns in acrylic emulsion paints. Dalam T. J. S. Learner, P. Smithen, J. W. Krueger, & M. R. Schilling (Eds.), *Modern Paints Uncovered* (pp. 58–65). London: The Getty Conservation Institute.
- HunterLab. (2008). CIELab color scale Hunter lab. Diakses dari <https://www.hunterlab.com/duplicate-of-basics-of-color-theory.pdf> pada 9 Februari 2018.
- Keating, W. G. (1994). Tetramerista Miq. Dalam I. Soerianegara & R. Lemmens (Eds.), *Plant Resources of South-East Asia 5 (1). Timber trees: Major commercial timbers* (pp. 454–458). Bogor: PROSEA.
- Krisdianto. (2013). Pengukuran warna kayu dengan sistem CIELab. *Forpro*, 2(1), 28–31.
- Krisdianto, Dewi, L. M., & Muslich, M. (2015). Analisis hasil pengujian kayu yang diserang penggerek kayu di laut dengan interpretasi gambar digital. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(1), 11–18.
- Mack, A., Sturman, S., & Escarsega, J. A. (2006). Adapting military camouflage paint for matte outdoor sculpture. Dalam T. J. S. Learner, P. Smithen, J. W. Krueger, & R. Schilling (Eds.), *Modern Paints Uncovered* (pp. 66–74). London: The Getty Conservation Institute.
- Nejad, M., Ung, T., & Cooper, P. (2012). Protocol comparison: Laboratory versus natural weathering tests for performance evaluation of coatings on preservative-treated wood. *Forest Products Journal*, 62(3), 177–183. doi: 10.13073/0015-7473-62.3.177.
- Nguyen, T. B. (1998). Alphonsea Hook.f.& Thomson. Dalam M. S. M. Sosef, L. T. Hong, & S. Prawirohatmodjo (Eds.), *Plant Resources of South-East Asia 5 (3). Timber trees: Lesser-known timbers* (pp. 66–67). Bogor: PROSEA.
- Oey, D. S. (1990). *Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek*. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Ozgenç, O., Hiziroglu, S., & Yildiz, U. C. (2012). Weathering properties of wood species treated with different coating applications. *BioResources*, 7(4), 4875–4888. doi: 10.15376/biores.7.4.4875-4888.
- Pandey, K. K. (2005). Study of the effect of photo-irradiation on the surface chemistry of wood. *Polymer Degradation and Stability*, 90(1), 9–20. doi: 10.1016/j.polymdegradstab.2005.02.009.
- Propan Raya. (2015a). Ultratan lasur: Deep penetrating exterior lasur. Diakses dari https://www.propanraya.com/files/uploads/media/spesifikasi-ultran-lasur-laser-el-501-ls_2017-12-28_11-51-54-22-catalog-wood-finish_ultran-lasurpdf.pdf pada 9 Februari 2018.

- Propan Raya. (2015b). Ultratan politur P-03 UV. Diakses dari https://www.propanraya.com/files/uploads/media/spesification-ultran-politur-p-03-uv_2017-12-28_10-18-48-20-catalog-wood-finish_ultran-p-03-uvpdf.pdf pada 9 Februari 2018.
- Quarles, S. L., Kobzina, J. W., & Geisel, P. M. (2004). Selecting lumber and lumber substitutes for outdoor exposures. Diakses dari <http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8144.pdf> pada 9 Februari 2018.
- Schallen, C., Rogez, D., & Braig, A. (2008). Hydroxyphenyl-s-triazines: Advanced multipurpose UV-absorber for coatings. *Journal of Coating Technology Research*, 5(1), 25–31.
- Smithens, P. (2006). A history of the treatment of acrylic painting. Dalam T. Learner, P. Smithen, J. Krueger, & M. R. Schilling (Eds.), *Modern Paints Uncovered* (pp. 165–174). London: The Getty Conservation Institute.
- Temiz, A., Terziev, N., Eikenes, M., & Hafren, J. (2007a). Effect of accelerated weathering on surface chemistry of modified wood. *Applied Surface Science*, 253(12), 5355–5362. doi: 10.1016/j.apsusc.2006.12.005.
- Temiz, A., Terziev, N., Eikenes, M., & Hafren, J. (2007b). Effect of accelerated weathering on surface chemistry of modified wood. *Applied Surface Science*, 253(12), 5355–5362. doi: 10.1016/j.apsusc.2006.12.005.
- Tonanon, N., & Lemmens, R. H. M. J. (1994). Palaquium Blanco. Dalam I. Soerianegara & R. H. M. J. Lemmens (Eds.), *Plant Resources of South-East Asia 5 (1). Timber trees: Major commercial timbers* (pp. 303–319). Bogor: PROSEA.
- Vidholdova, Z., Slabejova, G., & Kaloc, J. (2017). Influence of wood pre-weathering on selected surface properties of the system wood-coating film. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 59(2), 67–77.
- Williams, R. S. (1999). Finishing of wood. Dalam *Wood handbook: Wood as an engineering material* (pp. 15–37). Madison: Forest Products Society.
- Wiselius, S. I., & Noshiro, S. (1995). Aglaia Lour. Dalam R. H. M. J. Lemmens, I. Soerianegara, & W. C. Wong (Eds.), *Timber trees: Minor commercial timbers* (5(2), pp. 38–54). Bogor: PROSEA.
- Wong, W. C. (1994). Shorea Roxb. ex Gaertner. Dalam I. Soerianegara & R. H. M. J. Lemmens (Eds.), *Plant Resources of South-East Asia 5 (1). Timber trees: Major commercial timbers* (pp. 384–404). Bogor: PROSEA.

Lampiran 1. Persamaan regresi perubahan warna permukaan kayu dengan lima bahan finishing berbeda

Appendix 1. Regression formula of wood surface's color change of five different finishing

No.	Kode (Code)	Persamaan regresi (Regression formula)	Korelasi (Correlation, r^2)
1.	24_AT	$y = 1,1409 x + 6,521364$	0,915727
	24_ET	$y = 0,851434 x + 4,843182$	0,954427
	24_PS	$y = 1,338217 x + 2,339091$	0,98
	24_LSR	$y = 0,882522 x + 3,435909$	0,974213
	24_PP	$y = 1,759091 x + 2,069242$	0,974323
2.	25_AT	$y = 1,20965 x + 4,533939$	0,918817
	25_ET	$y = -0,02135 x + 9,23497$	0,00834
	25_PS	$y = 0,238322 x + 9,442576$	0,440963
	25_LSR	$y = 0,04965 x + 8,832273$	0,03052
	25_PP	$y = 1,17965 x + 5,683939$	0,91441
3.	26_AT	$y = 1,193462 x + 4,695$	0,929888
	26_ET	$y = -0,02325 x + 9,99197$	0,00929
	26_PS	$y = 0,18528 x + 6,939848$	0,342978
	26_LSR	$y = 0,346818 x + 6,939848$	0,985434
	26_PP	$y = 1,212098 x + 5,45803$	0,955689
4.	27_AT	$y = 1,277727 x + 6,900606$	0,796371
	27_ET	$y = -0,16997x + 5,603939$	0,610725
	27_PS	$y = 0,10035 x + 6,016061$	0,452158
	27_LSR	$y = 0,107028 x + 5,271818$	0,305938
	27_PP	$y = 1,326049 x + 2,278182$	0,94269
5.	28_AT	$y = 0,04965 x + 4,009545$	0,784714
	28_ET	$y = -0,2993x + 10,69379$	0,686566
	28_PS	$y = 0,022028 x + 8,175152$	0,01731
	28_LSR	$y = -0,13084 x + 10,57879$	0,48252
	28_PP	$y = 0,178252 x + 7,89803$	0,242169

Keterangan (Remarks): AT= Akrilik transparan; ET= Enamel transparan; PS= Polyurethane satin; LSR=Lasur, PP=P03