

PELAPISAN PERMUKAAN KAYU LAPIS DENGAN POLIMER AKRILAT MENGGUNAKAN RADIASI ULTRA VIOLET

Sugiarto Danu, Darsono dan Anik Sunarni

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) - BATAN
Jl. Cinere Pasar Jum'at, Jakarta 12720

ABSTRAK

PELAPISAN PERMUKAAN KAYU LAPIS DENGAN POLIMER AKRILAT MENGGUNAKAN RADIASI ULTRA VIOLET. Penelitian pelapisan permukaan kayu lapis dari kayu kamper (*Dryobalanops* spp.) dengan bahan pelapis polimer akrilat telah dilakukan menggunakan bahan pelapis radiasi dengan nama komersial Overlon, yaitu, dua senyawa polimer epoksi akrilat dan satu senyawa uretan akrilat. Proses pengeringan/pemadatan (*curing*) dilakukan menggunakan sumber radiasi *ultra violet* dengan intensitas 80 Watt/cm pada beberapa variasi tebal lapisan dan kecepatan konveyor. Parameter sifat lapisan hasil iradiasi yang diukur meliputi fraksi-gel, *weight-swelling ratio*, laju nyala, kekerasan pendulum, adesi, kilap, dan ketahanan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa resin epoksi akrilat lebih reaktif dan lapisan yang dihasilkan mempunyai sifat fisik, mekanik, termal, dan kimia yang lebih baik dibanding uretan akrilat. Adesi antara lapisan polimer dengan permukaan kayu lapis yang diuji dengan metode *cross-cut* memenuhi standar pengujian. Pengujian adesi menggunakan metode uji tarik menunjukkan tersebar data besarnya kuat tarik dan pola kerusakan.

Kata kunci : Kayu lapis, pelapisan permukaan, polimer akrilat, radiasi *ultra violet*

ABSTRACT

SURFACE COATING OF PLYWOOD WITH ACRYLIC POLYMERS USING ULTRA VIOLET RADIATION. An experiment on surface coating of plywood made of kamper wood (*Dryobalanops* spp.) have been done using radiation curable materials with the commercial name of Overlon i.e., two epoxy acrylate resins and one urethane acrylate resin. Curing process was conducted by using 80 Watt/cm intensity of Ultra Violet source at various coating thickness and conveyor speed. Parameters observed were gel fraction, weight-swelling ratio, burning rate, pendulum hardness, adhesion, gloss, and chemical, solvent and stain resistance. Experimental results showed that epoxy acrylate was more reactive than urethane acrylate resin. Cured films prepared of epoxy acrylate have higher physical, mechanical, and chemical properties as compared with that of urethane acrylate. Adhesion properties between polymer films and wood surface obtained by cross-cut test fulfill the standard requirement. While, adhesion properties using pull-off test showed that data obtained were scattered either for tensile stress or failure pattern.

Key words : Plywood, surface coating, acrylate polymer, ultra violet radiation

PENDAHULUAN

Kayu kamper (*Dryobalanops* spp.) mempunyai kelas kuat II sampai IV dan kelas awet I sampai III. Kelas kuat II mempunyai berat jenis 0,60 sampai dengan 0,90, keteguhan lengkung mutlak 725 kg/cm² sampai dengan 1100 kg/cm², dan keteguhan tekan mutlak 425 kg/cm² sampai dengan 650 kg/cm², sedangkan kelas kuat IV mempunyai berat jenis 0,30 sampai dengan 0,40, keteguhan lengkung mutlak 300 kg/cm² sampai dengan 500 kg/cm², dan keteguhan tekan mutlak 215 kg/cm² sampai dengan 300 kg/cm². Kelas awet didasarkan perkiraan lama pemakaian pada kondisi : selalu berhubungan dengan tanah lembab (kelas awet I = 8 tahun, III = 3 tahun), hanya dipengaruhi cuaca

tetapi tidak terendam air dan tidak kekurangan udara (I = 20 tahun, III = 10 tahun), di bawah atap, tidak berhubungan dengan tanah lembab dan tidak kekurangan udara (I = tak terbatas, III = sangat lama), di cat dengan teratur (I = tak terbatas, III = tak terbatas), tidak diserang rayap tanah untuk kelas I, dan hampir tidak diserang bubuk kayu kering untuk kelas II [1]. Kayu tersebut secara luas dipakai untuk tiang, rusuk, papan untuk rumah dan jembatan, kayu lapis, peti, mebel, lantai dan lain-lain [2]. Hampir semua produk berbasis kayu memerlukan proses pelapisan permukaan untuk melindungi permukaan kayu dari pengaruh luar yang bersifat merusak dan meningkatkan penampilannya.

Proses pelapisan permukaan dengan pengeringan/pemadatan (*curing*) secara konvensional biasanya dilakukan menggunakan katalisator dengan bantuan pelarut, dan dapat dipercepat dengan pemanasan.

Selain cara konvensional, proses pengeringan dapat dilakukan dengan teknik radiasi menggunakan radiasi *ultra violet*. Pelapisan permukaan menggunakan radiasi mempunyai beberapa keunggulan dibanding proses konvensional, yaitu tidak memerlukan katalisator, pelarut dan panas, dan proses pengeringan berlangsung sangat cepat (dalam satuan detik). Bahan pelapis radiasi tidak menggunakan pelarut yang mudah menguap sehingga ramah lingkungan. Berbagai negara terutama Amerika Serikat dan negara-negara Eropa telah menerapkan peraturan yang membatasi emisi bahan organik menguap (*Volatile Organic Compound = VOC*) pada proses pelapisan permukaan. Peraturan tersebut mendorong penggunaan bahan pelapis dengan emisi bahan organik menguap yang rendah, misalnya bahan pelapis dengan pelarut air, bubuk/*powder*, bahan pelapis radiasi (*radiation curable materials*) dan bahan pelapis berpelarut padatan tinggi (*high solids solvent based*) [3].

Berbagai penelitian telah dikembangkan untuk mendapatkan bahan kimia dengan reaktivitas tinggi dan fotoinisiator yang lebih efisien. Hal ini dilakukan terhadap berbagai monomer (akrilat, epoksi, *thiol-poliene*) dengan melacak hilangnya bagian reaktif dari monomer dan fotoinisiator menggunakan spektroskopi infra merah dan spektroskopi *ultra violet* [4]. Penelitian penggunaan radiasi *ultra violet* dengan sistem bahan pelapis bubuk telah dikembangkan untuk pelapisan permukaan kayu, yang selama ini hanya untuk pelapisan logam. Inovasi dan terobosan tersebut menjadikan teknologi radiasi *ultra violet* lebih mudah diaplikasikan terutama untuk bahan-bahan yang peka terhadap panas, misalnya kayu, MDF (*medium density fiberboard*) dan plastik [5]. Penelitian dan pengembangan pelapisan permukaan sebelumnya telah dilakukan terhadap berbagai jenis kayu yang paling banyak penggunaannya di Indonesia, baik terhadap kayu olahan maupun kayu keras (*solid wood*) menggunakan radiasi. Beberapa di antaranya adalah : kombinasi pelapisan permukaan kayu meranti (*Shorea Spp.*) dengan metode konvensional dan radiasi *ultra violet* [6], pelapisan kayu jati (*Tectona grandis* L.f) dengan polimer akrilat menggunakan radiasi berkas elektron dan *ultra-violet* [7], degradasi lapisan poliester hasil iradiasi *ultra-violet* pada permukaan kayu kamper (*Dryobalanops spp.*) dan kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) karena pengaruh cuaca [8].

Makalah ini menguraikan pelapisan permukaan kayu lapis kamper dengan bahan pelapis polimer akrilat yang mempunyai nama komersial Overlon, yaitu senyawa epoksi akrilat dan senyawa uretan akrilat. Proses pemadatan dilakukan menggunakan radiasi *ultra violet*. Parameter yang diukur meliputi kekerasan, *weight swelling ratio*, kilap, adesi, ketahanan terhadap panas

dan sifat nyala, serta ketahanan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda. Dari hasil penelitian diharapkan dapat memberi sumbangan dalam aplikasi radiasi untuk pelapisan permukaan kayu karena selain prosesnya efisien sehingga dapat menghasilkan kapasitas produksi yang sangat besar, juga berwawasan lingkungan karena tidak mengandung pelarut yang mudah menguap sehingga tidak menimbulkan masalah pencemaran lingkungan.

METODE PERCOBAAN

Bahan

Kayu lapis kamper dengan kandungan air 11% berat sampai dengan 12 % berat, dibeli dari toko bahan bangunan. Bahan pelapis radiasi dengan nama komersial Overlon, yaitu dua senyawa epoksi akrilat Overlon UV-B3 (UV-B3) dan Overlon UV-B7 (UV-B7), serta satu senyawa uretan akrilat Overlon UV-B9 (UV-B9), diperoleh dari Three Royal Chemical Industry Co., Ltd. Taiwan. Ketiga bahan pelapis tersebut merupakan campuran prapolimer akrilat (45 % sampai dengan 50 %), monomer akrilat (35 % sampai dengan 40 %) sebagai diluen, bahan pengisi (*talk* = 9 % sampai dengan 9,5 %), aditif (0,5%), dan sudah mengandung fotoinisiator sehingga dapat langsung dipakai untuk proses pelapisan. Semua bahan kimia tersebut langsung dipakai tanpa proses lebih lanjut.

Alat

Pelapisan permukaan dilakukan menggunakan pelapis tipe rol lebar 60 cm. Iradiasi dilakukan menggunakan sumber radiasi *ultra violet* satu lampu dengan intensitas 80 Watt/cm buatan *IST Strahlentechnik GmbH*, Jerman, dilengkapi dengan sistem konveyor.

Cara Kerja

Sifat bahan pelapis radiasi yang diukur meliputi densitas, viskositas dan kandungan bahan menguap (*volatile content*). Kandungan bahan menguap diukur menurut ASTM D 2359-81, dengan pemanasan bahan pelapis pada suhu $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 60 menit. Pengukuran sifat lapisan hasil iradiasi, yaitu fraksi-gel, *weight swelling ratio*, dan laju nyala dilakukan menggunakan substrat aluminium untuk memudahkan pengambilan lapisan. Fraksi gel diukur dengan metode ekstraksi menggunakan aseton selama 16 jam. *Weight swelling ratio* (WSR) ditentukan dengan perendaman dalam aseton selama 24 jam. Sifat nyala lapisan ditentukan dengan mengukur laju nyala sesuai ASTM D 635-91. Pelapisan permukaan dilakukan dengan pengampelasan contoh uji kayu berukuran (250 x 200 x 4) mm³ menggunakan kertas ampelas # 240, pelapisan dua kali dengan bahan pelapis menggunakan

rol, kemudian diiradiasi sinar *ultra-violet*. Proses tersebut diulang 2 kali dan 3 kali pada beberapa variasi kecepatan konveyor. Sifat lapisan pada permukaan kayu yang diukur meliputi kilap, kekerasan, adesi dan ketahanan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda. Pengukuran kilap dengan geometri 20⁰ dilakukan dengan *Gloss-meter* menurut ASTM D 253-85. Kekerasan pendulum diukur dengan metode *Koenig* menggunakan *Pendulum Hardness Rocker* menurut ISO 1522-1973 (E). Adesi antara permukaan kayu dan lapisan ditentukan dengan metode *cross cut* sesuai dengan ASTM D 2571-71. Adesi juga ditentukan menggunakan uji tarik (*pull-off test*) yang selain untuk mengetahui kekuatan adesi juga pola kerusakan yang terjadi antara kayu dan lapisan, menurut ISO 4624-2002(E). Ketahanan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda dilakukan dengan uji tetes (*spot test*) sesuai ASTM D 1308-79. Pengujian ketahanan terhadap nyala rokok ditentukan juga dengan ASTM 2571-71, yaitu dengan meletakkan rokok yang menyala pada permukaan lapisan selama 2 menit. Lapisan kemudian diamati apakah terjadi perubahan warna, lepuh, delaminasi atau pelunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Densitas, Viskositas dan Kandungan Bahan Menguap

Densitas, viskositas dan kandungan bahan menguap dapat dilihat pada Tabel 1. Densitas UV-B3, UV-B7 dan UV-B9 adalah 1,1129 g/cm³, 1,1830 g/cm³ dan 1,1326 g/cm³, sedangkan viskositasnya adalah 1111 cp, 1585 cp dan 2075 cp. Penampilan sangat penting pada produk yang dilapisi karena nilai jualnya akan ditentukan oleh penampilan, selain kualitas produk. Dalam hal ini, viskositas memegang peranan penting dalam menentukan jenis alat pelapis yang sesuai untuk mendapatkan penampilan lapisan yang baik (rata dan halus). Pada umumnya, viskositas rendah menghasilkan lapisan yang tipis dan rata. Overlon UV-B3 (1111 cp.) dan UV-B7 (1585 cp.) menghasilkan lapisan rata dan halus. Viskositas yang lebih tinggi pada UV-B9 (2075 cp.) menghasilkan lapisan lebih tebal dan cenderung bergelombang. Kandungan bahan menguap ketiga bahan pelapis tersebut hampir sama, yaitu, 9,3 % (UV-B3), 8,8 % (UV-B7) dan 10,7 % (UV-B9). Nilai tersebut jauh lebih rendah dibandingkan bahan pelapis konvensional (berbahan pelarut) yang umumnya berkisar antara 40 % berat dan 50 % berat [9].

Tabel 1. Densitas, viskositas dan kandungan bahan menguap

Bahan pelapis	Densitas 25 °C (g/cm ³)	Viskositas 25 °C (cp.)	Kandungan bahan menguap (%)
UV-B3	1,1129	1111	9,3
UV-B7	1,1830	1585	8,8
UV-B9	1,1326	2075	10,7

Sifat Lapisan Padat

Tabel 2 menunjukkan sifat lapisan padat hasil iradiasi *ultra-violet* yang meliputi, fraksi-gel, WSR, laju nyala, dan ketahanan terhadap rokok. Overlon UV-B3 dan UV-B7 termasuk bahan pelapis radiasi yang relatif lebih reaktif dibanding UV-B9. Kecepatan konveyor maksimal hanya 5,8 m/menit. Pada penggunaan kecepatan konveyor maksimal (5,8 m/menit), UV-B3 dan UV-B7 menunjukkan sifat lapisan yang maksimal. Jika kecepatan konveyor diturunkan, atau lapisan menerima paparan radiasi lebih lama menghasilkan lapisan yang getas. Overlon UV-B9 yang mempunyai sifat kurang reaktif memungkinkan pemilihan variasi kecepatan konveyor pada kondisi lebih rendah dari 5,8 m/menit, sehingga dapat menerima radiasi lebih banyak.

Tabel 2. Sifat Lapisan

Bahan pelapis	Kecep. konv. m/men.	Fraksi-gel (%)	Weight swelling ratio	Laju nyala (cm/men.)	Ketahanan terhadap rokok
UV-B3	5,8	93,7	1,03	1,52	Tahan
UV-B7	5,8	94,5	1,04	1,92	Tahan
UV-B9	3	95,5	1,11	1,20	Kurang tahan
	4	92,2	1,13	1,82	Kurang tahan
	5	91,6	1,13	1,90	Kurang tahan
	5,8	90,4	1,20	1,94	Kurang tahan

Fraksi-gel menunjukkan derajat polimerisasi lapisan setelah diiradiasi. Fraksi-gel lapisan UV-B3 dan UV-B7 pada kecepatan konveyor 5,8 m/menit masing-masing adalah 93,7% dan 94,5 %. Pengaruh kecepatan konveyor pada fraksi-gel terlihat jelas pada UV-B9. Fraksi-gel dipengaruhi oleh jumlah ikatan silang polimer yang terjadi. Pada kecepatan konveyor tinggi, jumlah radikal yang dihasilkan lebih sedikit dibanding jumlah bagian reaktif yang ada, dan laju pengeringan akan menjadi lambat sehingga menghasilkan jumlah ikatan silang sedikit [10]. Jika paparan radiasi *ultra violet* lebih lama, atau kecepatan konveyor lebih rendah, jumlah ikatan silang meningkat. Polimer dengan ikatan silang lebih banyak menghasilkan fraksi gel lebih tinggi. Kenaikan kecepatan konveyor dari 3 m/menit menjadi 5,8 m/menit, menurunkan fraksi-gel UV-B9 dari 95,5 % menjadi 90,4 %. Derajat polimerisasi dapat juga ditentukan dengan mengukur *weight swelling ratio* (WSR). Semakin tinggi WSR, semakin rendah derajat polimerisasi, atau semakin rendah kerapatan ikatan silang. Sebagian besar kopolimer ikatan silang tidak larut dalam pelarut organik. Walaupun demikian, ada kecenderungan molekul-molekul pelarut akan masuk ke dalam sistem sehingga jaringan kopolimer akan memuai. Pemuai yang terjadi pada kopolimer ikatan silang ditentukan oleh kerapatan ikatan silang dan jenis pelarut yang dipakai. Semakin tinggi kerapatan ikatan silang, semakin sulit molekul pelarut masuk ke dalam jaringan sehingga menghasilkan WSR rendah [11]. *Weight swelling ratio* UV-B3 dan UV-B7 lebih rendah dibanding UV-B9. Hal ini menunjukkan bahwa derajat polimerisasi

atau jumlah ikatan silang pada lapisan UV-B3 dan UV B-7 lebih tinggi dibanding UV-B9. Seperti halnya fraksi gel, semakin tinggi kecepatan konveyor, semakin sedikit jumlah ikatan silang yang terbentuk, dan semakin tinggi WSR.

Ketahanan lapisan polimer terhadap panas dan sifat nyala ditentukan menggunakan standar pengujian dengan mengukur respon bahan terhadap panas dan sifat nyala pada kondisi terkendali. Respon bahan terhadap nyala dilakukan dengan mengukur laju nyala, sedangkan ketahanan terhadap panas secara sederhana (kualitatif) dan mempunyai nilai praktis dilakukan terhadap nyala rokok. Semakin tinggi laju nyala, atau semakin mudah bahan terbakar, semakin rendah ketahanan terhadap nyala. Laju nyala UV-B3 dan UV-B7 masing-masing adalah 1,52 cm/menit dan 1,92 cm/menit, sedangkan UV-B9 pada berbagai kecepatan konveyor berkisar antara 1cm/menit dan 1,94 cm/menit. Semakin tinggi kecepatan konveyor, atau semakin sedikit paparan radiasi, semakin rendah terbentuknya ikatan silang polimer sehingga menurunkan ketahanan terhadap nyala. Kenaikan kecepatan konveyor dari 3 m/menit menjadi 5 m/menit menyebabkan peningkatan laju nyala dari 1,2 cm/ menit menjadi 1,94 cm/ menit. Overlon UV-B3 dan UV-B7 menunjukkan ketahanan yang baik terhadap nyala rokok dengan tidak adanya perubahan warna, lepuh, delaminasi pada lapisan, tetapi UV-B9 kurang tahan terhadap nyala rokok, seperti ditunjukkan perubahan warna menjadi agak kekuning-kuningan. Hal ini menunjukkan bahwa UV-B3 dan UV-B7 mempunyai ketahanan panas dan nyala yang lebih baik dibanding UV-B9.

Sifat Lapisan Pada Permukaan Kayu

Hasil pengukuran kilap, kekerasan dan adesi disajikan dalam Tabel 3. Jumlah lapisan secara signifikan berpengaruh terhadap kilap permukaan. Kilap merupakan sifat suatu permukaan bahan yang menyebabkan pantulan sinar. Kilap tinggi sering dikaitkan dengan tampilan lapisan yang mempunyai estetika yang diinginkan. Pada umumnya, kilap dipengaruhi oleh warna

substrat dan tekstur lapisan, disamping metode pelapisan. Kilap meningkat dengan jumlah lapisan atau tebal total lapisan. Sebagai gambaran, kilap UV-B3 meningkat dari 46 % menjadi 72 % dengan meningkatnya lapisan dari 2 kali menjadi 3 kali pelapisan. Demikian juga pada UV-B7 dan UV-B9. Pada lapisan yang lebih tipis, sinar yang datang akan relatif lebih banyak diserap substrat kayu yang warnanya coklat, dibanding pada lapisan yang lebih tebal. Oleh sebab itu, semakin tebal lapisan, semakin tinggi kilapnya. Dengan jumlah pelapisan yang sama, pada umumnya UV-B3 dan UV-B7 menghasilkan kilap lebih tinggi dibanding UV-B9. Semua contoh uji menghasilkan lapisan dengan kilap menengah (*medium gloss*) karena mempunyai kilap antara 30 % dan 80 %.

Kekerasan dipengaruhi oleh jenis bahan pelapis, tebal lapisan, dan kondisi pengeringan. Jumlah lapisan mempengaruhi secara nyata pada kekerasan UV-B3 dan UV-B7, tetapi tidak berpengaruh pada UV-B9. Kekerasan meningkat dengan meningkatnya ketebalan karena perbedaan jumlah lapisan yang berbeda. Overlon UV-B3 dan UV-B7 dengan tebal (36 μm) dan (47 μm) pada 2 kali pelapisan menghasilkan kekerasan 80 detik dan 119 detik. Tiga kali pelapisan dengan tebal (66 μm) dan (63 μm) meningkatkan kekerasan menjadi 114 detik dan 148 detik. Kecenderungan yang sama terjadi pada kekerasan UV-B9, tetapi nilainya jauh lebih rendah dibanding UV-B3 dan UV-B7. Kekerasan UV-B9 antara 17 detik dan 22 detik meskipun 3 kali pelapisan. Lapisan atas inilah yang sesungguhnya diukur kekerasannya. Walaupun demikian, lapisan bagian bawah yang berfungsi sebagai tumpuan dari lapisan di atasnya akan berpengaruh terhadap hasil pengukuran kekerasan. Peningkatan kekerasan ini disebabkan tebal lapisan di bawahnya berbeda. Lapisan di bagian bawah menerima jumlah radiasi relatif lebih banyak sehingga mempunyai kekerasan lebih tinggi. Penurunan kecepatan konveyor dari 5,8 m/menit menjadi 4 m/menit tidak terlihat pengaruhnya pada kekerasan. Kekerasan pendulum dipengaruhi tebal substrat jika tebal lapisan lebih rendah dari 30 μm [12]. Kayu lapis sendiri mempunyai kekerasan 48 detik. Nilai kekerasan pada tabel di atas adalah murni menunjukkan kekerasan lapisan karena total tebal lapisan lebih dari 30 μm . DECKER menyatakan bahwa tebal lapisan dan kekerasan substrat memengaruhi kekerasan lapisan [13].

Adesi antara lapisan dan substrat secara kualitatif dapat diamati dari luasan lapisan yang terlepas dari substrat menggunakan pita perekat dinyatakan dengan % tinggal. Lapisan mempunyai adesi memenuhi standar jika % tinggal lebih kecil dari 50 %. Semua contoh uji menghasilkan % tinggal dengan nilai 100 %. Hal ini berarti bahwa adesi antara permukaan kayu dengan lapisan I, lapisan I dengan lapisan II, dan antara lapisan II dengan lapisan III, mempunyai adesi yang kuat dan memenuhi standar. Hasil pengujian adesi dan pola kerusakan menggunakan uji tarik terdapat pada Tabel 4. Hasil

Tabel 3. Sifat fisik / mekanik lapisan pada permukaan kayu lapis

Bahan pelapis	Jumlah lapisan	Kecep. konv. (m/menit)	Kilap, 20° (%)	Kekerasan pendulum (detik)	Adesi, cross cut (% tinggal)
UV-B3	2	5,8	46	80	100
	3	5,8	72	114	100
UV-B7	2	5,8	54	119	100
	3	5,8	78	148	100
UV-B9	2	5,8-4	44	19	100
	3	5,8	60	17	100
		4			
	2	5,8-5	39	21	100
	3	5,8	60	22	100
		5			
	2	5,8	51	22	100
	3	5,8	67	21	100

Tabel 4. Kuat tarik dan pola kerusakan pada pengukuran adesi lapisan menggunakan metode uji tarik (*pull-off method*)

Bhn. pelapis	JL	Kecep. konveyor (m/men)	Ulangan I		Ulangan II		Ulangan III	
			KT	PK	KT	PK	KT	PK
UV-B3	2	5,8	20,4	5 A	17,7	10 A	21,8	A/B=100
	3	5,8	17,0	95 A/B 100 A/B	19,0	90 A/B 100 A/B	13,6	100 A/B
UV-B7	2	5,8	24,5	100 A/B	20,4	20 A 80 A/B	16,3	25 A 75 A/B
	3	5,8	21,8	25 A 75 A/B	25,8	10 A 90 A/B	15,6	100 A/B
UV-B9	2	5,8-4	10,9	80 A/B 20 B/C	13,6	90 A/B 30 B/C	15,0	95 A/B 5 B/C
	3	5,8	19,0	100 A/B	15,0	100 A/B	12,2	100 A/B
	2	4 5,8-5	16,3	90 A/B 10 B/C	16,3	100 A/B	13,6	100 A/B
	3	5,8	20,4	100 A/B	19,0	100 A/B	13,6	100 A/B
	2	5 5,8	12,2	100 A/B	13,6	100 A/B	13,6	100 A/B
	3	5,8	15,0	100 A/B	10,9	100 A/B	19,0	100 A/B

Keterangan :

JL = Jumlah lapisan

KT = Kuat Tarik (kg/cm²)

PK = Pola Kerusakan

Contoh pola kerusakan :

10 A = terlepas pada substrat kayu dengan luas 10%

90 A/B = terlepas antara lapisan I dan substrat dengan luas 90 %

20 B/C = terlepas antara lapisan I dan lapisan II dengan luas 20 %

pengukuran kuat tarik maupun pola kerusakan menghasilkan data yang tersebar. Perbedaan nilai kuat tarik maupun pola kerusakan pada ulangan I, II dan III terjadi pada sebagian besar contoh uji cukup besar. Oleh sebab itu, dengan perbedaan nilai kuat tarik dan pola kerusakan yang cukup besar tersebut, maka tidak dapat disajikan nilai rata-rata ulangan I, II dan III. Jika kayu dinyatakan dengan A, lapisan I dengan B, lapisan II dengan C, dan lapisan III dengan D, maka pola kerusakan dapat terjadi pada kayu (A), antara lapisan I dan kayu (A/B), antara lapisan I dan II (B/C), dan antara lapisan II dan III (C/D). Dalam pengujian yang telah dilakukan, tidak ada contoh uji yang terlepas antara lapisan II dan III. Dengan data yang tersebar, nilai rata-rata kuat tarik dan pola kerusakan tidak dapat

ditentukan. Sebagai contoh, pengukuran adesi lapisan UV-B7 dengan pelapisan tiga kali menghasilkan kuat tarik pada ulangan I, II dan III adalah 21,8 kg/cm², 25,8 kg/cm² dan 15,6 kg/cm². Ulangan I menghasilkan pola kerusakan terlepas pada kayu 25 % dan antara kayu dan lapisan I 75 % (21,8 kg/cm², 25% A, 75% A/B), ulangan II terlepas pada kayu 10 % dan antara kayu dan lapisan I 90 % (25,8 kg/cm², 10% A, 90% A/B), sedangkan pada ulangan III seluruhnya terlepas antara kayu dan lapisan I (15,6 kg/cm², 100% A/B). Demikian juga dengan lapisan UV-B3 dan UV-B9 yang sebagian datanya mempunyai perbedaan nilai tegangan tarik dan pola kerusakan yang cukup besar antara ulangan I, II dan III. Hasil dari penelitian lain juga memberikan informasi yang sama bahwa data tegangan tarik juga bervariasi [14].

Tabel 5. Ketahanan lapisan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda

Bhn. pelapis	Jumlah lapisan	Kecep. konveyor (m/menit)	Bahan kimia dan pelarut									Noda		
			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
UV-B3	2	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UV-B7	2	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UV-B9	2	5,8-4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
	3	5,8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
	2	4 5,8-5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
	3	5,8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
	2	5 5,8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
	3	5,8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0

Keterangan:

A = asam sulfat 10 %

B = NaOH 10 %

C = asam asetat 5 %

D = natrium karbonat 1 %

E = alkohol 50 %

F = aseton

G = pengencer (*thinner*)

H = air mendidih

I = minyak makan mendidih

J = spidol permanen merah

K = spidol permanen biru

L = spidol permanen hitam

0 = tidak ada perubahan

1 = terjadi pengurangan kilap

2 = terjadi bintik

3 = terjadi pemutihan dan pengembungan

Data adesi menggunakan metode uji tarik harus dikaitkan dengan kohesi dalam lapisan dan substrat [15]. Selain besarnya nilai tegangan tarik pola kerusakan yang terjadi perlu diketahui. Kesulitan dalam menyimpulkan hasil pengujian adesi menggunakan uji tarik disebabkan oleh variasi data kuat tarik dan pola kerusakan yang cukup besar [16]. Dalam penelitian ini, adanya cacat, ketidakseragaman kondisi permukaan, pori-pori, dan struktur kayu yang secara alamiah berbeda, memegang peranan pada perbedaan hasil pengukuran.

Bahan kimia berupa bahan pelarut, air, asam, basa atau bahan kimia lain yang mewakili bahan kimia untuk keperluan sehari-hari (*household chemicals*) dapat menyebabkan terjadinya penurunan kilap, bintik (*spotting*), pelunakan, pemutihan (*whitening*), penggembungan, atau kerusakan lain pada lapisan. Hasil pengujian ketahanan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda terdapat pada Tabel 5. Setelah pengujian tidak terjadi pemutihan, bintik, pelunakan, perubahan warna, atau kerusakan lain yang terjadi pada lapisan dari UV-B3 dan UV-B7. Lain halnya dengan UV-B9. Bahan pelapis UV-B9 menghasilkan lapisan yang tidak cukup tahan terhadap beberapa bahan kimia dan noda yang digunakan. Pada semua kombinasi jumlah lapisan dan kecepatan konveyor, UV-B9 tidak tahan terhadap larutan NaOH 10 %, dipengaruhi oleh noda spidol warna biru, dan sedikit dipengaruhi spidol warna merah, dan tahan terhadap bahan kimia lain. Natrium hidroksida 10 % menyebabkan pemutihan dan penggembungan.

KESIMPULAN

Bahan pelapis polimer epoksi akrilat dengan nama komersial Overlon UV-B3 dan Overlon UV-B7 lebih reaktif serta menghasilkan lapisan dengan penampilan lebih baik pada permukaan kayu lapis kamper dibanding bahan pelapis uretan akrilat (Overlon UV-B9).

Sifat fisik (kekerasan dan kilap), sifat mekanik (adesi lapisan terhadap kayu), dan sifat termal (ketahanan terhadap rokok dan sifat nyala) lapisan dari polimer epoksi akrilat lebih tinggi dibanding lapisan yang dihasilkan dari polimer uretan akrilat. Lapisan epoksi akrilat tahan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda yang diujikan, sedangkan lapisan uretan akrilat tidak tahan terhadap larutan NaOH 10 % dan noda dari spidol permanen biru.

Semua adesi lapisan pada permukaan kayu lapis memenuhi standar dengan pengujian menggunakan metode *cross-cut*. Pengujian adesi menggunakan metode uji tarik menghasilkan data yang tersebar baik pada nilai kuat tarik maupun pola kerusakan. Sebagian besar contoh uji terlepas antara lapisan pertama dengan substrat kayu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Para penulis mengucapkan terimakasih kepada PT Three Royal Chemical Industry, yang telah

memberikan bahan pelapis polimer akrilat, dan seluruh operator di fasilitas iradiasi atas bantuannya memberikan layanan iradiasi contoh uji menggunakan radiasi ultra violet.

DAFTAR ACUAN

- [1]. ANONYMOUS, *Directory of Indonesian Sawmillers & Wood Product Manufacturers*, Indonesian Sawmillers & Wood Product Manufacturers Association, Jakarta (1988)
- [2]. I. KARTASUJANA dan A. MARTAWIJAYA, *Kayu Perdagangan Indonesia, Sifat dan Kegunaannya*, Penerbitan Ulang Gabungan Laporan No. 3 Tahun 1973 dan No. 56 Tahun 1975, September (1979) 3
- [3]. T. WRIGHT, *The wood coating market*, *Coatings World*, **11** (2006) 28
- [4]. C. DECKER, *New Developments in High Performance UV-Curable Systems*, *Proceedings of RadTech Asia'03*, Yokohama (2003) 243
- [5]. VAHLHAUS, *UV curable powder coatings : Breaking New Ground*, *FDM Asia*, April (2002) 14.
- [6]. DARSONO dan S. DANU, *Kombinasi Pelapisan Permukaan Kayu Lapis Meranti (Shorea spp.) dengan Metode Konvensional dan Radiasi Ultra Violet*, *Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi*, Jakarta (2001) 89
- [7]. DARSONO, *Pelapisan Polimer Akrilat pada Permukaan Kayu Jati (Tectona grandis L.f) dengan Teknik Radiasi*, *Prosiding Pertemuan Ilmiah Iptek Bahan*, Serpong (2004) 97
- [8]. S. DANU, Y. S. HADI dan R. N. YANTI, *Pengaruh Cuaca Terhadap Degradasi Lapisan Poliester Hasil Iradiasi Sinar Ultra Violet pada Permukaan Kayu Kamper (Dryobalanops spp.) dan Kayu Sengon (Paraserianthes falcataria)*, *Prosiding Seminar Nasional IV Kimia dalam Pembangunan*, Yogyakarta (2001) 34
- [9]. J. WENDRINSKY, *Technical and economical comparison of conventional and radiation curing processes*, *New Developments in High Energy Radiation Processing*, Part I, Vol I, Omega Research Associates, Inc. (1988) II-A-1
- [10]. A. CHARLESBY, *Atomic Radiation and Polymers*, I, Pergamon Press, London (1960)
- [11]. R. W. WALDRON, H. F. Mc RAE and D. MADISON, *Radiation Curing*, Nov. (1985)
- [12]. H. P. SENG, *Test methods for the characterization of UV-and EB cured printing varnishes*, Part 1, *Betagamma*, 3 (1989) 10
- [13]. C. DECKER, *J. Coatings Tech.*, **59** (1987) 97
- [14]. S. DANU, M. MARSONGKO, MONDJO dan T. P. YULIANTO, *Adesi lapisan polimer hasil iradiasi berkas elektron pada permukaan kayu*, *Prosiding Simposium Fisika Jakarta'94*, Jakarta (1994) 95

Pelapisan Permukaan Kayu Lapis Dengan Polimer Akrilat Menggunakan Radiasi Ultra Violet (Sugiarto Danu)

- [15]. K. L. MITTAL, *Adhesion Aspects of Polymeric Coatings*, Plenum Press, New York and London (1983) 21
- [16]. A. ASKIENAZY and R. ZWANENBURG, Adhesion Optimization Through Oligomer/Monomer Selection, *Proceedings RadTech'94 - North America*, Florida (1994) 211