PENGARUH EKSTRAKSI DAN PENGERINGAN TERHADAP DERAJAT PEMBAHASAN PERMUKAAN DAN KETEGUHAN REKATAN KAYU

(The Effect of Extraction and Oven-drying on wood Surface Wettability and Bond Strength)

Oleh/By
Jamal Balfas

Summary

Wood blocks measuring 10 mm (radial) x 25 mm (longitudinal) x 100 mm (tangential) of regrowth karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) and jarrah (*E. marginata* ex Sm.) were used in this study. The extraction treatment was preceded by a preliminary experiment to determine the effect of extraction on percentage weight loss of wood blocks and extractive yield. Five extraction times were used, 8, 16, 32, 64 and 128 hours. Further experiments were undertaken to investigate the effects of oven-drying, hot-water extraction and a combination of the two treatments on wettability and shear strength of karri and jarrah laminates. Panels were made by gluing pairs of laminates with resorcinol formaldehyde at a spread rate of 1.2 mg/mm². The preliminary experiment showed that water soluble extractives removed from wood blocks increased with increasing time of extraction. The amount of extractives removed was approximately three times greater in karri than in jarrah. Extending the extraction period beyond 32 hours resulted in collapse, bowing and checking of the wood blocks during drying. Results from the initial experiments revealed that either oven drying, extraction or the combination of the two treatments have all significantly ($p < 0.01$) reduced wettability and shear strength of the wood laminates. There was no significant relationship between wettability and shear strength for both regrowth eucalyptus.

1. PENDAHULUAN

Komposisi kimia pada suatu permukaan kayu dipengaruhi secara langsung oleh kondisi dan metode pembentukan permukaan kayu itu sendiri (Zavarni, 1984; Christiansen, 1990). Dalam proses pengeringan dan pengecilan kayu terjadi perubahan kimia pada permukaan kayu yang disebabkan oleh adanya migrasi bahan ekstraktif dari dalam ke permukaan kayu (Hse and Kuo, 1988). Banyaknya jumlah ekstraktif yang bermigrasi tampaknya dipengaruhi oleh suhu pengeringan dan kadar air kayu. Sebagai contoh, Anderson *et al.* (1960) menemukan bahwa bagian luar dari kayu Scots-pine yang telah dikeringkan dengan dapur pengering memiliki kandungan ekstraktif polar sebanyak lima kali lipat dibandingkan dengan bagian dalamnya. Bagian luar kayu kering tersebut mengandung ekstraktif sekitar dua kali banyaknya ekstraktif yang terdapat pada bagian luar kayu basah dari jenis yang sama.

Pada dasarnya semua jenis kayu mengandung ekstraktif. Bahan ini sering dianggap sebagai komponen minor dalam komposisi kimia kayu dan kehadirannya sangat bervariasi menurut jenis kayu. Kandungan ekstraktif pada kayu dari genus *Eucalyptus* secara

umum memiliki persentasi yang lebih besar daripada kayu dari kebanyakan genus lainnya (Hillis, 1986). Walaupun ekstraktif umumnya hadir sebagai bahan minor dan non-struktural di dalam dinding sel dan rongga kayu, bahan ini memiliki potensi besar untuk mempengaruhi sifat permukaan seperti derajat pembasahan (wettability) dan sifat rekat (gluability). Troughton and Chow (1971) menegaskan bahwa ekstraktif dapat mengganggu proses pembentukan rekat antara kayu dan perekat, yaitu dengan membentuk suatu batas pemisah di antara permukaan kayu dan perekat, sehingga menghambat pembasahan permukaan dan atau menimbulkan kelemahan mekanis. Pengaruh ini dapat merubah sifat pengaliran dan penyebaran perekat pada permukaan kayu. Lebih jauh lagi, campuran antara ekstraktif dan perekat akan menahan proses pematangan atau polimerisasi perekat.

Dalam studi ini diteliti kemungkinan pengaruh ekstraktif polar terhadap derajat pembasahan permukaan dan keteguhan rekat pada kayu tanaman karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) dan jarrah (*Eucalyptus diversicolor* ex Sm.). Komponen ekstraktif polar dikeluarkan dari kayu melalui cara ekstraksi dengan air panas. Karena dalam prosedur ekstraksi dilakukan

pengeringan dalam oven, dan studi terdahulu (Christiansen, 1991) telah menunjukkan adanya pengaruh pengeringan terhadap sifat rekatan kayu, maka dalam studi ini juga dilakukan pengujian pengaruh pengeringan terhadap sifat pembasahan permukaan dan keteguhan rekat. Tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah ekstraktif yang dapat dikeluarkan melalui ekstraksi dengan air panas pada kayu karri dan jarrah, menentukan pengaruhnya terhadap sifat rekatan kayu dengan menggunakan perekat resorcinol formaldehide, serta menguji pengaruh pengeringan terhadap sifat rekatan kayu.

II. BAHAN DAN METODE

Contoh kayu yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis kayu, yaitu karri (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.) dan jarrah (*Eucalyptus marginata* ex Sm.). Untuk masing-masing jenis diperlukan 75 potong kayu tangensial dan bebas cacat berukuran 10 mm (radial) x 25 mm (longitudinal) x 100 mm (tangensial). Semua contoh uji disimpan dalam ruang kondisi (conditioning room) selama 3 minggu untuk mencapai kadar air sekitar 10%. Potongan kayu tersebut dialokasikan untuk berbagai keperluan percobaan sebagai berikut :

- 10 potong untuk penentuan kadar ekstraktif total dan berat jenis.
- 10 potong sebagai kontrol
- 10 potong untuk perlakuan pengeringan
- 25 potong untuk studi pendahuluan penentuan periode ekstraksi yang paling sesuai
- 20 potong untuk perlakuan ekstraksi.

Kandungan ekstraktif total pada contoh uji ditentukan menurut metode yang diuraikan oleh Cohen and Dadswell (1931), sedangkan penentuan berat jenis dilakukan menurut prosedur yang diuraikan oleh Haygreen and Bowyer (1985). Perlakuan pengeringan pada contoh uji dilakukan dengan cara pemanasan dalam oven pada suhu 105 °C selama 48 jam. Setelah pengeringan, dilakukan pengukuran derajat pembasahan permukaan, perekatan contoh uji dan pengujian keteguhan geser (shear strength) menurut prosedur yang akan dijelaskan kemudian.

Studi pendahuluan pada perlakuan ekstraksi dimaksudkan untuk menentukan pengaruh lama waktu ekstraksi terhadap kehilangan berat kayu dan banyaknya ekstraktif polar yang dihasilkan. Untuk ini dipilih 5 waktu ekstraksi, yaitu 8, 16, 32, 64 dan 128 jam, masing-masing memiliki 5 ulangan (contoh uji). Semua contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 48 jam, kemudian pada setiap contoh uji

ditentukan berat keringnya sebelum diekstraksi dalam soxhlet extractor. Setelah ekstraksi, contoh uji kembali dikeringkan seperti di atas untuk menentukan berat keringnya. Cairan residu yang diperoleh dari proses ekstraksi ditampung dalam bejana bundar untuk kemudian ditentukan berat keringnya dengan metode evaporasi. Kehilangan berat kayu karena ekstraksi dan penentuan kadar ekstraktif pada masing-masing contoh uji dihitung dengan cara berikut :

$$\% \text{ kehilangan berat } = \frac{(OD_1 - OD_2) \times 100 \%}{OD_1}$$

(% weight loss)

di mana :

$$OD_1 = \text{Berat kering sebelum ekstraksi}$$

(Oven-dry weight before extraction)

$$OD_2 = \text{Berat kering setelah ekstraksi}$$

(Oven-dry weight after extraction)

$$\text{Kadar ekstraktif} = \frac{Ds \times 100 \%}{OD_1}$$

(Extractive content)

Dimana :

Ds = Berat kering residu (Dry weight of residue).

Untuk perlakuan ekstraksi, 20 potong contoh uji dibagi dalam 2 kelompok; satu kelompok diekstraksi setelah pengeringan dalam oven, sedangkan kelompok lainnya diekstraksi pada kondisi kering udara (kadar air 10 %). Setelah ekstraksi, kelompok contoh uji kering oven dipanaskan kembali dalam oven selama 48 jam, sedangkan kelompok contoh uji kering udara disimpan dalam ruang kondisi hingga mencapai berat konstan. Setelah ini dilakukan pengukuran derajat pembasahan pada permukaan contoh uji, yaitu dengan menggunakan metode yang diuraikan oleh Gray (1961) dengan beberapa modifikasi pada alat yang digunakan. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler vertikal yang dilengkapi dengan alat ukur sudut kontak (gonio-meter eyepiece) antara tetes air dan permukaan kayu. Pada setiap permukaan contoh uji dilakukan 5 kali pengukuran, sehingga pada setiap kelompok perlakuan terdapat 50 kali pengukuran. Seluruh kegiatan pengukuran tersebut dilakukan dalam ruang kondisi. Derajat pembasahan dinyatakan sebagai nilai cosinus dari sudut kontak antara tetes air dan permukaan kayu.

Setelah perhitungan nilai rata-rata derajat pembasahan pada masing-masing contoh uji, dilakukan seleksi pasangan rekat pada masing-masing kelompok perlakuan

berdasarkan kesamaan nilai derajat pembasahan. Lima panel kecil dibuat untuk masing-masing jenis kayu dan kelompok perlakuan, yaitu dengan merekat pasangan contoh uji dalam arah serat yang sejajar. Perekat yang digunakan adalah resorcinol formaldehyde dengan tingkat laburan sebesar 1,2 mg/mm². masing-masing panel dikempa pada tekanan 1500 kPa selama 7 jam, sebagaimana disarankan dalam aturan pakainya. Seluruh kegiatan perekatan dilakukan dalam ruang kondisi.

Pengujian keteguhan rekat pada contoh uji dilakukan setelah panel dibiarkan selama 7 hari dalam ruang kondisi. Dari setiap panel dibuat 4 contoh uji keteguhan geser seperti yang digunakan oleh Strickler (1968). Pengujian keteguhan geser pada rekat dilakukan dengan menggunakan suatu mesin uji mekanis (Shimadzu Universal Testing Machine, type REH 30).

Pengolahan statistik terhadap data hasil penelitian dilakukan dengan menggunakan analisis variasi dua-arah yang tersedia dalam paket Super Anova, Macintosh Computer. Apabila diperlukan akan dilakukan pengujian lebih lanjut pada taraf perlakuan dari masing-masing faktor dengan menggunakan uji-T.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi pendahuluan pada ekstraksi kayu karri dan jarrah menunjukkan bahwa jumlah ekstrakatif polar yang dapat dikeluarkan dari kedua jenis kayu tersebut meningkat dengan bertambahnya waktu ekstraksi (Gambar 1). Pada semua tingkat waktu ekstraksi, banyaknya ekstrakatif yang diperoleh dari kayu karri adalah lebih besar daripada kayu jarrah. Perbedaan jumlah ekstrakatif antara karri dan jarrah semakin besar pada waktu ekstraksi yang lebih panjang. Hal ini mungkin disebabkan oleh lebih banyaknya kandungan ellagitannin pada kayu

Gambar 1. Ekstraktif yang dikeluarkan dari kayu dalam jangka waktu yang berbeda
Figure 1. Extractives removed from wood blocks for different lengths of time

karri, karena komponen ini hanya dapat dikeluarkan melalui proses ekstraksi dengan air dalam jangka waktu yang panjang (Hillis, 1962).

Perpanjangan periode ekstraksi lebih dari 32 jam menghasilkan perubahan bentuk, retak atau pecah pada contoh uji selama proses pengeringannya. Kerusakan ini tampak jelas pada contoh uji yang diekstraksi selama 62 jam, dan menjadi parah pada contoh uji yang diekstraksi selama 128 jam. Kayu karri mengalami kerusakan yang lebih serius daripada kayu jarrah. Hal ini menunjukkan bahwa ekstraksi panjang dan pengeluaran ekstrakatif polar yang lebih banyak cenderung menghasilkan penyusutan secara berlebihan, seperti halnya dilaporkan dalam hasil studi terdahulu mengenai pengaruh ekstraksi terhadap sifat pengeringan kayu daun lebar (Chafe, 1987; Choong and Achmadi, 1991). Mengingat adanya permasalahan tersebut, maka untuk percobaan selanjutnya, yaitu pengujian pengaruh ekstraksi terhadap derajat pembasahan dan keteguhan rekat, dipilih waktu ekstraksi 32 jam.

Nilai rata-rata kehilangan berat, residu ekstrakatif dan kadar ekstrakatif polar pada kayu karri dan jarrah disajikan pada Tabel 1. Jumlah ekstrakatif polar yang dapat dikeluarkan dari kayu karri adalah sekitar 3 kali jumlah ekstrakatif yang dikeluarkan dari kayu jarrah. Namun demikian, kadar ekstrakatif total pada kayu jarrah adalah lebih besar daripada kayu karri (Tabel 2), sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar ekstrakatif non-polar pada kayu jarrah adalah lebih tinggi daripada kayu karri.

Tabel 1. Kehilangan berat dan ekstrakatif polar yang dikeluarkan dari contoh uji setelah 32 jam ekstraksi
Table 1. Weight loss and polar extractive removed from wood specimens after 32 hours extraction

Jenis kayu (Wood type)	Kehilangan berat (Weight loss) gram	Residu ekstrakatif (Extractive residue) gram	Kadar ekstrakatif (Extractive content) %
Karri	0.656	0.582	3.60
Jarrah	0.231	0.170	1.15

Tabel 2. Kadar ekstrakatif total dan berat jenis pada kayu tanaman karri dan jarrah
Table 2. Total extractive content and specific gravity of regrowth karri and jarrah

Jenis kayu (Wood type)	Kadar ekstrakatif, % (Extractive content, %)	Berat jenis (Specific gravity)
Karri	17.89	0.669
Jarrah	22.38	0.621

Tabel 2 menunjukkan bahwa berat jenis kayu karri adalah lebih besar dibandingkan dengan kayu jarrah. Apabila perbedaan ini dikaitkan dengan kadar ekstrakatif total yang lebih rendah pada kayu karri, maka dapatlah

diperkirakan bahwa kayu ini mengandung lebih banyak polimer struktural pada dinding selnya dibandingkan dengan kayu jarrah (Stamm, 1964). Kandungan polimer struktural yang lebih besar pada suatu jenis kayu cenderung meningkatkan sifat keteguhan rekatannya, karena dapat diharapkan lebih banyak tempat ikatan (bonding site) yang tersedia pada struktur kayu bagi perekat (Houwink and Solomon, 1967).

Nilai rata-rata derajat pembasahan dan keteguhan geser rekat pada kayu karri dan jarrah disajikan pada Tabel 3. Pada contoh uji yang tidak diberi perlakuan (kontrol), kayu karri memiliki nilai derajat pembasahan yang lebih besar daripada kayu jarrah. Beberapa contoh uji pada kayu jarrah memiliki nilai sudut kontak lebih dari 90° atau memiliki nilai derajat pembasahan negatif. Hal ini menunjukkan bahwa gaya yang ditimbulkan oleh tegangan antar-permukaan (kayu dan tetes air) adalah lebih rendah dibandingkan dengan gaya bouyant yang bekerja pada arah yang berlawanan (Casilla *et al.*, 1984). Apabila besaran sudut kontak melebihi 90°, maka cairan tidak akan mampu menembus struktur kapiler pada permukaan kayu tanpa adanya suatu pengempaan, sehingga akan sangat membatasi besarnya kontak permukaan antara cairan dengan permukaan kayu (Gray, 1961; Patton, 1970). Nilai derajat pembasahan yang lebih rendah pada kayu jarrah mungkin berhubungan dengan kandungan ekstraktif non-polar yang lebih tinggi daripada kayu karri. Hal ini berarti memperbesar daya tolak air pada permukaan kayu jarrah, serta menurunkan sifat pengaliran dan penetrasi cairan ke dalam struktur kayu.

Pada Tabel 3 tampak jelas adanya perbedaan nilai keteguhan geser pada kontrol kayu karri dan jarrah. Keteguhan geser yang lebih tinggi pada kayu karri mungkin disebabkan oleh kandungan ekstraktif yang lebih rendah dan berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu jarrah (Tabel 2). walaupun perbedaan nilai keteguhan geser pada kedua jenis kayu tersebut tampak proporsional dengan perbedaan derajat

pembasahannya, pengolahan statistik menunjukkan tidak ada korelasi yang kuat antara keteguhan geser dan derajat pembasahan. Nilai koefisien korelasinya (R) adalah 0,495 pada karri dan 0,258 pada jarrah.

Kayu yang diberi perlakuan, baik perlakuan pengeringan, ekstraksi, maupun kombinasi keduanya secara nyata ($p < 0.01$) mengalami penurunan pada nilai derajat pembasahan dan keteguhan gesernya (Tabel 3). Pengaruh negatif yang dijumpai pada perlakuan pengeringan mungkin berhubungan dengan beberapa perubahan fisiko-kimia pada permukaan kayu yang terjadi selama proses pengeringan. Pertama, pengeringan menyebabkan terjadinya reorganisasi lamela pada dinding sel dan menciptakan suatu tatanan ikatan hidrogen antar lamela yang lebih sempurna (Christiansen, 1990). Pengaruh ini akan menurunkan daya resap air pada permukaan kayu, yang pada gilirannya akan mampu menurunkan penetrasi dan pembasahan perekat pada permukaan kayu. Kedua, pengeringan dapat menyebabkan terjadinya akumulasi ekstraktif pada permukaan kayu, sehingga akan menutup tempat reaksi antara kayu dan perekat. Kedua pengaruh pengeringan ini akan sangat mengganggu terhadap proses adhesi antara kayu dan perekat.

Penurunan nilai derajat pembasahan dan keteguhan geser rekat pada kayu yang diekstraksi pada kondisi kering udara mungkin disebabkan oleh terjadinya perubahan kimia pada permukaan kayu selama proses pengeringan-ulangnya di dalam ruang kondisi. Pertama, perlakuan ekstraksi akan menurunkan porsi ekstraktif polar, dan sebaliknya meningkatkan porsi ekstraktif non-polar pada permukaan kayu. Hal ini akan berpengaruh terhadap penurunan derajat pembasahan dan keteguhan rekat pada permukaan kayu. Kedua, ekstraksi kayu dengan air panas dapat menimbulkan kerusakan pada struktur kayu (Choong and Achmadi, 1991). Kendatipun dalam percobaan ini telah dihindari terjadinya kerusakan tersebut, yaitu dengan memilih waktu ekstraksi yang lebih pendek (32 jam), kerusakan

Tabel 3. Derajat pembasahan dan keteguhan geser rekat pada kayu tansiman karri dan jarrah
Table 3. Wettability and bond shear strength of regrowth karri and jarrah

Perlakuan (Treatment)	Derajat pembasahan (Wettability), Cos Ø		Keteguhan geser (Shear strength), MPa	
	Karri	Jarrah	Karri	Jarrah
Kontrol (Control)	0.1752	0.0417	10.61	7.30
Pengeringan (Oven-drying)	-0.3198	-0.2613	5.68	4.26
Ekstraksi (Extraction)	-0.0596	-0.3239	5.70	4.75
Pengeringan dan ekstraksi (Oven-drying and extraction)	-0.3854	-0.3863	4.35	2.91

mikroskopis pada contoh uji masih mungkin terjadi. Kerusakan ini akan berakibat pada penurunan luas kontak antara permukaan air dan kayu. Kerusakan ini juga dapat menurunkan kemampuan perekat untuk membentuk rekatan yang kuat.

Pada Tabel 3 tampak jelas bahwa perlakuan ekstraksi pada kayu kering-oven memberikan pengaruh yang lebih kayu kering-oven memberikan pengaruh yang lebih buruk terhadap derajat pembasahan dan keteguhan rekat dibandingkan dengan ekstraksi pada kayu kering-udara. Hal ini mungkin disebabkan oleh terjadinya migrasi ekstraktif ke permukaan kayu secara ganda, yaitu terjadi pada saat proses pengeringan dan juga dalam proses ekstraksi. Migrasi ekstraktif akan menaikkan tingkat keasaman atau menurunkan PH pada permukaan kayu, yang kemudian akan berpengaruh negatif terhadap reaktivitas dan polimerisasi perekat (Subramanian, 1984).

Analisa statistik pada data hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh interaksi ($p < 0,05$) antara jenis kayu dan perlakuan. Hal ini berarti bahwa tingkat pengaruh perlakuan bervariasi menurut jenis kayu. Sebagai contoh, pada perlakuan pengeringan, jenis kayu karri mengalami pengaruh kontaminasi permukaan yang lebih besar daripada kayu jarrah. Hal ini mungkin berhubungan dengan kandungan ekstraktif polar yang lebih tinggi pada kayu karri (Tabel 1) dan kecenderungannya untuk bermigrasi dan terakumulasi pada permukaan kayu.

IV. KESIMPULAN

Kayu tanaman karri mengandung ekstraktif polar yang lebih tinggi, tetapi memiliki kadar ekstraktif non-polar yang lebih rendah daripada kayu jarrah. Perlakuan ekstraksi jangka panjang (lebih dari 32 jam) pada kedua jenis kayu ini menimbulkan masalah deformasi struktur kayu dalam proses pengeringannya. Kondisi permukaan pada kayu karri bersifat lebih mudah dibasahi dan memiliki keteguhan rekat yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu jarrah. Namun demikian, tidak dijumpai adanya korelasi yang kuat antara derajat pembasahan dan keteguhan geser rekatan pada kedua jenis kayu tersebut. Perlakuan pengeringan, ekstraksi dan kombinasi kedua perlakuan tersebut secara nyata memberikan pengaruh negatif terhadap sifat permukaan dan rekatan kayu karri dan jarrah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, A.B., E.L. Ellwood, E. Zavarin, and R.W. Erickson. 1960. Influence of extractives on seasoning stain of redwood lumber. *Forest Prod. J.* 10(4) : 212-218.
- Casilla, R.C., S. Chow, P.R. Steiner and S.R. Warren. 1984. Wettability of four Asian meranti species. *Wood Sci. Technol.* 18(3) : 87-96
- Chafe, S.C. 1987. Collapse, Volumetric shrinkage, specific gravity and extractives in *Eucalyptus* and other species. Part 2 : the influence of extractives. *Wood Sci. Technol.* 21(1) : 27-41
- Choong, E.T. and S.S. Achmadi. 1991. Effect of extractives on moisture sorption and shrinkage in tropical woods. *Wood and Fiber Sci.* 23(2) : 185-196
- Christiansen, A.W. 1990. How over-drying wood reduces its bonding to phenol formaldehyde adhesives. *Wood and Fiber Sci.* 22(4) : 441-459
- Cohen, W.E. and H. E. Dadswell. 1931. The chemistry of Australian timbers. Technical Paper No. 3. Melbourne. Division of Forest Products, CSIR.
- Gray, V.R. 1961. The wetting, adhesion and penetration of surface coatings on wood. *J. Oil and Colour Chem. Assoc.* 44 (II) : 756 - 786.
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1985. Forest products and wood science. Fourth ed: Ames, Iowa. The Iowa State University Press.
- Hillis, W.E. 1962. The distribution and formation of polyphenols within the tree. In: W.E. Hillis (Ed.): Wood extractives and their significance to the pulp and paper industries. New York. Academic Press.
- Hillis, W.E. 1986. Forever amber : a story of the secondary wood components. *Wood Sci. Technol.* 20 (I) : 203 - 227
- Howink, R. and G. Solomon. 1967. Adhesion and adhesives. Volume 2 : Applications. Second ed. Amsterdam. Elsevier Publishing Company.
- Hse, C.Y. and M.L. Kuo. 1988. Influence of extractives on wood gluing and finishing. *Forest Prod. J.* 38 (1) : 52 - 56
- Patton, T.C. 1970. A Simplified review of adhesion theory based on surface energetics. *Tappi* 53(3) : 421 - 429

Stamm, A.J. 1964. Wood and cellulose science. New York. The Ronald Press Company

Strickler, M.D. 1968. Adhesive durability : specimen designs for accelerated tests. Forest Prod. J. 18 (9) : 84 - 90

Subramanian, R.V. 1984. Chemistry of adhesion. In : R.M. Rowell (Ed.): Chemistry of solid wood. Washington D.C. American Chem. Soc.

Troughton, G.E. and S.Z. Chow. 1971. Migration of fatty acids to white spruce veneer surface during drying: relevance to theories of inactivation. Wood Sci. 3 (3) : 129 - 133

Zavarin, E. 1984. Activation of wood surface and non-conventional bonding. In: R.M. Rowell (Ed) : Chemistry of solid wood. Washington D.C. American Chem. Soc.

Abstract will appear in the proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, held at the Sheraton Hotel, Dallas, Texas, September 13-17, 1993. The abstracts are available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C. The abstracts are also available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C.

The abstracts are available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C. The abstracts are also available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C.

CONTENTS

The abstracts are available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C. The abstracts are also available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C.

The abstracts are available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C. The abstracts are also available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C.

The abstracts are available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C. The abstracts are also available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C.

The abstracts are available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C. The abstracts are also available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C.

The abstracts are available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C. The abstracts are also available in the Proceedings of the 1993 Annual Meeting of the American Chemical Society, published by the American Chemical Society, Washington, D.C.