

EFFECT OF TREATMENT OF KING'S PINEAPPLE FIBER FIBERS (AGAVE CANTALA ROXB) ON EPOXY MATRIX WETTABILITY

Musa Bondaris Palungan¹, Benyamin Tangaran²

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar

*Corresponding author: musbop@ukipaulus.ac.id

Abstract. The aim of the study was to determine the ability of epoxy matrix to wet the surface of king pineapple fiber (SDNR). To find out the wetness (wettability) is by way of contact angle test (droplet). SDNR without and with fumigation treatment was observed with a digital tool to determine the SDNR bonding ability with epoxy matrix. Contact angle measurement between epoxy matrix and SDNR using MITUTOYO digital microscope and assisted by Image Pro analyzer. The result of contact angle measurement between SDNR and epoxy matrix is less than 300. This shows that the fumigation treatment of SDNR is very significant because the droplets of the epoxy matrix are able to wet the SDNR surface very well and have an impact on the enhancement of the bonding ability between SDNR and epoxy matrix.

Abstrak. Tujuan penelitian untuk mengetahui kemampuan matrik epoksi membasahi permukaan serat daun nanas raja (SDNR). Untuk mengetahui sifat mampu basah (wettability) adalah dengan cara uji sudut kontak (droplet). SDNR tanpa dan dengan perlakuan pengasapan diamati dengan alat digital untuk mengetahui kemampuan perikatan SDNR dengan matrik epoksi. Pengukuran sudut kontak antara matrik epoksi dengan SDNR yaitu dengan menggunakan alat MITUTOYO mikroskop digital dan dibantu oleh software penganalisis Image Pro. Hasil pengukuran sudut kontak antara SDNR dengan matrik epoksi yang kurang dari 300. Ini menunjukkan bahwa perlakuan pengasapan terhadap SDNR, sangat berpengaruh nyata karena tetesan matrik epoksi mampu membasahi permukaan SDNR yang sangat baik dan berdampak pada peningkatan kemampuan perikatan antara SDNR dengan matrik epoksi.

Kata kunci: serat daun nanas raja, pengasapan, resin epoksi, sudut kontak.

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Serat alami telah memberikan banyak keuntungan dalam beberapa tahun terakhir. Keuntungan dari serat alami sebagai penguat material komposit bila dibandingkan dengan penguat serat sintetis yaitu harga murah, densitas rendah, mudah dipisahkan, banyak tersedia dan dapat diperbaharui, kemampuan biodegradasi dan rama lingkungan [1, 2]. Akibatnya, ada motivasi baru yang meningkat untuk mengeksplorasi serat alami yang dapat diaplikasikan pada bidang otomotif dan struktural yang menerima beban, untuk menggantikan serat sintetis.

Serat alam yang memiliki sifat hidrofilik memiliki kelemahan kompatibilitas dengan matrik polimer yang bersifat hidrofobik. Kelemahan ini dapat diatasi dengan memberikan perlakuan kimiawi antara lain perlakuan alkali yang dapat menghilangkan sebagian lignin, hemiselulosa, lilin maupun minyak, sehingga permukaan serat menjadi kasar, maka terjadi kompatibilitas yang baik jika

dikombinasi dengan matrik epoksi [3, 4].

Kemampuan matrik, baik kelompok termoset dan termoplastik, membasahi permukaan serat secara optimal merupakan salah satu kunci utama yang menentukan unjuk kerja bahan komposit [5, 6]. Kemampuan matrik membasahi permukaan serat disebut *wettability*. Selain *wettability*, daya rekat dan mekanisme *interlocking* antara serat dengan matrik akan berpengaruh langsung terhadap kekuatan geser *interfacial*. Perilaku mampu basah atau tidak mampu basah permukaan padat oleh suatu cairan diukur secara sederhana menggunakan sudut kontak. Sudut kontak antara matrik dengan permukaan serat yang membentuk sudut kurang dari 90° dikelompokkan mampu basah, sedangkan sudut kontak lebih besar dari 90° dikelompokkan dalam tidak mampu basah, jika cairan matrik tidak membentuk *droplet* epoksi dengan permukaan serat maka disebut tersebar (*spreading*) dimana tidak memiliki hubungan *wettability* dengan sudut kontak antara permukaan serat dengan matrik. Semakin

kecil sudut kontak *wettability* semakin baik, sehingga matrik sebagai media perekat serat harus memiliki kemampuan melapisi luasan permukaan serat secara optimal dan sudut kontak yang dihasilkan dengan kemampuan basah optimal adalah tidak lebih dari 30° [7, 8].

Sifat perikatan antarmuka memainkan peran penting dalam menganalisis perilaku mekanik komposit dengan penguat serat alam. Karakteristik serat alam biasanya diteliti secara eksperimental dengan memeriksa beberapa parameter yaitu sifat fisik, kimia dan mekanis serat alam yang sumber tersedianya cukup banyak di Indonesia dan salah satunya adalah serat daun nanas raja.

Mengingat potensi yang besar dari daun nanas raja sebagai sumber serat maka perlu diupayakan untuk meningkatkan perannya, tidak hanya sebagai produk tradisional, tetapi juga meningkatkan fungsinya menjadi bahan penguat komposit serat alami [12].

Berdasarkan uraian tersebut diatas pada umumnya perlakuan permukaan serat alam menggunakan alkali dan zat kimia lainnya, dan sebagai bahan alternatif untuk perlakuan pengasapan permukaan serat yaitu dengan menggunakan asap tempurung kelapa. Asap hasil pembakaran tempurung kelapa mengandung senyawa karbonil, fenol, asam asetat dan senyawa kimia lainnya [13, 18]. Dalam pengasapan terjadi suatu proses penarikan air dan pengendapan berbagai senyawa kimia yang berasal dari asap sehingga dapat mengubah sifat kimia, fisik produk yang diasap karena senyawa karbonil berperan untuk memberikan kontribusi perubahan warna permukaan produk yang diasap menjadi warna kuning kecoklatan sampai warna coklat tua dan senyawa fenol berfungsi sebagai antioksidan dan antimikroba sehingga produk yang diasap tahan lama [13, 14]. Pengasapan juga dapat mengurangi lignin dan hemiselulosa akibat asam asetat karena asam asetat dapat memutus ikatan rantai lignin dan juga menembus ikatan rantai hemiselulosa sehingga permukaan serat menjadi kasar [14, 15, 18], karena lignin dan hemiselulosa bersifat amort sedang selulosa merupakan unsur kimia yang bersifat kristalin [16, 17, 19, 20]

Dengan demikian perlakuan pengasapan SDNR diprediksi dapat berperan untuk mengungkap pengaruh terhadap kemampuan *wettability* dan perikatan antarmuka SDNR dengan matrik epoksi yang kompatibel.

Metode Penelitian

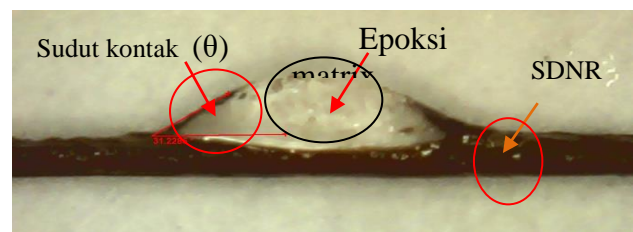
Bahan penelitian yaitu serat daun nanas raja yang diperoleh dari Kabupaten Tana Toraja

Propensi Sulawesi Selatan. Indonesia. Kandungan kimia dari SDNR adalah 55.8 % selulosa, 20.27 % hemiselulosa, 7.66 % lignin, materi ekstraktif 13.6 % dan kadar air 5.39 – 5.88 % [11, 18].

Perlakuan pengasapan SDNR dilakukan di kotak pengasapan dimana asap diperoleh dengan membakar tempurung kelapa dalam suatu wadah dan wadah ini dihubungkan dengan pipa untuk mengalirkan asap secara terus menerus ke dalam kotak pengasapan. Proses pengasapan SDNR masing-masing dilakukan dengan Pengasapan 5 jam (P5J), Pengasapan 10 jam (P10), Pengasapan 15 jam (P15J) dan Pengasapan 20 jam (P20J) dan selama proses pengasapan berlangsung, temperatur asap dalam ruang kotak pengasapan SDNR rata-rata 45°C [12,18].

Bahan Resin epoksi yang digunakan adalah *Diglycidyl Ether of Bisphenol-A* (DGEBA) yaitu reaksi antara *bisphenol-A* dengan *epichlorohydrin* yang dicampur dengan katalis *metil ethyl katon peroxide* (MEKPO) yang berbentuk cair dan bewarna bening.

Pengukuran *Wettability* dilakukan dengan cara : Serat tunggal dibentangkan pada *jig* yang berbentuk profil U. Cairan resin epoksi yang sudah dicampur katalis 1% dimasukkan ke dalam tabung injeksi kemudian diteteskan di atas permukaan SDNR. Sudut yang terbentuk antara droplet epoksi dengan permukaan SDNR yang merupakan sudut kontak. Pengukuran sudut kontak dilakukan dengan menggunakan mikroskop digital dengan pembesaran 500 kali dan secara langsung dapat diketahui yang merupakan sudut kontak (θ) antara matrik epoksi dengan SDNR seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 sebagai berikut :






Gambar 1. Sudut kontak antara SDNR dengan matrik epoksi


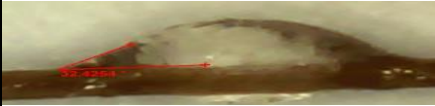

Hasil dan Pembahasan

Pengukuran sudut kontak dari masing-masing droplet epoksi dengan SDNR dengan variasi waktu pengasapan tidak ditemukan sudut kontak yang lebih besar dari 40°. Semakin lama waktu pengasapan semakin kecil sudut kontak antara


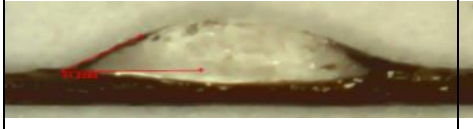

matrik epoksi dengan SDNR bila dibandingkan dengan SDNR tanpa pengasapan seperti pada gambar 2 sebagai berikut

Droplet matrik epoksi pada permukaan SDNR (TP)	Sudut Kontak
	33.6331 ⁰
	36.3467 ⁰
	39.3296 ⁰
Rata - rata	36.4365 ⁰

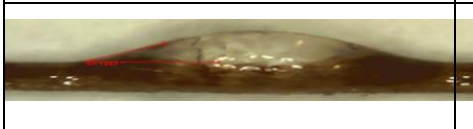

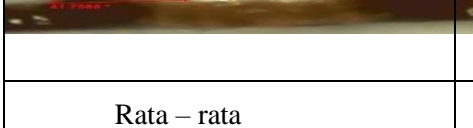
(a)

Droplet matrik epoksi pada permukaan SDNR (P5J)	Sudut kontak
	34.1060 ⁰
	32.4254 ⁰
	31.6447 ⁰
Rata – rata	32.7253 ⁰




(b)

Droplet matrik epoksi pada permukaan SDNR (P10J)	Sudut kontak
	31.0893 ⁰
	31.2285 ⁰
	29.2664 ⁰
Rata – rata	30.5281 ⁰

(c)

Droplet matrik epoksi pada permukaan SDNR (P15)	Sudut kontak
	27.1267 ⁰
	29.2050 ⁰
	31.7566 ⁰
Rata – rata	29.3627 ⁰

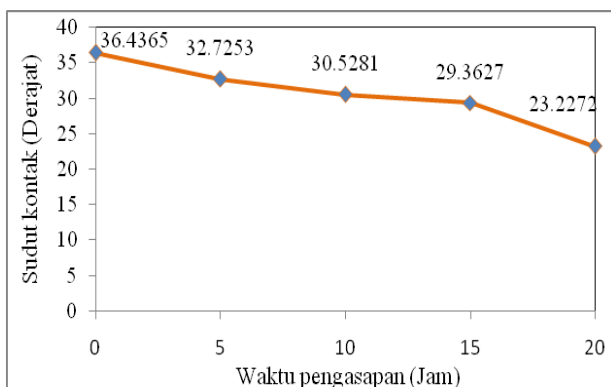
(d)

Droplet matrik epoksi pada permukaan SDNR (P20J)	Sudut kontak
	19.8668°
	27.1267°
	22.6882°
Rata – rata	23.2272°

(e)

Gambar 2. Foto droplet matrik epoksi di permukaan SDNR yang membentuk sudut kontak a). TP, b). P5J, c). P10J, d). P15J dan e). P20J.

Hasil pengukuran sudut kontak antara SDNR dengan matrik epoksi nampak, dimana semakin lama waktu pengasapan semakin kecil sudut kontak seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3. Hubungan Sudut Kontak dengan Waktu Pengasapan SDNR.

Lama waktu perlakuan pengasapan SDNR berpengaruh terhadap warna serat akibat senyawa karbonil [13,16] dan juga berdampak pada perubahan pembasahan matrik epoksi sebagai media perekat. Matrik Epoksi yang memiliki kemampuan melapisi luasan permukaan serat secara optimal untuk menghasilkan sudut kontak tidak lebih dari 30° [7, 8]. Perikatan antara matrik epoksi dengan SDNR sangat baik sehingga sudut

kontak semakin kecil dan ini menyebabkan ikatan adesi antarmuka SDNR dengan matrik epoksi menjadi lebih baik. dan kuat karena permukaan SDNR kasar akibat hilangnya sebagian unsur lignin dan hemiselulosa [11, 16, 17, 21]. Kuatnya ikatan adhesi karena adanya penetrasi matrik epoksi ke dalam pori-pori atau celah pada permukaan SDNR sehingga terjadi ikatan interlock mekanik antara SDNR dengan matrik epoksi yang kompatibel

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan pengasapan SDNR berpengaruh terhadap ukuran sudut kontak dimana uji wettability diperoleh sudut kontak terkecil yaitu 23.22° pada P20J.

Referensi

- [1] Mu, Q., Wei, C., Feng, S., 2009. Studies on Mechanical Properties of Sisal Fiber / Phenol Formaldehyde Resin In- Situ Composites. *Polym. Compas* 30. 131-137.
- [2] Li, X., Tabil, L. G., Panigrahi, S., 2007. Chemical Treatment of Natural Fiber for Use in Natural Fiber Reinforced Composites, A. Review. *J. Polym. Environ* 15, 25-33.
- [3] Ahad. N.A., Parimin. N., Mahmed, N., et.al, 2009. Effect of Chemical Treatment on The Surface of Natural Fiber. *Journal of Nuclear and Related Technologies* 6(1): Special Edition.
- [4] Carvalho, K. C. C., Mulinari, D .R., Voorwald, H.J.C., Cioffi, M.O.H. 2010. Chemical Modification Effect on The Mechanical Properties of HIPS/Coconut Fiber Composites. *Bioresources* 5(2): 1143-1155.
- [5] Drzal, L, T., 2003, *ASM Handbook: Composite Interface, Interfaces and Interphases*, FB.
- [6] Rider, a., 1998, *Surface Properties Influencing the Fracture Toughness of Aluminium-Epoxy joint*, Disertasi, University of New South Wales.
- [7] Dron, L., 1994. *Adhesive Bonding – terms and Definitions*, TALAT Lecture 4701, European Aluminium Association, Berlin.
- [8] Tammar S, M., Abraham, M., I. Sam S., “Contact angle measurement on rough surfaces”, *Journal of Colloid and Interface Science*, 2004, 274, pp.637-644.

- [9] Yang, Q, S., Qin, Q, H., Peng, X, R. 2003. Size effect in the fiber pull out test, *Composite Structures*, 61: 19-198.
- [10] Reddy, N., and Y. Yang. 2005. Biofibers From Agricultural Byproducts For Industrial Applications. *Trends in Biotechnology* 23, 1: 22–27.
- [11] Khalil, H. P. S. A., Ismail, H., Rosman, H. D., Ahmad, M. N., 2001. The effect of Acetylation on Interfacial Shear Strength Between Plant Fibers And Various Matrices. *Journal Eur. Polym.* 37, 1037-1045.
- [12] Silva, F.A., Mobasher, B., Soranakom, C., Filho, R. D. T., 2011. Effect of fiber shape and morphology on interfacial bond and cracking behaviors of sisal fiber cement based composites, *Cement and Concrete Composites*, v.33, pp. 814-823.
- [13] Palungan, M, B., Soenoko, R., Irawan, Y, S., Purnowidodo, A. 2015. Mechanical Properties of King Pineapple Fiber (*Agave Cantala Roxb*) As A Result of Fumigation Treatment. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 9(27), pp: 560-563.
- [14] Palungan, M, B., Soenoko, R., Irawan, Y, S., Purnowidodo, A. 2016. The Effect of Fumigation Toward the Engagement Ability of King Pineapple Leaf Fibre (*Agave Cantala Roxb*) With Epoxy Matrix. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(13) pp. 8532-8537.
- [15] Ruiter, A., 1979. Colours of Smoke Food, *Food Tech*, 33 (5) : 54 – 63.
- [16] Palungan, M, B., Soenoko, R., Irawan, Y, S., Purnowidodo, A. 2017. The Effect of Fumigation Treatment Towards Agave Cantala Roxb Fibre Strength and Morphology, *Journal of Engineering Science and Technology*, Vol. 12, No. 5 .pp. 1399 - 1414
- [17] Girard, J. P. 1992. Smoking In Technologi of Meat Products, Clermont Ferrand, Ellis Horwood, New York.
- [18] McDonough, J. & Shaw, C. (2003).(2nd edition) *Materials and Methods in ELT. Teacher's Guide*. Malden: Blackwell.
- [19] Suryanto, H., Marsyahyo, E., Irawan, Y, S., Soenoko, R. 2014. Effect of Alkali Treatment of Crystalline Structure of Cellulose Fiber From Mendong (*Fimbristylis globulosa*) Straw. *Key Engineering Vols*. 594-595, pp 720-724.
- [20] Arsyad, M. 2016. Efek Perendaman Serat Sabut Kelapa dalam Larutan Alkali Terhadap Daya Serap Serat Sabut Kelapa pada Matriks Poliester, *Journal INTEK*, Vol.3(1) pp. 15-19
- [21] Renreng, I.; Soenoko, R.; Pratikto; Irawan, Y. S. (2015). Effect of turmeric (*Curcuma*) treatment toward the single fiber akaa (*Corypha*) tensile strength. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(12), 31213-31222