

Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap *Wettability* pada Komposit Serat Sabut Kelapa–*Polyester* (*Effects of Alkali Treatment on Wettability of Coconut Fiber – Polyester Composites*)

Imran S Musanif^{1*}, Daud O Topayung¹, Oktovian BA Sompie²

¹Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Manado

²Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado

*Penulis korespondensi: immusanif@yahoo.com

Abstract

The effect of alkali treatment on the wettability of coconut fiber-polyester composites was investigated. The fibers were treated with 3% solution of NaOH for 1, 2, and 3 hours. Wettability of the fibers was measured through the measurement of polyester resin contact angle dropped on either untreated fibers or alkali treated fibers. Upon drying, the droplet on the fiber matrix was observed by analyzed software supported microscope. Contact angle decreased by alkalization, therefore the quality of bond was expected to increase. Decreasing contact angle was assumed due to the increasing of fiber surface roughness and porosity, the loss of lignin, and the loss of other impurities. The increasing quality of bond between the fiber and the matrix was believed to increase the strength properties of coconut fiber composites-polyester fiber compared to that of untreated.

Keywords: coconut fiber, contact angle, droplet, wettability

Abstrak

Penelitian ini menyelidiki pengaruh perlakuan alkali terhadap kemampuan sifat keterbasahan mampu basah (*wettability*) pada komposit serat sabut kelapa (*coconut fiber*)-*polyester*. Untuk mengukur sudut kontak, resin *polyester* diteteskan pada serat tanpa perlakuan (*green fiber*) dan serat yang telah direndam dalam larutan NaOH 3% selama 1, 2, dan 3 jam. Setelah kering, *droplet* matrik pada serat diamati dengan mikroskop yang dilengkapi dengan piranti lunak untuk analisis. Secara substansi, sudut kontak akan lebih kecil nilainya setelah dilakukan alkalisasi sehingga kualitas ikatan akan meningkat, karena permukaan serat menjadi lebih kasar dan berpori serta hilangnya lapisan lignin dan impuritas lainnya. Dengan meningkatnya kualitas ikatan antara serat dan matrik diyakini kekuatan komposit serat sabut kelapa-polyester akan meningkat dibanding serat tanpa perlakuan alkali.

Kata kunci: *droplet*, keterbasahan, serat sabut kelapa, sudut kontak

Pendahuluan

Perkembangan material teknik dewasa ini mengarah pada penemuan dan eksploitasi bahan-bahan alam atau biomaterial berbasis selulosa yang memiliki aspek menguntungkan baik dari segi teknologi, ekonomi maupun lingkungan (Chen *et al.* 2005). Sebagai contoh, PT. Toyota di Jepang telah

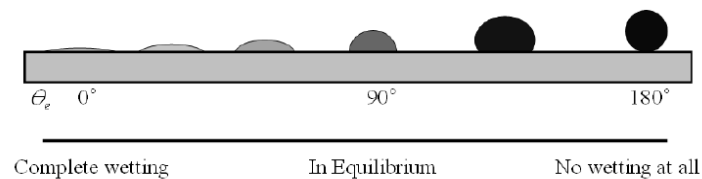
memanfaatkan bahan komposit berpenguat serat kenaf sebagai komponen panel interior mobil jenis sedan. Selain itu, produsen mobil *Daimler-Bens* pun telah memanfaatkan serat *abaca* sebagai penguat bahan komposit untuk *dashboard*. Pergeseran trend teknologi ini dilandasi oleh sifat komposit berpenguat serat alam yang lebih ramah lingkungan. Komposit ini

juga memiliki rasio kekuatan dengan densitas yang tinggi sehingga komponen yang dihasilkan lebih ringan. Para industriawan menggunakan komposit tersebut sebagai produk unggulan sesuai dengan keistimewaannya. Dibandingkan dengan serat sintetis, serat alam memiliki beberapa keunggulan yang antara lain sifat mampu diurai oleh bakteri pengurai (*biodegradable*), ringan (*lightweight*), dapat diperbaharui (*renewable*), sifat mekanikal yang tinggi dan tak terbatas ketersediaannya (Alves *et al.* 2013). Disamping itu serat alam tidak menyebabkan *abrasive* pada peralatan, memiliki emisi CO yang netral dan sebagai sumber yang penting untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar (Joshia *et al.* 2004).

Dalam material komposit, ikatan antara serat dan matrik akan berpengaruh pada sifat mekanisnya, dimana karakteristiknya melibatkan kemampuan basah serat (*Wettability*) (de Velde *et al.* 1999). Parameter *wettability* antara lain ditentukan dengan sudut kontak yang terbentuk antara matrik dan permukaan serat serta ikatan antar muka (*interfacial bonding*). Sifat adhesi antara serat sebagai penguat dan matrik sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis material komposit yang dihasilkan (Bisanda 2000). Seringkali *interface* didapatkan dengan memodifikasi sifat

kimia permukaan serat untuk mengoptimalkan sifat adhesi antara serat dan matrik (Bledzki *et al.* 1999, Mwaikambo *et al.* 2006). Hal ini juga dapat dikontrol dengan energi permukaan (Guillermo *et al.* 2003). Yang menjadi permasalahan apakah dengan perlakuan alkali pada serat akan meningkatkan ikatan antara serat dan matrik. Salah satu cara mengetahui ikatan serat dan matrik adalah menguji sifat *wettability* serat dengan cara meneteskan cairan matrik ke serat untuk mendapatkan sudut kontak diantaranya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perlakuan alkali (NaOH 3%) pada ikatan antara muka komposit serat sabut kelapa dengan matrik *polyester*.

Cara pengukuran kuantitatif yang melibatkan sudut kontak (θ) antara permukaan serat-matrik, yakni memberikan cairan yang ditempatkan di atas permukaan padat seperti pada gambar 1. Semakin kecil sudut kontak *wettability* semakin baik, sehingga matrik sebagai media perekat serat harus memiliki kemampuan melapisi luasan permukaan serat secara optimal. Menurut (Mwaikambo 1999), sudut kontak untuk menghasilkan kemampuan basah optimal adalah tidak lebih dari 30° . Secara kuantitatif, *wettability* ditunjukkan oleh sudut kontak (θ) antara serat padat dan matrik cair dalam bentuk *droplet*.



Gambar 1 Tingkat *wettability* menurut ukuran sudut kontak (Liu 2007).

Bahan dan Metode

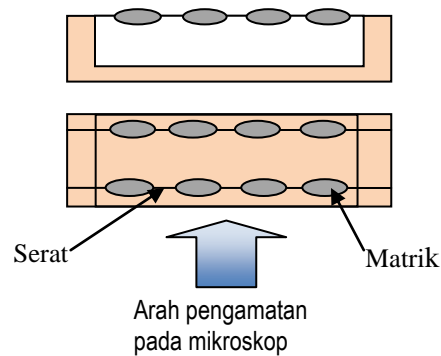
Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan dan Metrologi Politeknik Negeri Manado pada bulan Maret – Mei 2014.

Sabut kelapa diperoleh dari petani kelapa di Kabupaten Minahasa Propinsi Sulawesi Utara yang terletak ± 970 meter di atas permukaan laut. Matrik *Polyester* dan *hardener (Mekpo)* dibeli di toko teknik yang dipasok dari PT. Justus Kimia Raya Surabaya. Alat yang digunakan untuk pembuatan spesimen uji (gelas ukur, pipet, profil U, akuades, pHmeter, *double tip*), alat pengujian *wettability* (mikroskop dengan *software* analisis serta perangkat computer).

Metode penelitian

Sabut kelapa diurai untuk mendapatkan serat secara manual. Serat dibagi menjadi dua bagian, yaitu serat tanpa perlakuan dan serat dengan perlakuan awal. Serat dengan perlakuan awal direndam dengan larutan NaOH 3% dengan variasi waktu 1, 2, dan 3 jam. Setelah direndam serat dicuci dengan aquades untuk menghilangkan efek kimia pada serat dan

dikeringkan tanpa pemanasan matahari. Setelah kering, serat diambil secara acak sebanyak 30 serat untuk masing-masing variasi waktu perendaman dan ditempatkan pada profil U yang sudah diberi *double tip* pada kedua sisinya kemudian ditetaskan matrik poliester yang dicampur dengan Mekpo 1% (Gambar 2).



Gambar 2 Skema pembuatan benda uji sudut kontak.

Pengamatan sudut kontak yang terbentuk diamati dengan mikroskop Zeiss dan software pendukungnya AxioCam LCc 1. Besarnya sudut kontak ditentukan menggunakan fungsi distribusi *Weibull* $F(\theta)$ yang dirumuskan sebagai berikut:

$$F(\theta) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{\theta}{\theta_o} \right)^\beta \right], \quad 0 \leq \theta < \infty, \beta > 0, \theta_o > 0 \quad (1)$$

$$\mu = \theta_o \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (2)$$

$$SD^2 = \theta_o^2 \left[\Gamma \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) - \left[\Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]^2 \right] \quad (3)$$

Keterangan:

θ = Sudut kontak,

θ_o = Parameter skala,

SD = Standar deviasi,

Parameter skala (θ_o) ditentukan pada kondisi dimana $\ln \ln[1/1-F(\theta)] = 0$, sedang parameter bentuk (β) atau modulus *Weibull* adalah *slope* yang ditentukan dari hubungan $\ln \ln[1/1-F(\theta)]$ dan $\ln \theta$.

β = Parameter bentuk,

μ = Nilai rata-rata sudut kontak,

Γ = Fungsi gamma.

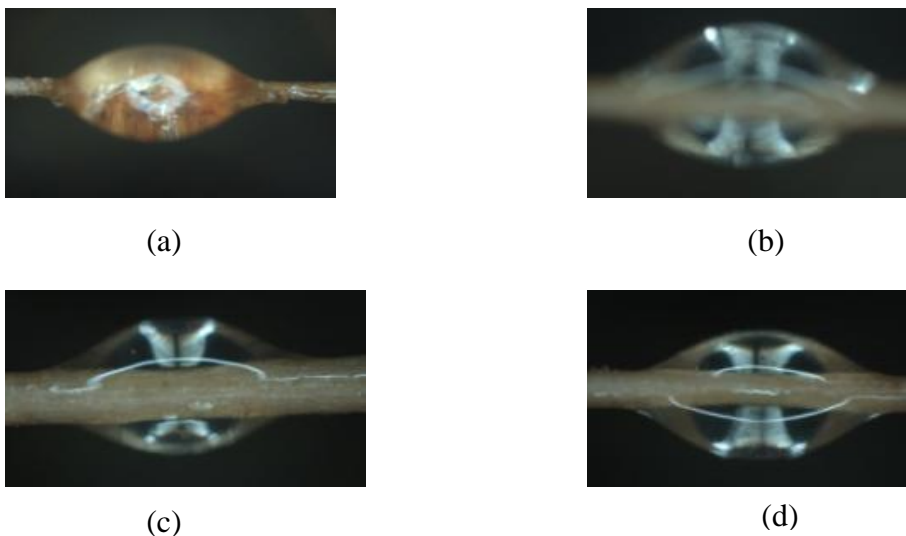
Hasil dan Pembahasan

Gambar 3 memperlihatkan hasil foto mikroskop dari *droplet polyester* pada serat sabut kelapa dengan pembesaran optik 200 x.

Tabel 1 menunjukkan perubahan tingkat penyerapan serat terhadap matrik (poliester + *mekpo* 1%) sebelum dan sesudah perlakuan NaOH. Indikasi perubahan ini terlihat dari penyimpangan (standar deviasi) yang terjadi, dimana semakin lama waktu perendaman nilai penyimpangan akan menjadi lebih kecil. Semakin lama serat direndam dengan alkali, matrik yang diserap akan

semakin banyak sehingga akan memperkecil sudut antara permukaan serat dan *droplet* cairan matrik. Hal ini disebabkan permukaan serat menjadi lebih bersih dan terlepasnya kotoran termasuk lignin yang menempel pada serat.

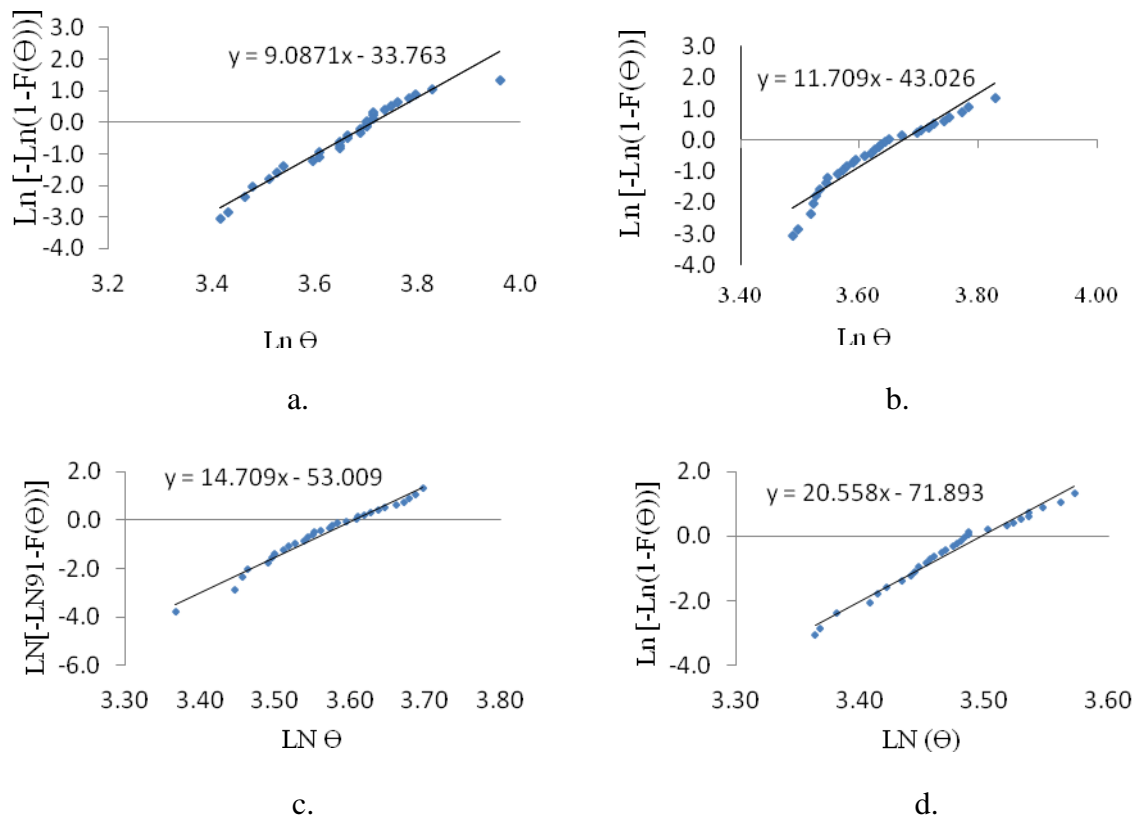
Akibatnya matrik akan lebih mudah masuk ke pori-pori serat dibanding dengan serat yang tidak mengalami perlakuan alkali (Gambar 3). Gambar 3a memperlihatkan cairan matrik pada waktu masih cair sulit untuk masuk ke dalam pori-pori serat karena terhalang oleh kotoran dan impuritas lain.



Gambar 3 *Droplet polyester + Mekpo 1%* pada serat tunggal, (a) Tanpa perendaman NaOH, (b) Perendaman NaOH 3% (1 Jam), (c) Perendaman NaOH 3% (2 Jam), (d) Perendaman NaOH 3% (3 Jam)

Tabel 1 Nilai parameter Weibull dan sudut kontak antara serat dan matrik (poliester)

Waktu perendaman	Parameter Weibull		Standar deviasi (SD)	Nilai rata-rata sudut kontak (°)
	β	θ_0		
0 Jam	9,09	40,50	4,7795	44,95±4,78
1 Jam	11,70	38,35	3,5774	41,34±3,58
2 Jam	14,70	36,66	2,7403	39,67±2,82
3 Jam	20,55	32,55	1,9096	34,20±1,76



Gambar 4 Distribusi Weibull dan sudut kontak pada perendaman NaOH 3%, (a) Tanpa perendaman NaOH, (b) Perendaman NaOH 3% (1 Jam), (c) Perendaman NaOH 3% (2 Jam), (d) Perendaman NaOH 3% (3 Jam)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut kontak yang terjadi antara garis singgung *droplet polyester* dengan serat dipengaruhi oleh lamanya perendaman dan konsentrasi NaOH. Perubahan nilai sudut kontak akibat perlakuan NaOH juga diindikasikan pada Gambar 4.

Lamanya waktu perendaman sangat mempengaruhi kemampuan serat menyerap matrik. Gambar 4(d) menunjukkan distribusi sudut kontak yang terjadi, dimana nilai sudut kontak memiliki penyimpangan yang lebih kecil dibanding dengan grafik lain. Perubahan nilai sudut kontak juga terlihat pada perubahan nilai parameter *Weibull*, semakin besar parameter bentuk

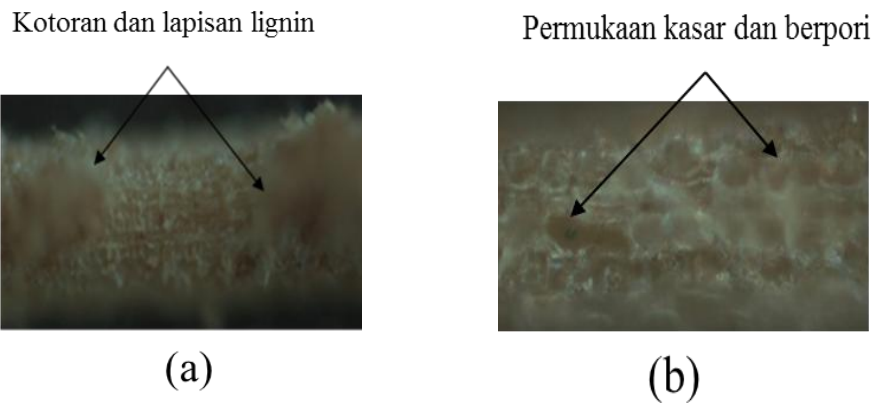
(β) maka parameter skala (θ_0) akan menjadi kecil yang diikuti dengan penurunan nilai standar deviasinya dan nilai rata-rata sudut kontaknya Tabel 1). Secara fisik, data tersebut menginformasikan bahwa sudut kontak akan akan menjadi lebih kecil dengan perendaman alkali 3% selama 3 jam.

Perubahan nilai sudut kontak akibat perlakuan alkali disebabkan antara lain permukaan serat sabut kelapa memiliki lapisan lilin (*wax*) dan zat lain disamping kotoran lainnya. Kondisi ini menghalangi penetrasi matrik dalam serat sehingga penyerapan yang terjadi lebih kecil dan secara langsung mengurangi sifat adhesinya. Perlakuan alkali menyebab-

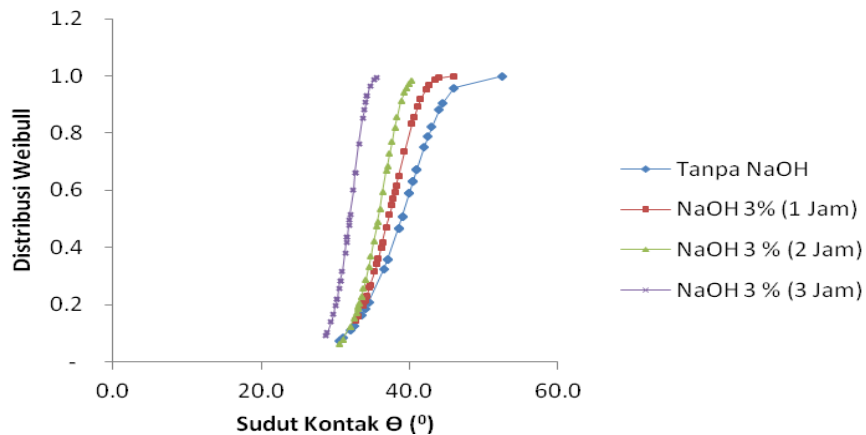
kan penetrasi matrik ketika masih basah lebih baik sehingga matrik akan lebih banyak diserap oleh serat. Hal ini terjadi karena permukaan serat menjadi lebih bersih dari kotoran dan lapisan lignin serta impuritas lain. Pengaruh lain akibat perlakuan alkali adalah permukaan serat menjadi lebih kasar dan berpori sehingga memudahkan matrik mudah diserap oleh serat (Gambar 5).

Perubahan nilai sudut kontak akibat lamanya perlakuan alkali (NaOH 3%) juga diperlihatkan pada Gambar 6. Grafik tersebut menampilkan distribusi hasil pengukuran sudut kontak sebelum dan sesudah perendaman NaOH.

Sebelum perendaman grafik distribusi berada disebelah kanan dan setelah perendaman NaOH grafik distribusi bergerak ke arah kiri. Fenomena ini menunjukkan adanya perubahan sudut kontak menjadi lebih kecil terhadap waktu perendaman. Hal ini disebabkan permukaan serat setelah perendaman NaOH serat menjadi lebih bersih karena beberapa komponen seperti kotoran, lignin dan wax terlepas akibat terjadi reaksi antara serat dan larutan NaOH. Disamping itu permukaan serat menjadi lebih kasar dan berpori seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Foto mikroskop serat tanpa perlakuan NaOH (a) dan serat dengan perlakuan (b).



Gambar 6 Distribusi Weibull serat tanpa dan perlakuan NaOH.

Kesimpulan

Perlakuan alkali (NaOH) dapat meningkatkan sifat mampu basah (*wettability*) serat sabut kelapa dengan matrik poliester yang diindikasikan dengan penurunan nilai sudut kontaknya. Perlakuan alkali menyebabkan permukaan menjadi bersih dari kotoran dan impuritas lain namun permukaannya menjadi kasar. Oleh karena itu, perlakuan awal dengan alkali pada serat sabut kelapa diperlukan untuk meningkatkan ikatan antara serat dan matrik.

Daftar Pustaka

- Alves F, Castro P, Martins G, Andrade S, Toledo F. 2103. The effect of fiber morphology on the tensile strength of natural fibers. *J Mater. Res. Technol.* 2(2):149–157.
- Bisanda ETN. 2000. The effect of alkali treatment on the adhesion characteristics of sisal fibers. *App. Compos. Mater.* 7:331–339.
- Bledzki AK, Gassan J, 1999. Composites reinforced with cellulose based fibres. <http://www.science-direct.com/science> [27 Juni 2014].
- Chen L, Chiparus I, Sun DV, Negulescu TA, Calamari. 2005. Natural fibers for automotive nonwoven composites, *J Ind. Text.* 35(47): 80-86.
- De Valde KV, Kiekens P. 1999. Wettability of natural fibre used as reinforcement for composite, 2nd *International Wood and Natural Fiber Composites Symposium.* hlm 7-1:7-12
- Guillermo C, Aitor A, Rodrigo LP, Inaki M. 2003. Effects of fibre treatment on wettability and mechanical behavior of flax/polypropylene composites. *Compos. Sci. Technol.* 63:1247–1254.
- Joshia SV, Drzalb LT, Mohanty AK, Arorac S. 2004. Are natural fiber composites environmentally superior to glass fiber reinforced composites. *Appl. Sci. Manuf.* 35:371–376.
- Liu XY, Dai GC. 2007. Surface modification and micromechanical properties of jute fiber mat reinforced polypropylene composites. *Express Polym. Lett.* 1(5):299-307.
- Munawar SS, Umemura K, Kawai S, 2007. Characterized the morphological, physical, and mechanical properties of the non-wood plant fiber bundles. <http://www.springerlink.com/content/>, [8April 20014].
- Mwaikambo LY, Ansell MP. 1999. The effect of chemical treatment on the properties of hemp, sisal, jute and kapok fibres for composite reinforcement, 2nd *International Wood and Natural Fibre Composites Symposium.* hlm 12.1–12.16.
- Riwayat naskah (*article history*)
Naskah masuk (*received*): 8 Januari 2014
Diterima (*accepted*): 15 April 2014