

Pengaruh Chemical Treatment NaOH pada Natural Cellulose Fiber Reinforcement From Oil Palm Frond

Martina Puspita Sari¹, Anindito Purnowidodo², Nurkholis Hamidi³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin, Universitas Brawijaya

martinapuspita@student.ub.ac.id

Keywords:

Cellulose,
Fiber,
Treatment,
Alkali,

Abstract: This research focuses on the effect of alkaline treatment on the characterization of Oil Palm Frond Fiber (OPFF) bonds in the polymer matrix, and the ability of the matrix to wet the fibers (wettability). OPFF underwent an alkaline treatment process with different percentages of NaOH concentration with variations of 5%, 10%, and 15%. All treatments were carried out at room temperature conditions with a soaking time of 2 hours. Fiber dimensions include fiber diameter, fiber density and wettability of the chemically treated OPFF for testing. The test results show that the alkaline treatment can effectively remove non-cellulosic materials and increase the bonding of the interfacial fibers. In this study it was found that the interface properties of OPFF-Epoxy Resin increased after alkali treatment and reduced fiber diameter which could increase fiber uniformity to improve the mechanical properties of the fiber. Indeed, the optimal alkali concentration is produced at a concentration of 5% because it has the smallest contact angle, namely 26.49° and the smallest diameter is obtained from a variation of 15% NaOH concentration, namely 0.31 ± 0.08 and the highest density is obtained at a variation of 15% NaOH concentration of $1.537 \pm 0.045 \text{ g/cm}^3$ in terms of bond characterization and is mainly due to the reduction of the amorphous portion of the fiber.

Kata Kunci:

Selulosa,
Serat,
Perlakuan,
Alkali,

Abstrak: Pada penelitian ini berfokus tentang pengaruh perlakuan alkali pada karakterisasi ikatan serat Oil Palm Frond Fiber (OPFF) dalam matriks polimer, dan kemampuan matriks membasahi serat (wettability). OPFF menjalani proses perlakuan alkali dengan presentase konsentrasi NaOH yang berbeda dengan variasi 5%, 10%, dan 15%. Semua perlakuan dilakukan pada kondisi suhu kamar dengan lama perendaman 2 jam. Dimensi serat meliputi diameter serat, densitas serat dan wettability dari OPFF yang diberi perlakuan kimia untuk dilakukan pengujian. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa perlakuan alkali dapat secara efektif menghilangkan bahan non selulosa dan meningkatkan bonding serat antarmuka. Pada penelitian ini ditemukan bahwa sifat antarmuka OPFF-Resin Epoxy meningkat setelah perlakuan alkali dan berkurangnya diameter serat yang dapat meningkatkan keseragaman serat untuk meningkatkan sifat mekanik dari serat. Memang konsentrasi alkali optimal dihasilkan pada konsentrasi 5% karena memiliki sudut kontak terkecil yaitu $26,49^\circ$ dan diameter terkecil didapatkan dari variasi NaOH konsentrasi 15% yaitu $0,31\pm0,08$ dan density tertinggi didapatkan pada variasi NaOH konsentrasi 15% sebesar $1,537\pm0,045 \text{ g/cm}^3$ dalam hal karakterisasi ikatan dan terutama disebabkan oleh pengurangan bagian amorf dari serat.

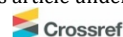
Article History:

Received: 27-03-2023

Online : 05-04-2023



This is an open access article under the **CC-BY-SA** license

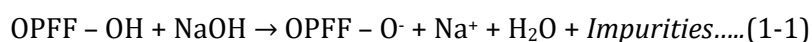


A. LATAR BELAKANG

Komposit bisa menjadi terbentuk dari alam atau serat sintetis. Dimana daya tahan serat sintetis lebih tahan lama dibandingkan serat alam namun serat sintetis memiliki sifat non-*biodegradable* yang sangat penting untuk menjaga lingkungan (Mylsamy B et al, 2019). Demikian, serat alam diperkenalkan sebagai pengganti untuk serat sintetis yang ramah lingkungan dan bisa terurai dalam tanpa meninggalkan zat yang berbahaya untuk kesehatan makhluk hidup. Namun demikian, eksplorasi sumber serat alam masih sangat diperlukan untuk memperkuat penggunaan serat alam untuk komposit. Pelepah kelapa sawit mengandung lapisan atau banyak helaian serat selulosa yang sangat potensial sebagai bahan penguat komposit.

Namun lignin, hemiselulosa, dan pengotor lainnya dalam *Oil Palm Frond Fiber* (OPFF) bersifat hidrofilik dan menyerap kelembaban. Dimana kelembaban itu dapat memperburuk sifat OPFF. Hal ini menyebabkan ikatan antarmuka antara serat dan matriks menjadi buruk. Untuk menghindari kerusakan, lapisan hidrofilik dalam serat harus dikurangi. Lapisan hidrofilik melemahkan ikatan antara antarmuka serat dan matriks. Ini menyebabkan ketidakcocokan dengan bahan polimer sebagai matriks. Ketidakcocokan menurunkan mekanik komposit properti. Modifikasi serat diperlukan untuk meningkatkan karakteristik serat agar sesuai.

Alkali adalah satu dari metode perlakuan kimia yang paling efektif untuk meningkatkan kemampuan serat untuk dapat meningkatkan kekuatan serat antar muka (Parre A et al, 2020). Larutan kimia yang digunakan adalah Natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 5%, 10%, 15% dimana larutan tersebut bersifat basa yang membuat hemiselulosa dan lignin dalam serat berkurang sehingga dapat mempengaruhi struktur kimia dari serat. Perawatan Alkali digunakan untuk mengurangi lapisan hidrofilik dalam serat. Perlakuan tersebut mampu memperbaiki topologi dan karakteristik permukaan serat (Mylsamy B et al, 2019). Kotoran pada permukaan serat dilarutkan dalam larutan alkali. Ini menjelaskan permukaan yang bersih, pengurangan massa serat, dan peningkatan permukaan serat, dimana reaksi kimia yang terurai sebagai berikut :



B. METODE PENELITIAN

Serat OPFF yang merupakan bahan utama dalam penelitian ini di beri perlakuan kimia dengan alkali untuk mendapatkan selulosanya melalui proses mekanis dan kimiawi. Serat OPFF dikumpulkan dari sebuah lingkungan di Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Serat dikumpulkan dengan cara pelepah dipotong sepanjang 10 - 15 cm dilanjutkan dengan mengupas kulit luar dari pelepah pohon kelapa sawit. Kemudian daging batang direndam dalam air selama tujuh hari untuk memudahkan pelepasan helai serat. Selanjutnya dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C. Setelah itu beri perlakuan kimia Natrium Hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi variasi 5%, 10%, 15% yang bertujuan untuk mendapatkan selulosa tertinggi.

a. Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah oil palm frond fiber yang berasal dari perkebunan sawit Kota Kutai Kartanegara wilayah Kalimantan Timur , NaOH dengan konsentrasi 5%, 10%, 15% diperoleh dari Rofa Laboratorium Bandung, dan resin epoxy merk Eposchon diperoleh dari PT. Justus Kimia Raya, Jakarta.

b. Perawatan Serat

OPFF diberi perlakuan dengan Natrium hidroksida (NaOH), dengan berbagai konsentrasi 5%, 10%, 15%. Perawatan dilakukan pada suhu kamar selama 2 jam, setelah itu serat dibilas dengan akuades untuk menghilangkan sisa NaOH, lalu dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C selama 2 jam.

c. Pengujian

Density test ditentukan dengan prinsip Archimedes yaitu dengan menyiapkan serat yang telah diberi perlakuan NaOH 5%, 10%, 15% dan tanpa perlakuan lalu mengeringkan serat dalam oven dengan suhu 50°C dalam waktu 2 jam. Serat digulung dan diikat kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik kecermatan 10⁻⁴g. Serat dimasukkan dalam gelas ukur yang berisi methanol dengan p = 790 kg/m³ (Myers, 2007). Volume serat dihitung dengan perubahan volume methanol sesudah dimasukkan serat. Uji densitas *natural fiber* dilakukan dengan metode perendaman dalam media cair menggunakan Micromeritics Instrument Corp. USA dan methanol ditimbang menggunakan neraca analitik. Awalnya, piknometer ditimbang kemudian ditambahkan cairan metanol dan diikuti dengan *natural fiber* yang telah disiapkan. Setelah itu dilakukan penimbangan. Perhitungan densitas *natural fiber* menggunakan Persamaan (1-2) sebagai berikut (Indran S, 2015) :

$$\rho_{NF} = \frac{(M_2 - M_1)}{(M_3 - M_1) - (M_4 - M_1)} \times \rho_M \dots\dots\dots (1-2)$$

dengan:

ρ_{NF} = Kerapatan *natural fiber* (g/cm³)

ρ_M = Metanol (0,791 g/cm³)

M_1 = Piknometer berat kosong (g)

M_2 = Berat piknometer dengan NF (g)

M_3 = Berat piknometer terisi dengan metanol (g)

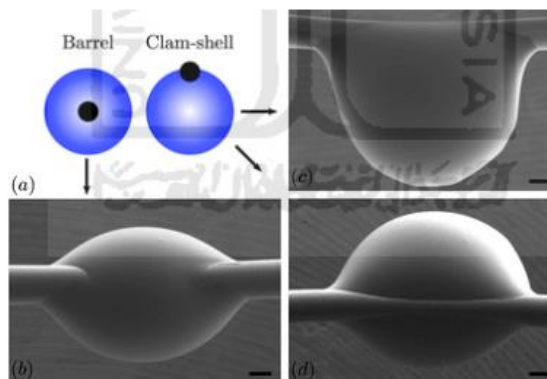
M_4 = Berat piknometer yang diisi dengan metanol dan serat (g)

Sumber : Gapsari et al (2021)



Gambar 1. Pengujian *Wettability* Pada Serat OPFF

Selain pengujian *density test* pada serat, pada penelitian ini juga dilakukan pengujian *wettability test* yang ditunjukkan pada Gambar 1 pengujian *wettability* antara resin epoxy dan OPFF diberi perlakuan NaOH 5%, 10%,15% dan tanpa perlakuan. Serat diletakkan diatas jig (pemegang) ditetaskan resin sebanyak 3 tetes dengan orientasi serat membujur dengan panjang serat 10 cm seperti yang ditunjukkan pada gambar. Hasil dari pengamatan dan pengukuran droplet dari masing-masing variasi menggunakan mikroskop digital dan program ImageJ untuk melakukan pengukuran sudut kontak antara droplet resin epoxy dan OPFF. Morfologi dari droplet dibedakan menjadi dua bentuk atau jenis yaitu Barrel (serat terbasahi sempurna atau serat ditengah droplet) dan Clam-shell (serat tidak terbasahi sempurna atau hanya satu bagian saja yang terbasahi droplet)(Yudhanto Ferriawan dkk, 2016). Haloi, (2014) mengilustrasikan ikatan matriks pada serat seperti liquid drop yang menempel pada sebuah geometri silinder padat dengan menggunakan pemodelan FEM dan mengilustrasikan hasil mampu basah yang rendah dalam bentuk geometri clamshell dan mampu basah yang baik antara dua permukaan dalam bentuk geometri barrel. Bentuk ilustrasi ini dapat dilihat pada *Gambar 2*



Gambar 2. Ilustrasi droplet membasahi serat (Barrel dan Clam-Shell)

Sumber: Barrel dan Clam-Shell.

Seminar Nasional LPPM UMMAT

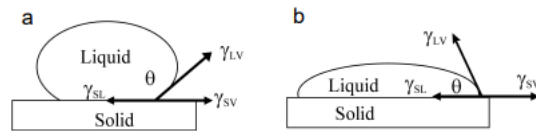
Universitas Muhammadiyah Mataram

Mataram, 05 April 2023

ISSN 2964-6871 | Volume 2 April 2023

pp. 908-916

Eral et al, (2011) menunjukkan mampu basah yang rendah dimana matrik cair dalam bentuk droplet yang ditetaskan menghasilkan sudut (θ) lebih besar dengan volume yang kecil sedangkan mampu basah yang tinggi yang membentuk sudut (θ) yang kecil dengan volume yang besar seperti yang dijelaskan pada Gambar 3 Droplet cair pada permukaan padat dengan sudut kontak θ .



Gambar 3. Droplet cair pada permukaan padat dengan sudut kontak θ

Sedangkan spesifikasi matriks polymer yang digunakan resin epoxy sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1 Resin epoxy dan Tabel 2 Hardener.

Tabel 1. Spesifikasi Resin Epoksi (*Eposchon*)

Sifat Mekanik	Besaran	Satuan
Viskositas (at 25°C)	16000 – 20000	Mpa.s
<i>Epoksi equivalent</i>	184 – 204	g/equiv
<i>Hydrolyzable chlorine content</i>	<0.05	%
<i>Colour according to the gardner scale</i>	12-15	

Tabel. 2 Spesifikasi *Hardener* Epoksi (*Eposchon*)

Sifat Mekanik	Besaran	Satuan
Kekuatan tarik	410	kgf/cm ²
Kekuatan fleksural	810	kgf/cm ²
Kekuatan tekan	740	Kgf/cm ²

C. HASIL DAN PEMBAHASAN**1. Density Test**Tabel 3. *Density* OPFF Sampel

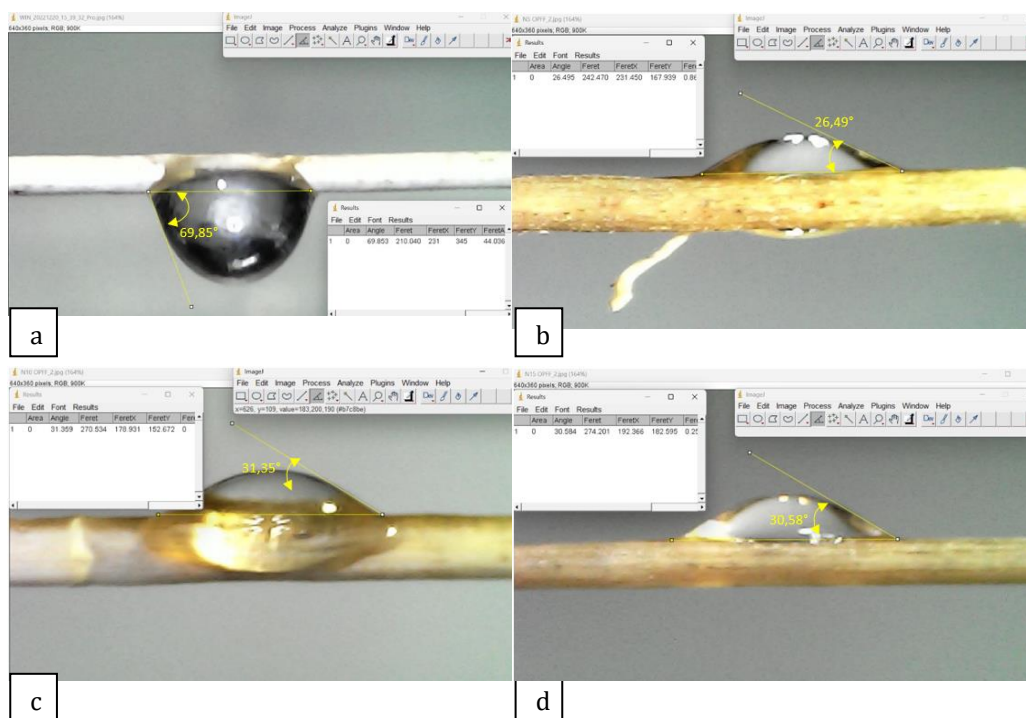
No	Sampel	Density
		(g/cm ³)
1	UOPFF	0,951±0,166
2	N5 OPFF	1,239±0,083
3	N10 OPFF	1,446±0,107
4	N15 OPFF	1,537±0,045

Dari hasil pengujian densitas OPFF meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH. Dapat dilihat dari Tabel 3 *Density* OPFF sampel Untreated OPFF (UOPFF) memiliki massa jenis 0,951±0,166 g/cm³ sedangkan sampel serat N5OPFF, N10OPFF, N15OPFF menjadi 1,239±0,083 g/cm³, 0,446±0,107 g/cm³ dan 1,537±0,045 g/cm³ masing-masing. Peningkatan kerapatan OPFF kemungkinan besar disebabkan oleh peningkatan selulosa. Ini menyebabkan pembubaran lilin, lignin, dan komponen hemiselulosa. Dengan demikian, komponen terlarut (lilin, lignin, dan hemiselulosa) memiliki berat molekul yang lebih rendah daripada selulosa. Kepadatan OPFF lebih rendah dibandingkan dengan serat alami lainnya seperti Rami(1, 3 g/cm³) (Alves C et al, 2010). Namun, kerapatannya lebih tinggi dari serat kulit jagung (0,61 g/cm³) (Herlina Sari et al, 2018).

2. Wettability TestTabel 4. Sudut Kontak (θ) sampel OPFF

No	Sampel	Sudut Kontak (θ)
1	UOPFF	69,85°
2	N5 OPFF	26,49°
3	N10 OPFF	31,36°
4	N15 OPFF	30,58°

Hasil penelitian ini didapatkan bahwa hasil foto droplet OPFF menunjukkan bentuk barrel dan clam-shell. Bentuk barrel ditemukan pada OPFF dengan perendaman alkali dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, sedangkan bentuk clam-shell ditemukan pada OPFF tanpa perlakuan (untreated). Bentuk clam-shell tampak seperti droplet yang akan jatuh karena OPFF memiliki tegangan permukaan yang rendah. Pada serat tanpa perlakuan (untreated) disebabkan adanya lapisan wax (lignin, pektin, dan hemiselulosa) yang menempel pada serat sehingga menyebabkan tidak dapat berikatan dengan baik (poor adhesion bonding) antara serat dengan matriks resin epoxy. Sedangkan pada OPFF dengan perlakuan alkali dengan konsentrasi 5%, 10%, 15% disebabkan diameter serat yang mengecil karena pori-porinya mengecil dan lapisan meningkatnya kandungan selulosa dalam serat.



Gambar 4. Gambar Hasil Pengukuran sudut kontak θ sampel (a)OPFF, (b) N5OPFF, (c) N10OPFF, (d) N15OPFF

Dari pengujian yang dilakukan sudut kontak yang terbentuk di permukaan (a) OPFF tanpa perlakuan sebesar $69,85^\circ$ didapatkan bentuk clam-shell dengan tingkat *wettability* yang cenderung mendekati rendah, sedangkan sudut kontak yang terbentuk di permukaan (b) N5OPFF sebesar $26,49^\circ$, sudut kontak yang terbentuk di permukaan (c) N10OPFF sebesar $31,35^\circ$ dan sudut kontak yang terbentuk di permukaan (d) N15OPFF sebesar $30,58^\circ$ didapatkan bentuk barrel dengan tingkat *wettability* yang cenderung lebih tinggi. Bahwa permukaan serat yang memiliki sudut kontak serat dan matrik kurang dari 90° dikelompokkan mampu basah, sudut kontak lebih dari 90° dikelompokkan tidak mampu basah.

D. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengaruh perlakuan kimia NaOH terhadap OPFF telah dianalisis dengan pengujian *density test* dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi densitas OPFF maka semakin meningkatkan interlocking antara serat. Telah dijelaskan bahwa densitas meningkat dari UOPFF, N5OPFF, N10OPFF, N15OPFF. Berdasarkan perbandingan, OPFF berpotensi mensubstitusi serat lainnya. Tentunya dengan mempertimbangkan sifat termal, mekanik, dan kimianya. Untuk *wettability test* dalam penelitian ini. Perlakuan kimia menyebabkan perubahan warna OPFF dari putih kekuningan menjadi putih kecoklatan setelah perlakuan alkali. Hasil pengamatan pada OPFF menunjukkan adanya sudut kontak terkecil didapatkan pada konsentrasi 5% yaitu $26,49^\circ$ serat pada perlakuan kimia NaOH dengan konsentasi NaOH 5% memungkinkan serat dapat menjadi *reinforcement* pada komposit dengan adhesi antarmuka yang meningkat. Untuk penelitian lebih lanjut akan menguji kelayakan penggunaan serat OPFF sebagai bahan penguat dalam komposit yang lebih kompetitif.

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi pada Program Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) Pendanaan Penelitian Tesis Tahun 2023. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang membantu dan mendukung terlaksananya penelitian ini.

REREFERENSI

- Alves C, Ferrao PMC, Silva AJ, Reis LG, Freitas M, Rodrigues LB, et al. (2010). Ecodesign of automotive components making use of natural jute fiber composites. *J Clean Prod.*
- Eral Huseyin B., Ruitter de J, Ruitter de R, JungMin Oh, Semprebon C, Brinkmann M, Mugele F. (2011). Drops on functional fibers: from barrels to clamshells and back. The Royal Society of Chemistry.
- Gapsari Femiana, dkk. (2021). Characterization of Timoho Fiber as a reinforcement in green composite. *Journal of Materials Research and Technology.* Vol 13. 1305-1315.

- Haloi P, Baruah R, M.Siddique N, Sarma D, Bharti A. (2014). Stability and Surface Free Energy Analysis of a Liquid Drop on a Horizontal Cylindrical Wire Using FEM Simulation. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, eISSN: 2319-1163, Vol.3, Issue 3.
- Herlina Sari N, Wardana ING, Irawan YS, Siswanto E. (2018). Karakterisasi sifat kimia, fisika, dan mekanik serat selulosa alami yang diolah NaOH dari kulit jagung. *Serat J Nat*.
- Indran S, Raj RE. (2015) Characterization of new natural cellulosic fiber from *Cissus quadrangularis* stem. *Carbohydr Polym*.
- Mylsamy B, Palaniappan SK, Pavayee Subramani S, Pal SK, Aruchamy K. (2019). Impact of nanoclay on mechanical and structural properties of treated *Coccinia indica* fibre reinforced epoxy composites. *J Mater Res Technol*.
- Mylsamy B, Chinnasamy V, Palaniappan SK, Subramani SP, Gopalsamy C. (2020) Effect of surface treatment on the tribological properties of *Coccinia Indica* cellulosic fiber reinforced polymer composites. *J Mater Res Technol*.9.
- Parre A, Karthikeyan B, Balaji A, Udhayasankar R. (2020). Investigasi sifat kimia, termal dan morfologi serat pisang yang tidak diberi perlakuan dan NaOH. *Mater Today Proc*
- Vijay R, Vinod A, Lenin Singaravelu D, Sanjay MR, Siengchin S. (2021). Characterization of chemical treated and untreated natural fibers from *Pennisetum orientale* grass- A potential reinforcement for lightweight polymeric applications. *Int J Light Mater Manuf*.
- Yudhanto Ferriawan, Wisnujati Andika, Kusmono. (2016). Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik dan Wettability Serat Alam Agave Sisalana Perrine. *Prosiding Seminar Nasional XI Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta, Yogyakarta*.