

Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Tarik Komposit Epoxy Berpenguat Serat *Bagasse*

Enggar Dyah Nailufah Haryanti^{1*}, Budianto², Widya Emilia Primaningtyas³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia ^{1*,2,3}
E-mail: enggrd24@gmail.com^{1*}

Abstract – Sugarcane is a plant that is used as the main ingredient for making sugar. On the other hand, the utilization of bagasse is not optimal, where on average, bagasse is only used as fuel for the production process and for power generation. Bagasse fiber can be processed for the manufacture of composites. The benefits of bagasse fiber as a composite are quite good mechanical properties, non-corrosive, easy to obtain and environmentally friendly. In addition, when compared to synthetic fibers, composites with natural fibers are lighter. Synthetic fiber also has some drawbacks, namely it can cause skin irritation and injure the lungs during the production process. This time, a research was conducted on the effect of alkaline treatment on bagasse fiber. The variation of NaOH concentration is 0% and 3% for 1 hour. The composite was made using 5 mm short fibers arranged randomly and Chopp Matt fibers with a composition of 35%:65%. The composite with the highest tensile strength was obtained at the delignification process variation of 3% NaOH concentration with a tensile strength of 38.25±5.79 MPa. Then the lowest tensile strength occurred at 0% NaOH concentration variation with a tensile strength of 18.74±3.02 MPa.

Keyword: Bagasse Fiber, Fiber Length, NaOH Concentration, Tensile Strength

Nomenclature

ρ	massa jenis [gram/cm ³]
m	massa [gram]
V	volume [cm ³]
V_c	volume cetakan [cm ³]
ρ_s	massa jenis serat [gram/cm ³]

1. PENDAHULUAN

Menurut Kemendagri (2019), Indonesia terkenal sebagai negara kepulauan terbesar di dunia yang memiliki puluhan ribu pulau di dalamnya, dimana terdapat 17.491 pulau hasil validasi dan verifikasi hingga Desember 2019. Banyaknya pulau di Indonesia menjadikan industri perkapalan menjadi sektor yang strategis bagi perekonomian nasional. Hal ini menjadikan industri perkapalan mencoba untuk meningkatkan mutu dan kualitas pada produksi kapal. Salah satunya dengan pemilihan material dasar dalam penyusunan sebuah kapal yang memiliki kekuatan fisik, daya tahan serta kualitas yang semakin baik. Material yang umum digunakan yaitu kayu atau bambu, besi atau baja, FRP, dan sebagainya.

FRP (*Fiber-reinforced plastic*) adalah komposit dengan pengikat berupa penguat serat. Kapal *fiberglass* sendiri merupakan kapal yang konstruksinya lebih ringan dibandingkan kapal lainnya. Kelebihan lain dari pemanfaatan *fiberglass* ini adalah proses pemeliharaan dan reparasi yang mudah, dan memiliki umur pakai yang lama karena tidak berkarat dan tidak mudah mengalami pelapukan.

Namun *fiberglass* yang terbuat dari serat

sintetis dapat menyebabkan rasa gatal dan iritasi saat terkena pada kulit. *Fiberglass* ringan dan tipis, sehingga mudah terhirup dan masuk ke dalam dinding paru-paru. Jika terhirup terus-menerus akan berakibat buruk bagi kesehatan, salah satunya adalah Asbestosis. Selain itu kontak langsung dengan bahan *fiberglass* dapat menyebabkan gatal pada kulit, mata, hidung dan tenggorokan ^[1].

Permasalahan di atas dapat diatasi dengan mengembangkan bahan *fiberglass* dengan serat alami yang ramah lingkungan, mudah diperbaharui dan mudah didapat, salah satunya adalah serat ampas tebu. Serat ampas tebu mempunyai sifat mekanik yang cukup baik, tidak korosif, *low density*, harga yang relatif murah dan lebih ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian di atas, penulis ingin mengetahui pengaruh konsentrasi delignifikasi serat terhadap sifat meknik komposit berpenguat serat *Bagasse*.

2. METODOLOGI

2.1 Komposit

Komposit adalah suatu material yang tersusun dari dua atau lebih bahan utama dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya guna memperoleh sifat mekanis (*mechanical properties*) yang lebih baik. Dua bagian penting dalam penyusunan komposit adalah *Reinforcement* (Serat) dan *Matrix* (Resin). Keduanya memiliki fungsi yang berbeda, serat berperan menahan sebagian besar gaya-gaya yang bekerja pada bahan komposit, sedangkan

matriks berfungsi untuk mengikat fiber dan menjaganya agar dapat bekerja dengan baik dan tidak berubah posisi. Kedua bahan yang berbeda sifat ini digabungkan untuk mendapatkan satu bahan baru (komposit) yang mempunyai sifat yang berbeda dari sifat partikel penyusunnya [2].

2.2 Alkalisasi dengan NaOH

Alkalisasi merupakan proses modifikasi permukaan serat dengan cara merendam serat ke dalam basa alkali. Tujuan dari proses alkalisasi adalah mengurangi komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan untuk penyusunan komposit, yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan pengurangan komponen lignin dan hemiselulosa, akan menghasilkan struktur permukaan serat yang lebih baik dan lebih mudah dibasahi oleh resin, sehingga menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik [3].

2.3 Fourier Transform InfraRed (FTIR)

Fourier Transform InfraRed merupakan alat yang digunakan untuk mengidentifikasi senyawa pada sampel dengan mendeteksi gugus fungsi^[4]. Instrumen FTIR menggunakan sinar Infra Merah yang berinteraksi dengan molekul senyawa organik yang akan menghasilkan suatu fibrasi molekul.

2.4 Uji Tarik

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan terhadap suatu bahan untuk mengetahui keuletan dan ketangguhan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya atau tegangan tarik kepada material.

2.5 ANOVA

Analysis of Variance atau biasa disebut ANOVA merupakan analisis multivariate yang berfungsi untuk membedakan nilai rata-rata dari dua kelompok data atau lebih. ANOVA dilakukan dengan cara membandingkan variasinya yang digunakan untuk pengujian komparatif dengan melakukan perbandingan pada kelompok sampel independen untuk menguji variabel terikat. Analisis ini pada umumnya digunakan pada penelitian *survey* dan eksperimen^[5].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Massa Jenis Serat *Bagasse* (p)

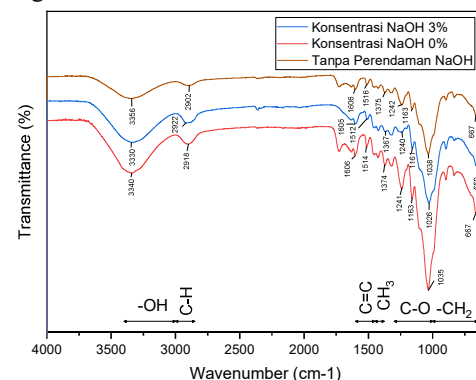
Serat ampas tebu (*Bagasse*) mengalami proses delignifikasi menggunakan NaOH dengan variasi konsentrasi NaOH sebanyak 0% dan 3% selama 60 menit. Proses delignifikasi dapat dilakukan pendekatan melalui perhitungan massa jenis (p) dengan menggunakan metode piknometer dan diperkuat dengan uji FTIR. Proses perhitungan massa jenis menggunakan

metode piknometer dengan sampel serat *Bagasse* yang digunakan berupa serbuk.

Tabel 3.1: Massa Jenis Serat *Bagasse*

No	Proses Delignifikasi	Massa Jenis (gr/mL)
1	Tanpa Proses Delignifikasi	1,01
2	Tanpa Penambahan NaOH	0,97
3	NaOH 3 %	0,76

Dari hasil perhitungan massa jenis (p) serat *Bagasse* didapatkan hasil massa jenis serat *Bagasse* pada perendaman tanpa penambahan NaOH sebesar 0,97 gram/mL dan 0,76 gram/mL pada perendaman NaOH 3%, serta 1,01 gram/mL untuk massa jenis *Bagasse* tanpa proses delignifikasi.



Gambar 3.1 Grafik Perbandingan Hasil FTIR Sebelum dan Setelah Delignifikasi

Tabel 3: Puncak Wavenumber Grafik Hasil FTIR

Ikatan Kimia	Interval Serapan (cm ⁻¹)	Sebelum Delignifikasi (cm ⁻¹)	Konsentrasi NaOH 0% (cm ⁻¹)	Konsentrasi NaOH 3% (cm ⁻¹)
-CH ₂	650 – 1000	667	667	660
C-O	1000 – 1300	1038	1035	1026
		1163	1163	1161
		1242	1241	1240
-CH ₃	1375 – 1450	1375	1374	1320
C=C	1450 – 1600	1516	1514	1512
		1606	1606	1605
C-H	2850 – 3000	2902	2918	2922
-OH	3300 – 3400	3356	3340	3330

Pada grafik hasil pengujian FTIR menunjukkan bahwagugus fungsi C=C yang menunjukkan adanya lignin berkurang seiring banyaknya konsentrasi NaOH yang ditambahkan selama proses delignifikasi.

3.2 Perhitungan Kebutuhan Serat dan Resin

Perhitungan fraksi volume dilakukan untuk mendapatkan massa serat dan resin yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

Diketahui :

Panjang cetakan (p) = 25 cm
 Lebar cetakan (b) = 2,5 cm
 Tebal cetakan (t) = 0,25 cm

Massa jenis serat NaOH 0% (ρ_{s1}) = 0,97 gr/cm³
 Massa jenis serat NaOH 3% (ρ_{s2}) = 0,76 gr/cm³
 Massa jenis resin (ρ_r) = 1,17 gr/cm³

Berikut merupakan perhitungan kebutuhan serat dan resin dengan konsentrasi NaOH sebanyak 0% untuk pembuatan komposit.

$$\begin{aligned} \text{Volume cetakan } (V_c) &= p \times b \times t \\ &= 25 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm} \times 0,25 \text{ cm} \\ &= 15,63 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa serat} &= \frac{35}{100} \times \rho_s \times V_c \\ &= \frac{35}{100} \times 0,97 \text{ gr/cm}^3 \times 15,63 \text{ cm}^3 \\ &= 5,31 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa matriks} &= \frac{65}{100} \times \rho_r \times V_c \\ &= \frac{65}{100} \times 1,17 \text{ gr/cm}^3 \times 10,16 \text{ cm}^3 \\ &= 11,88 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa resin} &= \frac{3}{4} \times \text{Massa matriks} \\ &= \frac{3}{4} \times 11,88 \text{ gr} \\ &= 8,91 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa katalis} &= \frac{1}{4} \times \text{Massa matriks} \\ &= \frac{1}{4} \times 11,88 \text{ gr} \\ &= 2,97 \text{ gr} \end{aligned}$$

Perhitungan kebutuhan massa serat, resin dan katalis untuk seluruh variasi konsentrasi NaOH dapat dilihat pada tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3: Tabel Kebutuhan Serat, Resin dan Katalis

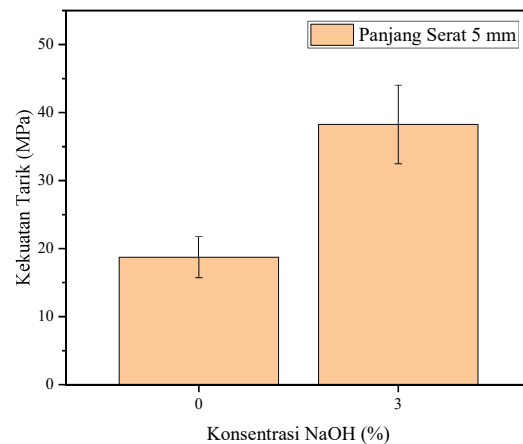
No	Konsentrasi delignifikasi NaOH (1 jam)	Massa Serat (gram)	Massa Resin (gram)	Massa Katalis (gram)
1	0 %	5,31	8,91	2,97
2	3 %	4,17	8,91	2,97

3.3 Data Hasil Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan pada 6 *specimen* dengan 1 (satu) variabel bebas. Variabel panjang serat dengan variasi panjang serat 5 mm, 10 mm dan 20 mm dan variasi delignifikasi dengan konsentrasi NaOH 0% dan 3%. Pengujian tarik dilakukan dengan 3 kali pengulangan.

Tabel 3.4: Kekuatan Tarik

No	Variasi Konsentrasi NaOH (%)	Kekuatan Tarik (MPa)	
		Repetisi	Rata-Rata
1	0	21,64	18,74 ± 3,02
		18,96	
		15,62	
2	3	43,33	38,25 ± 5,79
		39,49	
		31,94	



Gambar 3.2 Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik Konsentrasi NaOH 0% dan 3%

Berdasarkan Tabel 4.4 serat *Bagasse* dengan delignifikasi NaOH 0% didapatkan komposit dengan kekuatan tarik rata-rata 18,74 MPa dengan nilai standar deviasi kurang lebih 3,02. Didapatkan rata-rata kekuatan tarik sebesar 38,25 MPa pada konsentrasi NaOH 3% dengan nilai standar deviasi kurang lebih 5,79.

Saat dilakukan pengujian tarik pada masing-masing spesimen terdapat perbedaan nilai kekuatan tarik pada tiap repetisi, hal ini terjadi dikarenakan adanya faktor eksternal dalam proses pembuatan komposit seperti temperature ruangan saat proses fabrikasi dan kecepatan pencampuran resin dan katalis.

Pada variasi ini, kekuatan tarik terbesar terdapat pada variasi perendaman NaOH 3%. Hal tersebut terjadi dikarenakan serat *Bagasse* yang mengalami proses delignifikasi dengan penambahan NaOH mengalami pengurangan lignin yang meningkatkan kemampuan perekatan permukaan serat dengan matriks. Sehingga serat *Bagasse* yang mengalami proses delignifikasi dengan NaOH 3% memiliki kekuatan tarik yang lebih besar.

3.4 Uji Statistika

Pada penelitian ini digunakan ANOVA jenis dua arah karena terdapat dua variabel bebas yang mempengaruhi pada penelitian ini. Dilakukan Uji Normalitas dan Uji Homogenitas terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian ANOVA untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal dan bersifat homogen.

a. Uji Normalitas

Pengujian normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal.

Hipotesis awal

- H₀ : Sampel berasal dari populasi berdistribusi normal
- H₁ : sampel berasal dari populasi berdistribusi tidak normal

Tabel 3.5: P-value Hasil Uji Normalitas

Konsentrasi NaOH (%)	Hasil Uji Normalitas
0	0,150
3	0,150

Hasil P-value setelah melakukan uji normalitas menggunakan nilai signifikan atau α sebesar 0,05 ditunjukkan pada tabel 3.5. P-value yang ditunjukkan pada Tabel di atas memiliki nilai lebih besar dari pada nilai α sehingga H0 diterima. Maka dapat dikatakan bahwa sampel berasal dari populasi berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan pada seluruh variasi untuk mengetahui apakah variasi pada penelitian ini bersifat homogen.

Hipotesis awal

- H0: Variasi pada tiap kelompok bersifat homogen
- H1: Variasi pada tiap kelompok bersifat tidak homogen

Setelah dilakukan uji homogenitas menggunakan *software* Minitab-19 dengan nilai signifikan atau α sebesar 0,05. Dihasilkan P-value dengan metode Levene sebesar 0,534. P-value lebih besar dari nilai α sehingga H0 diterima. Sehingga variasi pada tiap kelompok bersifat homogen

c. ANOVA

Setelah mengetahui bahwa residual berdistribusi normal dan variasinya bersifat homogen maka dapat dilakukan pengujian ANOVA.

Hipotesis variabel panjang serat

- H0: Variasi panjang serat tidak mempengaruhi hasil pengujian tarik
- H1: Variasi panjang serat mempengaruhi hasil pengujian tarik

Hopotesis variabel konsentrasi NaOH

- H0: Variasi konsentrasi NaOH tidak mempengaruhi hasil pengujian tarik
- H1: Variasi konsentrasi NaOH mempengaruhi hasil pengujian tarik.

Tabel 3.6: Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Konsentrasi NaOH	1	774,9	774,87	30,01	0,000
Error	14	361,5	25,82		
Lack-of-Fit	2	111,8	55,89	2,69	0,109
Pure Error	12	249,7	20,81		
Total	17	1398,3			

P-value yang dihasilkan variabel konsentrasi NaOH sebesar 0.000 yang berarti nilai tersebut lebih kecil dari nilai α . Selain itu nilai F-value sebesar 30,01 lebih besar dari nilai F-tabel yaitu 4,60. Sehingga hasilnya adalah tolak H0. Jika H0 ditolak maka H1 diterima,

sehingga variabel konsentrasi NaOH memiliki pengaruh terhadap hasil pengujian tarik.

3.5 Natural Fiber Reinforce Boat



Gambar 3.4 Mold dan Hasil Cetakan Prototype Boat

Pembuatan *Natural Reinforce Fiber Boat* menggunakan serat ampas tebu dengan proses delignifikasi NaOH 3% dengan panjang serat 5 mm dikarenakan pada variasi tersebut didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi. Tujuan dilakukannya pembuatan *Natural Reinforce Fiber Boat* ini adalah untuk mengetahui apakah komposit berpenguat serat *Bagasse* ini dapat diaplikasikan dan apakah ada kendala saat proses fabrikasi.



Gambar 3.5 Prototype Boat di Atas Air

4. KESIMPULAN

Konsentrasi NaOH berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat *Bagasse*. Konsentrasi NaOH sebesar 3% memiliki kekuatan tarik tertinggi dengan rata-rata kekuatan tarik sebesar $38,25 \pm 5,79$ MPa.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada orang tua penulis, dosen pembimbing, teknisi lab fisika UNEJ, dan teman-teman yang telah membantu penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir.

6. PUSTAKA

- [1] Achille, S., Sismonetta, G. & Massimo, F., 1992. *Fiberglass Dermatitis Clinics in Dermatology*. April - June, 10(2), pp. 167-174.

- [2] Gibson, F., 1994. *Principle of Composite Material Mechanis*. New York, **International Edition McGraw-Hill Inc.**
- [3] Maryanti, B., Sonief, A. & Wahyudi, S., 2011. *Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester terhadap Kekuatan Tarik*. **Jurnal Rekayasa Mesin**, Universitas Brawijaya Malang, Volume 2 No.2, pp. 123-129.
- [4] Sari, N. W. et al. (2011) 'ANALISIS FITOKIMIA DAN GUGUS FUNGSI DARI EKSTRAK ETANOL PISANG Pendahuluan Metodologi Penelitian Waktu dan Tempat Penelitian Alat dan Bahan Persiapan Sampel Ekstraksi Pemeriksaan Alkaloid Pemeriksaan Flavonoid', (L).
- [5] Soviawato, S., Arifin, M. and Naulita, I. (2014) 'ANOVA_Makalah_Statistik_ANOVA'.