

KARAKTERISASI SERAT ABACA SEBAGAI ALTERNATIF MATERIAL PENGUAT KOMPOSIT RAMAH LINGKUNGAN

Dedi Setiawan

Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Nurtanio, Jl. Pajajaran No. 219, Bandung

Pusat Penelitian Fakultas Teknik, Jl. Pajajaran No. 219, Bandung

e-mail: dsmt.61@gmail.com

Abstrak - Penelitian ini meneliti tentang karakterisasi serat abaca sebagai alternatif material penguat komposit yang ramah lingkungan. Fokus penelitian mengarah pada pengujian sifat-sifat serat abaca tanpa perlakuan (*untreated*) dan yang diberi perlakuan (*treated*) menggunakan alkali (NaOH). Penelitian menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa Bandung dan Balai Besar Tekstil Bandung. Hasil penelitian menemukan bahwa pemberian perlakuan alkali (*alkali treatment*) terhadap serat abaca dapat: (1) meningkatkan regangan (*strain*) sebesar 50,89%, (2) meningkatkan kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 26,52%, dan (3) menurunkan modulus elastisitas (*modulus of elasticity*) sebesar 6,11%. Implikasi dari hasil penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mendesain dan melakukan rekayasa material komposit polimer yang diperkuat serat abaca agar dihasilkan komposit yang ramah lingkungan.

Kata kunci: *serat abaca, alkali, regangan, kekuatan tarik, modulus elastisitas.*

Abstract - This study examines the characterization of abaca fiber as an alternative composite reinforcement material that is environmental friendly. The study focuses on testing the properties of abaca fibers untreated and treated using alkali (NaOH). The research used experimental methods conducted in the laboratory of Research Institute and Industrial Development of Cellulose Bandung and Bandung Textile Center.

The results of this study found that alkali treatment to abaca fiber can: (1) increase strain of 50.89%, (2) increase tensile strength by 26.52%, and (3) lowered the modulus of elasticity by 6.11%. The implications of this study are that further research is needed to design and fabricate the abaca fiber reinforced polymer composite materials in order to produce environmental friendly composites.

Keywords: *abaca fiber, alkali, strain, tensile strength, modulus of elasticity.*

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini, komposit polimer yang diperkuat serat alam (*natural fiber*) semakin banyak digunakan. Selain memiliki sifat mekanik yang sangat baik dengan masa jenis rendah dan berharga murah, komposit ini memiliki keunggulan ramah lingkungan. Komposit polimer yang diperkuat serat alam memiliki sifat terbiodegradasi (*biodegradability*), mudah didaurulang atau dapat rusak bila dibakar setelah tidak digunakan tanpa meninggalkan emisi gas berbahaya atau materi sisa [1] atau dapat dinyatakan bahwa komposit polimer yang diperkuat serat alam merupakan komposit yang ramah lingkungan.

Serat alam memiliki berbagai keunggulan seperti dinyatakan Lightsey (1983), yaitu kuat, ringan, tersedia melimpah, tidak mudah tergores, tidak berbahaya, murah, dan sangat baik digunakan untuk material penguat plastik [2]. Dalam penelitian yang sama, ditemukan pula bahwa serat alam memiliki kekuatan dan kekakuan spesifik yang cukup tinggi dan dapat digunakan sebagai material penguat dengan matriks resin polimer untuk membuat komposit struktur yang bermanfaat.

Berbagai jenis serat alam banyak digunakan untuk material penguat komposit, yaitu: *jute, flax, kenaf, ramie*, dan daun

nenas (*pineapple-leaf*). Serat abaca (*Musa textillis*) merupakan jenis lain serat alam yang dapat digunakan untuk material penguat komposit. Serat ini banyak digunakan untuk material yang memerlukan persyaratan kekuatan, daya tahan, dan kelenturan, seperti: tali kapal, pembungkus kabel bawah laut, tali atau kabel kerek (*lift*) dan transmisi daya, kabel pengeboran, dan kertas berkualitas tinggi. Keunggulan serat abaca terletak pada kekuatan dan kelenturannya, serta tahan terhadap pengaruh mikroorganisme yang terdapat dalam air laut [3].

Seperti serat-serat alam yang lain, bila digunakan sebagai material penguat komposit, serat abaca perlu diberi perlakuan khusus untuk meningkatkan kemampuan adhesi antarmuka (*interfacial adhesion*) dan ketahanan menyerap uap air sehingga diperoleh sifat mekanik komposit yang baik. Biasanya medium perlakuan yang digunakan berupa larutan kimia tertentu yang cocok (*suitable*) sehingga sifat pro-air (*hydrophilic*) serat alam dapat dikurangi dan kompatibilitas serat dengan matriks yang bersifat anti-air (*hydrophobic*) dapat ditingkatkan.

Salah satu larutan kimia yang banyak digunakan untuk perlakuan serat alam adalah alkali (NaOH). Untuk mengetahui karakteristik serat abaca baik tanpa perlakuan (*untreated*) maupun yang diberi perlakuan (*treated*) dengan alkali, maka dilaksanakan penelitian ini.

II. KERANGKA TEORI

Teori yang dipilih sebagai '*state of the art*' dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

2.1 Pengertian dan karakterisasi material komposit

Komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih fase yang diproses secara terpisah dan kemudian diikat secara bersama-sama untuk menghasilkan sifat-sifat superior dari material-material pembentuknya [4]. Istilah fase (*phase*) merujuk pada masa material yang homogen, yakni agregasi butir-butir struktur satuan sel yang identik dalam suatu logam padat. Struktur umum dari komposit terdiri atas partikel atau serat sebagai satu fase yang dicampur dalam suatu fase kedua yang disebut matriks. Komposit dapat ditemukan di alam (misalnya: kayu), dan dapat diproduksi secara buatan (sintetis). Jenis sintetis ini menjadi lebih menarik, dan termasuk serat kaca (*glass*) dalam matriks polimer, yaitu plastik yang diperkuat serat (*fiber-reinforced plastic*); satu jenis serat polimer dalam matriks sebagai polimer yang kedua, seperti komposit epoxy-Kevlar (*epoxy-Kevlar composite*); dan keramik dalam matriks logam, seperti tungsten karbida (*tungsten carbide*) dalam ikatan cobalt untuk membentuk perkakas potong bersementasi karbida (*cemented carbide cutting tool*). Sifat dari komposit bergantung dari komponen-

komponennya, bentuk fisik komponen, dan cara komponen-komponen tersebut digabungkan untuk membentuk material akhir. Beberapa komposit tergabung dengan kekuatan yang tinggi dan berbobot ringan yang cocok untuk aplikasi seperti komponen pesawat terbang, badan mobil, raket tenis, batang alat pancing, dan bagian dari kapal (*boat hulls*). Komposit lainnya memiliki sifat kuat, keras, dan sifat-sifatnya dapat dipertahankan pada kondisi suhu yang meningkat, seperti perkakas potong bersementasi karbida (*cemented carbide cutting tool*).

Pada prinsipnya, karakterisasi material komposit dapat ditunjukkan oleh dua nilai, yaitu kekakuan (*stiffness*) dan kekuatan (*strength*). Kekakuan komposit didefinisikan sebagai fungsi modulus elastisitas (modulus Young) serat, rasio Poisson serat, fraksi volume serat, modulus elastisitas matriks, rasio Poisson matriks, dan fraksi volume matriks [5]. Secara matematik dapat dinyatakan oleh persamaan:

$$C_{ij} = C_{ij}(E_f, \nu_f, V_f, E_m, \nu_m, V_m) \dots\dots\dots(1)$$

dengan E adalah modulus elastisitas, ν adalah rasio Poisson, V adalah fraksi volume, indeks f dan m masing-masing menyatakan serat (*fiber*) dan matriks (*matrix*). Jones mendefinisikan pula tentang kekuatan komposit sebagai fungsi kekuatan serat, fraksi volume serat, kekuatan matriks, dan fraksi volume matriks. Secara matematik dapat dinyatakan oleh persamaan:

$$X_i = X_i(X_{if}, V_f, X_{im}, V_m) \dots\dots\dots(2)$$

dengan $X_i = X, Y, S$ adalah kekuatan komposit; $X_{if} = X_f, Y_f, S_f$ adalah kekuatan serat; dan $X_{im} = X_m, Y_m, S_m$ adalah kekuatan matriks. Dari persamaan (1) dan (2) dapat dilihat bahwa kekakuan dan kekuatan material komposit ditentukan oleh sifat material pembentuknya, yaitu serat dan matriks.

2.2 Serat sebagai material penguat komposit

Serat dalam material komposit merupakan penguat utama atau medium pembawa beban [5]. Oleh karena itu, serat memiliki sifat kuat dan kaku. Pada umumnya, kualitas serat ditunjukkan oleh indikator serat efektif, yaitu kekakuan serat spesifik dan kekuatan serat spesifik. Kekakuan spesifik adalah rasio kekuatan terhadap masa jenis, dan kekuatan spesifik adalah rasio kekuatan terhadap masa jenis [6]. Dengan demikian, serat yang memiliki masa jenis lebih rendah dengan kekakuan dan kekuatan yang lebih tinggi akan memiliki kekakuan dan kekuatan spesifik yang lebih tinggi.

Serat yang digunakan untuk material penguat komposit dapat diklasifikasikan menjadi serat organik dan serat anorganik. Serat organik merupakan serat alam (*natural fiber*) yang sebagian besar komposisi strukturnya mengandung selulosa (*cellulose*). Bila dibandingkan dengan serat anorganik, serat organik memiliki berbagai

keunggulan, yaitu murah, bermasa jenis rendah, mempunyai kekuatan dan modulus spesifik yang tinggi, dapat diperbarui secara alami (*renewable nature*), dan mudah diproses [7]. Di Negara-negara tropis yang sedang berkembang, serat alam tersedia melimpah dan merupakan sumberdaya alam potensial untuk pengembangan industri material komposit berharga murah. Dengan sifat unggul yang dapat diperbarui secara alami, serat alam memiliki sifat terbiodegradasi (*biodegradability*) sehingga bila digunakan sebagai material penguat komposit tidak menyebabkan kerusakan lingkungan (ekosistem) [8]. Oleh karena itu, penggunaan serat alam untuk material penguat komposit dapat memberikan peluang dihasilkannya komposit ramah lingkungan, yaitu jenis komposit yang dapat didaurulang atau dapat rusak bila dibakar setelah tidak digunakan tanpa meninggalkan emisi gas berbahaya dan materi sisa seperti dikemukakan di atas.

2.3 Serat abaca

Abaca adalah jenis tanaman yang termasuk dalam keluarga Musa (*Musacea family*) merupakan salah satu tanaman yang bermanfaat di dunia [3]. Tanaman ini dapat ditemukan terkait dengan industri makanan (misalnya: buah pisang) dan bahan baku industri (*industrial raw materials*). Istilah lain dari serat abaca adalah *Musa textilis* atau *Manila hemp* yang berasal dari Kepulauan Filipina (*Philippine Islands*). Penduduk asli kepulauan ini menggunakan serat abaca sebagai bahan pembuat tekstil yang penggunaannya terus berkembang untuk berbagai tujuan seperti digunakan sebagai tali pengikat kapal. Selain di Kepulauan Filipina, serat abaca juga diproduksi di tempat lain seperti di Guatemala, Honduras, Panama, dan Costa Rica (*Central America*), serta di Belanda dan Pulau Kalimantan. Proses produksi untuk mengekstraksi serat abaca menggunakan sebuah mesin yang disebut *decorticator*.

Serat abaca merupakan salah satu jenis serat alam yang potensial dikembangkan untuk material penguat komposit, khususnya komposit berharga murah dan ramah lingkungan. Ditinjau dari komposisi kimianya seperti diteliti Muller [9], serat abaca mengandung: *cellulose* = 64,72%, *moisture* = 11,85%, *ash* = 1,02%, *aqueous extract* = 0,97%, *fat and wax* = 0,63%, dan *incrusting and pectic matter* = 21,83%. Sedangkan menurut Turner [9] serat abaca mengandung: *cellulose* = 63,20%, *moisture* = 10%, *aqueous extract* = 1,40%, *fat and wax* = 0,20%, dan *lignin* = 5,10%, *hemi celluloses* = 19,60%, dan *pectin* = 0,50%.

Seperti serat alam yang lain, serat abaca perlu diberi perlakuan sebelum digunakan sebagai material penguat komposit untuk meningkatkan kemampuan adhesi antarmuka (*interfacial adhesion*) dan kemampuan

menyerap uap air. Pada umumnya, *alkali* (NaOH) digunakan sebagai medium perlakuan serat alam. Perlakuan *alkali* (*alkali treatment*) dapat menyebabkan permukaan serat alam menjadi kasar akibat pengikisan lemak yang ada pada permukaan serat [10]. Permukaan serat yang kasar akan memperkuat ikatan mekanik material matriks sehingga dapat meningkatkan adhesi serat-matriks. Selain *alkali*, *silane*, dan *isocyanate* dapat digunakan sebagai medium perlakuan serat alam [11].

III. METODE PENELITIAN

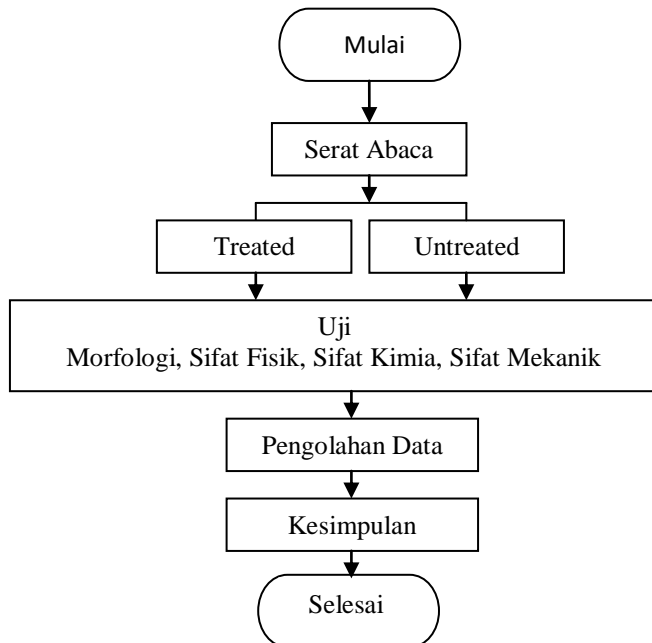
3.1 Metode yang digunakan

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilakukan di laboratorium sehingga penelitian ini terkategori penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang dimaksudkan untuk mengetahui ada tidaknya akibat dari “sesuatu” yang dikenakan pada subjek selidik atau mencoba meneliti ada tidaknya hubungan sebab akibat [12]. Selanjutnya dijelaskan pula cara melakukan eksperimen yakni dengan membandingkan satu atau lebih kelompok eksperimen yang diberi perlakuan dengan satu atau lebih kelompok pembanding yang tidak menerima perlakuan. Dalam penelitian ini, yang dijadikan subjek selidik adalah serat abaca yang diberi perlakuan menggunakan alkali (*treated*) dan tidak diberi perlakuan (*untreated*).

Penelitian ini diawali dengan pengelompokan atau pemisahan serat abaca normal dan serat abaca yang akan diberi perlakuan. Selanjutnya, terhadap serat abaca yang diberi perlakuan dilaksanakan proses pemberian perlakuan menggunakan media alkali (*alkali treatment*). Kemudian, kedua kelompok serat abaca tersebut dilakukan pengujian dengan parameter: (1) morfologi serat, (2) sifat fisik serat, (3) sifat kimia serat, dan (4) sifat mekanik serat. Pengujian morfologi serat dilakukan untuk mengukur panjang serat, diameter serat, diameter lumen, dan tebal dinding serat. Pengujian sifat fisik serat untuk mengukur masa jenis serat. Pengujian sifat kimia serat dilakukan untuk mengukur kandungan lignin dan selulosa yang dikandung dalam serat abaca. Sedangkan, pengujian sifat mekanik serat untuk mengukur kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas serat abaca. Pengujian sifat mekanik serat abaca dilakukan menggunakan *tensile tester* dengan spesifikasi sebagai berikut: STATIMAT ME (32372), Load Cell (34169) = 100 N, Gauge length = 200 mm, Test Speed = 20 mm/mm, Pretension = 0,50 cN/tex.

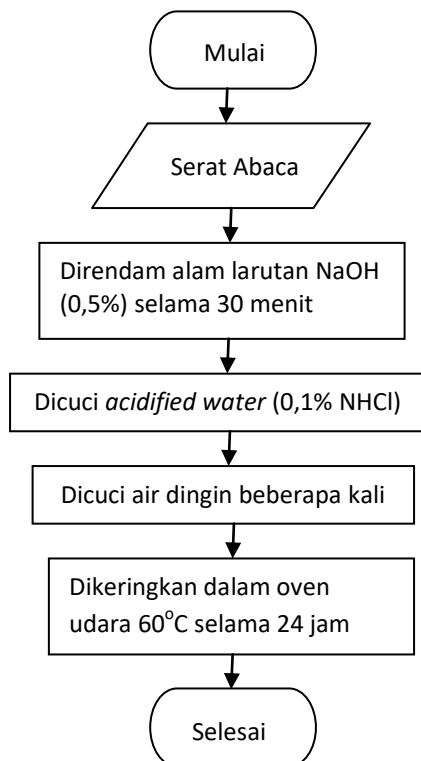
Seluruh data hasil pengujian dicatat dan selanjutnya dilakukan pengolahan atau perhitungan menggunakan software Microsoft Excel. Pada tahap akhir penelitian ini

dirumuskan kesimpulan dari hasil penelitian ini. Bagan alir proses penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian

Proses pemberian perlakuan terhadap serat abaca dalam penelitian ini tertera pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3.2 Bagan alir proses pemberian perlakuan

serat abaca

Berdasarkan gambar 3.2 dapat dijelaskan bahwa proses pemberian perlakuan serat abaca dalam penelitian ini dimulai dengan perendaman serat abaca dalam larutan NaOH (0,5%) selama 30 menit yang dilanjutkan dengan mencuci serat tersebut beberapa kali dengan air dingin. Kemudian dicuci dengan *acidified water* (0,1% NHCl) dan akhirnya dikeringkan dalam oven udara pada suhu 60° C selama 24 jam.

3.2 Sumber data

Data dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium yang terdiri atas:

- 1) Morfologi serat abaca: panjang serat, diameter serat, diameter lumen, dan tebal dinding serat.
- 2) Sifat fisik serat abaca: masa jenis serat abaca.
- 3) Sifat kimia serat abaca: kandungan lignin dan selulosa.
- 4) Sifat mekanik serat abaca: kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas serat abaca.

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari kajian pustaka yang bersumber dari buku teks dan jurnal penelitian yang relevan terutama yang berkaitan dengan material komposit.

3.3 Jumlah sampel

Jumlah sampel dalam penelitian ini ditentukan menggunakan teknik sampel bertujuan (*purposive sampling*), yaitu teknik sampling yang digunakan oleh peneliti jika peneliti mempunyai pertimbangan-pertimbangan di dalam pengambilan sampelnya [12]. Dalam penelitian ini, peneliti menentukan jumlah sampel sebanyak 20-50 sampel atau spesimen material pengujian.

3.4 Teknik pengumpulan data

Karena penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang melakukan pengamatan atau observasi terhadap subjek selidik yakni serat abaca, maka teknik pengumpulan data yang digunakan berupa lembar pengamatan/observasi berbentuk tabel untuk mencatat hasil pengukuran pada saat dilaksanakannya pengujian di laboratorium.

3.5 Metode analisis data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dengan sampel terpisah (*independent sample*). Dalam penelitian ini terdapat dua sampel yang terpisah, yaitu kelompok sampel serat abaca tanpa perlakuan (*untreated*) dan kelompok serat abaca yang diberi perlakuan alkali (*untreated*). Pada akhir eksperimen dilakukan pengujian akibat dari pemberian perlakuan alkali

terhadap kelompok serat abaca yang diberi perlakuan alkali.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil analisis

Hasil analisis pengujian serat abaca yang dilakukan di Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa Bandung diperlihatkan dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Serat Abaca

No	Parameter Pengujian	Satuan	Treatment	
	A. Morfologi Serat		Normal	Alkali
1.	Panjang serat	mm		
	• Maksimum		8,32	8,40
	• Minimum		2,72	2,72
	• Rata-rata		5,35	5,37
2	Diameter serat	μ	6,77	6,68
3	Diameter lumen	μ	2,50	2,70
4	Tebal dinding	μ	2,14	1,99
	B. Sifat Fisik Serat			
5	Masa jenis	g/cm^3	0,225	0,230
	C. Sifat Kimia Serat			
6	Lignin	%	7,41	8,41
7	Selulosa	%	81,07	84,31

Untuk keperluan pengujian sifat mekanik serat abaca yang meliputi: kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas dilakukan pemilihan terhadap serat-serat abaca yang diikutsertakan dalam proses pengujian tersebut. Hasil pengujian sifat mekanik serat abaca diperlihatkan dalam tabel 4.2 dan tabel 4.3.

Tabel 4.2 Hasil pengujian sifat mekanik serat abaca tanpa perlakuan

Nomor Spesimen	Diameter	Luas	Beban	Kekuatan Tarik	Regangan	Modulus Elastisitas
	mm	mm^2	kgf	Gpa	%	Gpa
N2	0.306	0.0737	3.50	0.47	2.33	20.00
N5	0.168	0.0221	3.75	1.67	2.67	62.36
N9	0.153	0.0184	0.75	0.40	0.67	59.62
N10	0.190	0.0282	0.50	0.17	1.33	13.06
N11	0.270	0.0572	3.75	0.64	2.53	25.43
N13	0.233	0.0428	2.75	0.63	2.67	23.63
N14	0.226	0.0401	2.75	0.67	1.20	56.01
N15	0.190	0.0282	1.50	0.52	4.67	11.16
N16	0.263	0.0541	6.75	1.22	3.67	33.34
N17	0.146	0.0167	5.25	3.08	2.67	115.47
N18	0.219	0.0376	2.50	0.65	2.67	24.44
N22	0.160	0.0202	3.75	1.82	2.67	68.16
N23	0.146	0.0167	3.50	2.06	2.00	102.77
N24	0.241	0.0455	1.45	0.31	1.33	23.52
N25	0.212	0.0351	3.40	0.95	2.67	35.57
N28	0.146	0.0167	6.75	3.96	3.33	119.03
N30	0.219	0.0376	4.50	1.17	3.33	35.27
N32	0.248	0.0483	1.75	0.36	2.33	15.26

N34	0.212	0.0351	3.25	0.91	2.33	38.96
N35	0.160	0.0202	4.15	2.01	2.33	86.44
N36	0.131	0.0135	2.75	1.99	2.33	85.57
N39	0.160	0.0202	5.50	2.67	3.00	88.97
N40	0.212	0.0351	2.95	0.82	2.00	41.20
rerata	0.200		3.367	1.27	2.47	51.53
Stdeviasi	0.05		1.66	0.99	0.86	33.74
Min.	0.131		0.500	0.174	0.670	11.161
Maks.	0.306		6.750	3.964	4.670	119.033

Tabel 4.3 Hasil pengujian sifat mekanik serat abaca dengan perlakuan

Nomor Spesimen	Diameter	Luas	Beban	Kekuatan Tarik	Regangan	Modulus Elastisitas
	mm	mm^2	kgf	Gpa	%	Gpa
T4	0.241	0.0455	3.75	0.81	4.00	20.22
T5	0.212	0.0351	4.50	1.26	3.30	38.09
T6	0.168	0.0221	3.75	1.67	3.00	55.50
T13	0.168	0.0221	2.00	0.89	2.70	32.89
T14	0.160	0.0202	4.50	2.18	3.00	72.80
T16	0.212	0.0351	1.50	0.42	3.30	12.70
T17	0.241	0.0455	3.75	0.81	5.00	16.18
T18	0.146	0.0167	3.75	2.20	4.00	55.05
T19	0.212	0.0351	5.25	1.47	4.00	36.66
T20	0.139	0.0151	6.75	4.39	3.00	146.40
T23	0.153	0.0184	3.25	1.73	3.70	46.79
T24	0.219	0.0376	5.25	1.37	3.00	45.67
T25	0.219	0.0376	6.75	1.76	3.30	53.38
T27	0.153	0.0184	6.50	3.46	5.70	60.74
T29	0.153	0.0184	4.25	2.26	4.00	56.59
T30	0.248	0.0483	3.25	0.66	4.70	14.05
T31	0.139	0.0151	4.00	2.60	3.70	70.34
T32	0.190	0.0282	4.50	1.56	4.30	36.36
T33	0.109	0.0094	1.50	1.57	3.00	52.20
T34	0.248	0.0483	3.75	0.76	5.00	15.24
T35	0.124	0.0121	5.25	4.27	3.30	129.31
T37	0.212	0.0351	1.50	0.42	2.30	18.22
T39	0.277	0.0603	7.25	1.18	4.30	27.43
rerata	0.189		4.196	1.73	3.72	48.38
Stdeviasi	0.05		1.66	1.10	0.84	33.68
Min.	0.109		1.500	0.419	2.300	12.695
Maks.	0.277		7.250	4.392	5.700	146.401

4.2 Pembahasan hasil penelitian

Berdasarkan hasil analisis perhitungan yang dilakukan seperti diuraikan pada sub bab 4.1 di atas dapat disimpulkan bahwa pemberian perlakuan (*treatment*) terhadap serat abaca dengan alkali (NaOH) dapat merubah sifat-sifat (*properties*) serat abaca seperti tercantum pada tabel 4.4 dan tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.4 Sifat mekanik serat abaca tanpa perlakuan (untreated)

Diam. serat (mm)	Kand. lignin (%)	Kand. selulosa (%)	Kek. Tarik (GPa)	Mod. Elas. (GPa)	Reg. (%)	Masa jenis (g/cm^3)
0.200	7,41	81,07	1,27	51,53	2,47	0,225

Tabel 4.5
Sifat mekanik serat abaca dengan perlakuan (treated)

Diam. serat (mm)	Kand. lignin (%)	Kand. selulosa (%)	Kek. Tarik (GPa)	Mod. Elas. (GPa)	Reg. (%)	Masa jenis (g/cm ³)
0,189	8,41	84,31	1,73	48,38	3,72	0,23

Perubahan sifat-sifat mekanik serat abaca yang diakibatkan oleh pemberian perlakuan alkali dalam penelitian ini meliputi:

- a. Meningkatkan regangan (*strain*) sebesar = 50,89%
- b. Meningkatkan kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar = 26,52%
- c. Menurunkan modulus elastisitas (*elasticity modulus*) sebesar = 6,11%

Regangan (*strain*) adalah pemanjangan atau pertambahan panjang per panjang satuan yang secara matematika dinyatakan dengan persamaan:

$$\epsilon = \frac{\delta}{L} \dots\dots\dots(1)$$

dengan ϵ adalah regangan, δ adalah pemanjangan, dan L adalah panjang awal. Karena pada saat pengujian serat abaca dikenakan beban tarik, maka regangan yang terjadi pada serat abaca tersebut adalah regangan tarik (*tensile strength*) yang menyatakan suatu pemanjangan atau tarikan dari bahan [13], dalam kaitan ini adalah serat abaca.

Merujuk pada persamaan (1) di atas dinyatakan bahwa peningkatan nilai regangan (ϵ) terjadi akibat peningkatan nilai pemanjangan dengan asumsi bahwa nilai panjang awal dari bahan yang diuji adalah konstan karena bahannya dianggap homogen. Peningkatan nilai pemanjangan pada serat abaca yang diberi perlakuan (*treated*) alkali dimungkinkan oleh beberapa faktor, di antaranya terjadi pengikisan kandungan lemak yang ada pada permukaan serat abaca [10], sehingga serat menjadi lebih ulet. Sementara itu, serat abaca yang telah diberi perlakuan dengan alkali mengandung sel epidermal yang hampir persegi [3]. Sel-sel tersebut membentuk tali-tali kecil di antara sel-sel serat. Sedangkan, serat abaca tanpa diberi perlakuan alkali (normal) berbentuk silindris dan memiliki permukaan yang halus (*smooth-surfaced*).

Kekuatan tarik (*tensile strength*) atau disebut pula tegangan tarik adalah intensitas gaya, yakni gaya per satuan luas [13] seperti dinyatakan dalam persamaan:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2)$$

dengan σ adalah tegangan atau kekuatan tarik, P adalah beban atau gaya tarik (*tensile load*), dan A luas

penampang. Peningkatan intensitas kekuatan tarik serat abaca yang diberi perlakuan dengan alkali dimungkinkan oleh terjadinya penurunan luas penampang serat abaca karena terjadi pengikisan kandungan lemak yang ada pada permukaan serat abaca [10].

Modulus elastisitas (*modulus of elasticity*) adalah suatu konstanta pembanding yang diturunkan dari hukum Hooke seperti dinyatakan dalam persamaan:

$$\sigma = E\epsilon \dots\dots\dots(3)$$

atau

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots(4)$$

dengan E adalah modulus elastisitas, σ adalah tegangan atau kekuatan tarik, dan ϵ adalah regangan. Karena intensitas peningkatan regangan pada serat abaca yang diberi perlakuan alkali lebih tinggi daripada peningkatan kekuatan tariknya, maka berdasarkan perhitungan dengan persamaan (4) menghasilkan nilai modulus elastisitas yang cenderung menurun.

V. SIMPULAN

Penelitian ini menemukan bahwa serat abaca dapat digunakan sebagai alternatif material penguat komposit dengan terlebih dahulu diberi perlakuan di antaranya menggunakan alkali (NaOH). Pemberian perlakuan ini dapat merubah sifat-sifat mekanik serat abaca yang meliputi:

- a. Meningkatkan regangan (*strain*) sebesar 50,89%;
- b. Meningkatkan kekuatan tarik (*tensile strength*) sebesar 26,52%; dan
- c. Menurunkan modulus elastisitas (*modulus of elasticity*) sebesar 6,11%.

Implikasi dari hasil penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan terutama terkait desain dan rekayasa pembuatan material komposit menggunakan serat abaca sebagai material penguat dan polimer sebagai material pengikat (matriks) agar dihasilkan material komposit yang ramah lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada Rektor Unnur, Dekan Fakultas Teknik dan Ketua Program Studi Teknik Industri Unnur, Kepala LPPM Unnur, Kepala Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa Bandung, Kepala Balai

Besar Tekstil Bandung, serta semua pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Joly, C., Gauthier, R., Chabert, B., 1996, *Physical and Chemistry of the Interface in Polypropylene Cellulosic-Fiber Composites*, Composites Science and Technology, **56**, 761-765.
- [2] Joseph, K., Thomas, S., Pavithran, C., 1995, *Effect of Ageing on Physical and Mechanical Properties of Jute Fiber-Reinforced Polyethylene Composites*, Composites Science and Technology, **53**, 99-110.
- [3] Cook, J. G., 1984, *Handbook of Textile Fiber*, 5th ed., p.p. 30-33, Merrow Publishing Co., Ltd., England.
- [4] Groover, M. P., 2013, *Fundamentals of Modern Manufacturing Materials, Processes, and Systems*, 5th ed., p. 11, John Wiley & Sons, Inc.
- [5] Jones, R. M., 1975, *Mechanics of Composite Materials*, p.p. 85-144, Scripta Book Company, Washington D. C.
- [6] Gibson, R. F., 1994, *Principles of Composites Material Mechanics*, 5th ed., p.p. 62-125, McGraw Hill Book Co., Singapore.
- [7] George, J., Bhagawan, S. S., Prabhakaran, N., Thomas S., 1995, *Short Pineapple-Leaf-Fiber, Reinforced Low-Density Polyethylene Composites*, Journal of Applied Polymer Science, **57**, 843-854.
- [8] Karmaker, A. C., Hoffmann, A., Hinrichsen, G., 1994, *Influence of Water Uptake on the Mechanical Properties of Jute Fiber-Reinforced Polypropylene*, Journal of Applied Polymer Science, **54**, 1803-1807.
- [9] Mathews, A. G., 1954, *Textiles Fibers, Their Physical Microscopic and Chemical Properties*, 6th ed., p.p. 361-385, John Wiley & Sons, New York.
- [10] George, J., Bhagawan, S. S., Prabhakaran, N., Thomas S., 1998, *Effects of Environment on the Properties of Low-Density Polyethylene Composites Reinforced with Pineapple-Leaf Fiber*, Composites Science and Technology, **58**, 1471-1485.
- [11] Joly, C., Gauthier, R., Chabert, B., 1996, *Physical and Chemistry of the Interface in Polypropylene Cellulosic-Fiber Composites*, Composites Science and Technology, **56**, 761-765.
- [12] Arikunto, S., 2005, *Manajemen Penelitian*, Cetakan ketujuh, hal: 206-220, PT Rineka Cipta, Jakarta.
- [13] Gere & Timoshenko, 1987, *Mekanika Bahan*, Jilid 1, Edisi Kedua, hal: 1-5, Penerbit Erlangga, Jakarta.