

**Hendri Hestiawan**

Dosen  
Universitas Bengkulu  
Program Studi Teknik Mesin  
hestiawan@unib.ac.id

**Dody Ariawan**

Dosen  
Universitas Sebelas Maret  
Departemen Teknik Mesin  
dodyariawan@staff.uns.ac.id

**Khairul Amri**

Dosen  
Universitas Bengkulu  
Program Studi Teknik Sipil  
khairulftunib@yahoo.com

**Agus Nuramal**

Dosen  
Universitas Bengkulu  
Program Studi Teknik Mesin  
anuramal@unib.ac.id

**Aditya Afrizal**

Alumni  
Universitas Bengkulu  
Program Studi Teknik Mesin  
adityaafrizal3004@gmail.com

**Sudibyo**

Peneliti  
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Balai Penelitian Teknologi Mineral  
sudibyo@lipi.go.id

## PENGARUH PERLAKUAN ALKALI TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS SERAT LANTUNG (*ARTOCARPUS ELASTICUS*)

*Alkali treatment of natural fibers is one of the chemical treatments used to increase the exposed cellulose content through the removal of hemicellulose and lignin on the fiber surface. This study aims to investigate the effect of alkali treatment on the physical and mechanical properties of lantung fibers. The materials used in this research consist of: lantung fiber (*Artocarpus elasticus*) with an alkali treatment process using 4% and 6% natrium hydroxide (NaOH) solutions and immersion time of 1 and 2 hours, at room temperature. The fiber neutralization process includes washing the fibers using fresh water and drying them at room temperature for 48 hours. Tests carried out include XRD test, SEM photo observations conducted at Balai Penelitian Teknologi Mineral, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia and fiber tensile test based on ASTM D 3379 standard. The results of XRD and fiber tensile test showed that alkali treated lantung fibers were effective in increasing the crystallization index (CI) value and fiber tensile strength. The highest CI values and fiber tensile strength were obtained at alkali treatment of 4% NaOH for 2 hours, respectively 85.42% and 228.5 MPa. The results of SEM photo observations showed that alkali treatment on the fiber surface could remove impurities based on the concentration of sodium hydroxide (NaOH) solution and soaking time. This shows that proper alkali treatment can increase the strength of lantung fibers.*

**Keywords:** Alkali Treatment, Fiber Tensile Test, Lantung Fiber, XRD Test, SEM Photo.

### 1. PENDAHULUAN

Bahan penguat komposit dapat berasal dari serat sintetis dan alam. Serat sintetis memiliki molekul yang disusun secara sengaja menggunakan bahan kimia sehingga jenis serat dapat dibuat sesuai dengan sifat mekanis yang diinginkan. Sementara serat alam tersedia di alam dalam jumlah melimpah di beberapa negara tropis yang secara geografis terletak di sepanjang garis khatulistiwa, seperti Indonesia.

Salah satu serat alam yang memiliki potensi dikembangkan sebagai bahan penguat komposit adalah serat lantung yang diambil dari kulit pohon lantung, seperti ditampilkan pada Gambar 1. Pohon lantung yang memiliki nama latin *Artocarpus elaticus*, di Indonesia memiliki beberapa nama daerah, antara lain Mengko (Aceh), Torop (Medan), Bakil (Melayu), Tarok (Minangkabau), Benda/Teureup (Sunda), Terap (Kalimantan), Taeng (Makassar). Pohon lantung masuk dalam suku *Moraceae* dan merupakan salah satu dari 18 jenis kulit kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai kain kulit kayu di Indonesia dan tergolong dalam serat selulosa [1, 2].

. Kulit pohon lantung yang telah diambil seratnya akan tumbuh kembali secara alami, sehingga tidak akan merusak dan mematikan pohon lantung. Satu ciri yang dimiliki oleh serat lantung, seratnya tidak terjalin membentuk sudut tetapi hanya menuju satu arah (sejajar). Serat lantung masih digunakan secara terbatas sebagai bahan baku kerajinan untuk souvenir, tas dan tali-temali.

Keunggulan serat alam dibandingkan dengan serat sintetis adalah tidak berbahaya, terbarukan, biodegradable, dan hemat biaya dengan kekuatan spesifik yang tinggi [3]. Di samping itu, serat alam memiliki kelemahan, antara lain dimensi serat yang tidak seragam, tingkat kelembaban yang tinggi, dan ikatan interfacial antara serat matrik yang lemah [4].

Karakteristik serat seperti kekuatan dan kekakuan dari serat tanaman tergantung pada kandungan selulosanya, peningkatan kandungan selulosa adalah faktor kunci untuk meningkatkan sifat serat. Namun pada permukaan serat masih terdapat lapisan yang menyerupai lilin seperti *lignin*, *hemiselulosa*, serta lemak dan kotoran lainnya. Untuk itu diperlukan perlakuan permukaan secara kimiawi untuk membersihkan permukaan serat sehingga kandungan selulosa akan meningkat seiring dengan berkurangnya kandungan lignin dan hemiselulosa. Salah satu perlakuan yang banyak digunakan adalah perlakuan alkali karena perlakuan ini efektif membersihkan dan memodifikasi permukaan serat sehingga memiliki tekanan permukaan lebih rendah dan memperbaiki ikatan adhesi antara serat alam dan matrik polimer [5, 6].

Salah satu perlakuan yang banyak digunakan adalah perlakuan alkali karena perlakuan ini dapat membersihkan dan memodifikasi permukaan serat menjadi tekanan permukaan yang lebih rendah dan memperbaiki ikatan adhesi antara serat alam dan matrik polimer (Bledzki and Gassan, 1999).

Proses pengolahan serat memegang peranan yang cukup penting untuk meningkatkan sifat mekanik komposit dengan meningkatkan interaksi antara serat dan matriks [7, 8]. Perlakuan alkali adalah metode yang ekonomis untuk meningkatkan daya rekat antara serat dan matriks. Pengaruh perlakuan alkali pada serat alam menyebabkan selulosa mengalami peningkatan mutu permukaan serat alam dan mengakibatkan peningkatan kekasaran pada permukaan sehingga dapat meningkatkan *mechanical interlocking* yang lebih baik antara serat dengan matriks [9]. Witono [10] menyatakan bahwa morfologi serat mendong yang diberi perlakuan alkali dengan larutan sodium hidroksida (NaOH) terlihat lebih kasar daripada serat mendong tanpa perlakuan dan semakin tinggi kadar NaOH maka permukaan serat mendong akan semakin kasar.

Oleh karena itu, untuk mengembangkan pemanfaatan serat lantung sebagai bahan penguat komposit maka penelitian ini dilakukan untuk menginvestigasi sifat fisis dan mekanis serat lantung dan potensi sebagai penguat komposit untuk bahan baku industri dengan memberikan perlakuan alkali.



**Gambar 1:** a. Pohon lantung; b. Daun pohon lantung

## 2. METODE DAN BAHAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari serat lantung (*Artocarpus elasticus*) diperoleh dari pengrajin di Kota Bengkulu, seperti terlihat pada Gambar 2. Resin yang digunakan *unsaturated polyester resin* (UPR) diperoleh dari CV. Justus Kimiaraya Jakarta. Perlakuan alkali menggunakan larutan sodium hidroksida (NaOH) diperoleh dari perusahaan kimia lokal.



**Gambar 2:** Serat lantung

## 2.1 Perlakuan Alkali

Perlakuan alkali pada serat lantung meliputi proses perendaman, netralisasi, dan pengeringan. Proses perendaman dilakukan dalam larutan NaOH 4 dan 6% selama 1 dan 2 jam. Proses netralisasi dilakukan dengan merendam serat dalam air bersih beberapa kali hingga pengaruh alkali diperkirakan sudah hilang. Proses terakhir adalah serat dikeringkan di udara terbuka selama kurang lebih 48 jam hingga serat benar-benar kering.

## 2.2 Uji XRD

Uji *X-ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk menghitung *crystallinity index* (CI) serat dengan menggunakan persamaan Segal [11].

$$CI (\%) = \frac{(I_{002} - I_{amp})}{I_{002}} \times 100\% \quad (1)$$

di mana CI adalah *crystallinity index*,  $I_{002}$  adalah intensitas maksimum bidang difraksi kisi 002 pada  $2\theta$  yang terjadi antara  $22^\circ$  dan  $23^\circ$ , dan  $I_{amp}$  adalah intensitas difraksi pada sudut  $2\theta$  pada sudut  $18^\circ$  yang mewakili bahan amorf dalam serat selulosa. Uji XRD menggunakan X-Ray Rigaku Miniflex 600 dengan tembaga sebagai sumber radiasi ( $\lambda = 1,54$ ), arus 30 mA, dan tegangan 30 mA. Semua spesimen dipindai dalam rentang sudut  $2\theta$ ,  $5-40^\circ$  dengan kecepatan pemindaian  $2^\circ/\text{menit}$ . Spesimen uji XRD disajikan pada Gambar 2 dan pengujian dilakukan di Balai Penelitian Teknologi Mineral, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.



Gambar 3: Spesimen uji XRD

## 2.3 Foto SEM

Studi morfologi dari serat lantung diinvestigasi menggunakan foto *scanning electron microscopy* (SEM) model JEOL pada tegangan akselerasi 12 kV. Sebelum dilakukan pengambilan foto, permukaan serat diberi lapisan tipis yang mengandung emas paladium dalam ruang vakum untuk meningkatkan konduktivitas serat. Seluruh specimen dilakukan foto SEM untuk mengetahui perubahan pada struktur mikro yang terjadi pada setiap perlakuan alkali yang diberikan, seperti yang ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4: Spesimen foto SEM

## 2.4 Uji Tarik Serat

Spesimen uji tarik serat menggunakan standar ASTM D 3379, seperti ditampilkan pada Gambar 5. Dimensi kertas berukuran  $100 \times 15$  mm. Serat ditempelkan menggunakan lem pada kedua ujung kertas sepanjang  $\pm 25$  mm. Sesaat sebelum gaya tarik diberikan pada serat, kedua sisi kertas digunting sehingga serat akan menerima gaya tarik hingga serat putus.



**Gambar 5:** Spesimen uji tarik serat

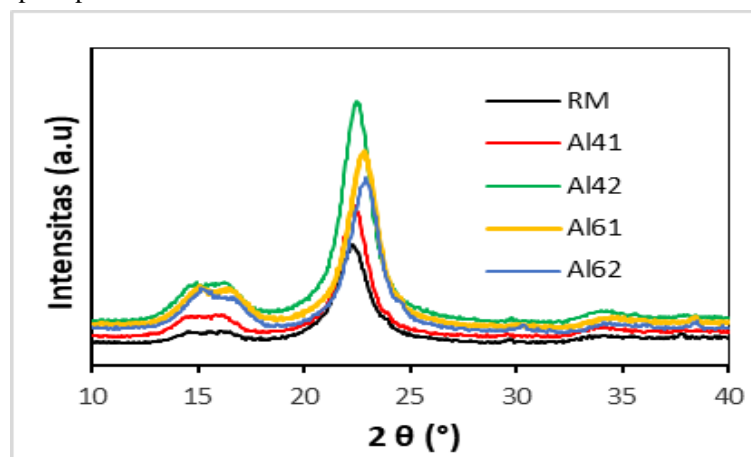
### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Hasil Uji XRD

Hasil uji XRD ditampilkan pada Gambar 6. Pada Gambar 6 terlihat bahwa pada semua serat lantung terdapat tiga puncak intensitas utama, yaitu pada sudut  $2\theta$  sekitar 16, 22, dan  $35^\circ$ . Puncak-puncak ini dikaitkan dengan struktur kristal selulosa I dan ditunjukkan oleh titik refleksi  $(1\ 0\ 1)$ ,  $(0\ 0\ 2)$ , dan  $(0\ 4\ 0)$ . Puncak intensitas yang hampir sama diperoleh pada penelitian Cai, et al. [12] yang menggunakan serat abaca, yaitu pada sudut  $2\theta$  sekitar 16, 22,2, dan  $34,5$ . Spektrum serat lantung yang diberi perlakuan alkali menunjukkan profil selulosa I pada sudut  $2\theta = 22^\circ$  memiliki puncak yang lebih tajam dibandingkan dengan serat lantung tanpa perlakuan (RM). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan alkali dapat meningkatkan kristalinitas selulosa dengan menghilangkan beberapa bagian komponen kimia, seperti hemiselulosa, pektin, dan lignin. Dengan demikian, kandungan selulosa meningkat, menghasilkan puncak yang lebih tajam pada titik refleksi  $(0\ 0\ 2)$ .

Nishiyama, et al. [13] (2000) menjelaskan mekanisme transformasi struktur selulosa I menjadi struktur selulosa II selama proses perendaman dalam perlakuan alkali, di mana selulosa I berubah menjadi Na-selulosa I. Setelah dicuci dengan air bersih, Na-selulosa I berubah menjadi Na-selulosa IV (tanpa  $\text{Na}^+$ ) dan setelah pengeringan Na-selulosa IV berubah menjadi selulosa II.

Hasil perhitungan indeks kristalisasi serat lantung dapat dilihat pada Tabel 1. Puncak intensitas serat lantung yang diberi perlakuan alkali dengan konsentrasi 4% NaOH selama 2 jam (AL42) memiliki puncak yang lebih tinggi dibandingkan serat lainnya, yaitu sebesar 85,42% atau mengalami kenaikan sebesar 5,61% dibandingkan serat lantung tanpa perlakuan (RM). Indeks kristalisasi serat jute yang diberi perlakuan alkali pada 5% NaOH selama 2 jam mengalami peningkatan sebesar 15% dibandingkan dengan serat jute tanpa perlakuan [14]. Peningkatan indeks kristalisasi pada serat lantung yang diberi perlakuan alkali menunjukkan bahwa perlakuan alkali mampu menghilangkan komponen amorf, seperti hemiselulosa, lignin, dan komponen non-selulosa lainnya, sehingga menghasilkan perbandingan jumlah komponen kristalin, seperti selulosa menjadi lebih besar pada permukaan serat.



**Gambar 6:** Hasil uji XRD serat lantung

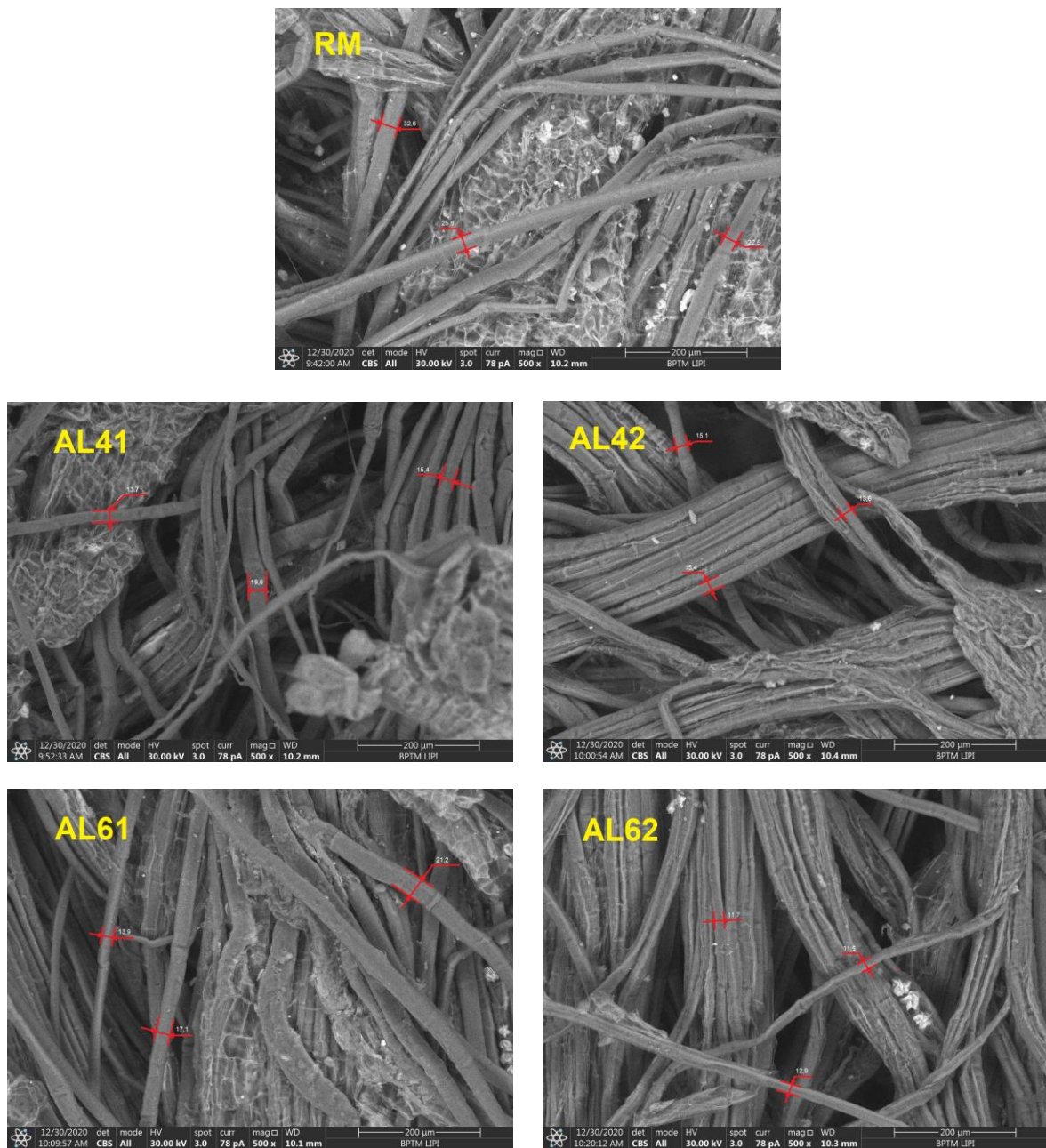
#### 3.2 Hasil Pengamatan Foto SEM

Hasil pengamatan foto SEM disajikan pada Gambar 7. Serat lantung tanpa perlakuan (RM) memiliki permukaan yang sangat heterogen yang memperlihatkan adanya zat pengotor yang terdapat di celah-celah serat. Zat pengotor tersebut masih terlihat dalam jumlah lebih sedikit pada permukaan serat lantung yang diberi perlakuan alkali dengan konsentrasi 4% dan 6% NaOH selama 1 jam (AL41 dan AL61). Sementara pada permukaan serat lantung yang diberi perlakuan alkali dengan konsentrasi 4% dan 6% NaOH selama 2 jam

(AL42 dan AL62) sudah tidak tampak lagi zat pengotor tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan alkali efektif menghilangkan zat pengotor dari permukaan serat [15, 16].

**Tabel 1:** Hasil perhitungan indeks kristalisasi serat lantung

KODE SPESIMEN	$I_{amorf}$ ( $cm^{-1}$ )	$I_{002}$ ( $cm^{-1}$ )	INDEKS KRISTALISASI (%)
RM	1533	7594	79.81
AL41	1715	9742	82.4
AL42	2283	15661	85.42
AL61	2119	12788	83.43
AL62	1972	11442	82.77



**Gambar 7:** Foto SEM permukaan serat lantung

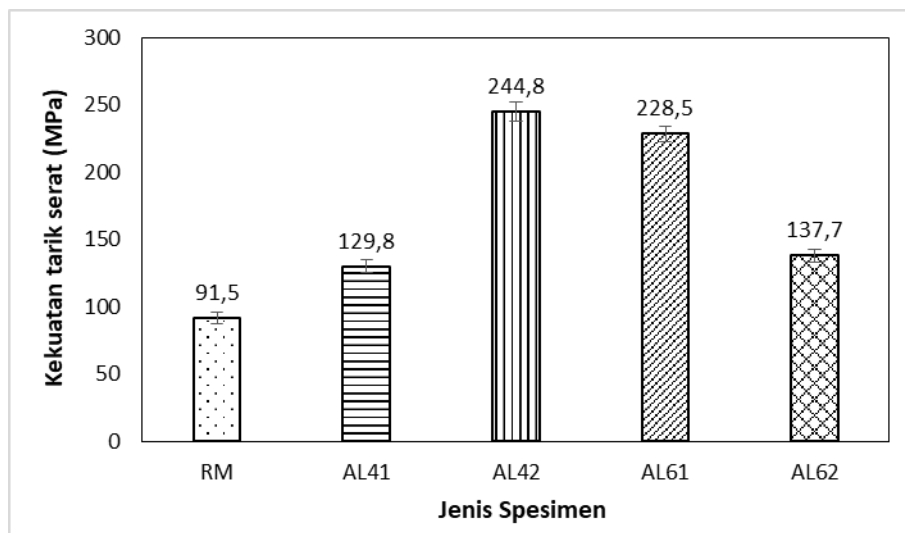
Perlakuan alkali berpengaruh pada ukuran serat. Serat lantung yang diberi perlakuan alkali memiliki diameter serat yang lebih kecil. Serat dengan perlakuan alkali konsentrasi 6% NaOH selama 2 jam (AL62) memiliki diameter serat terkecil dibandingkan dengan seluruh spesimen lainnya, yaitu sebesar 12,08  $\mu\text{m}$ . Pengukuran diameter serat menggunakan software ImageJ dengan mengambil 3 sampel perhitungan serat untuk setiap spesimen, seperti yang ditampilkan pada Tabel 2. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan alkali sudah melewati batas jenuh sehingga dapat menurunkan sifat mekanis serat. Zhou, et al. [17] menyatakan bahwa penggunaan konsentrasi larutan alkali yang tinggi dapat merusak struktur serat dan berakibat pada menurunnya kekuatan tarik serat.

**Tabel 2:** Hasil perhitungan diameter serat

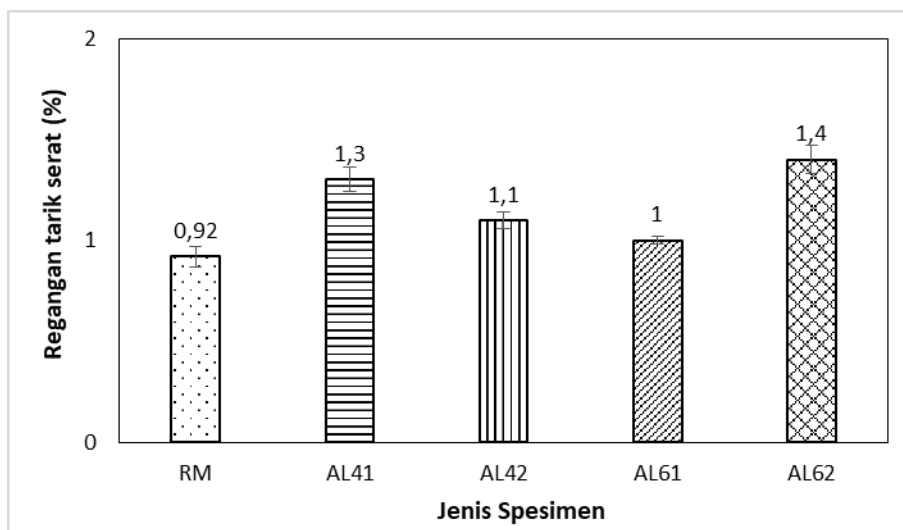
KODE SPESIMEN	1 ( $\mu\text{m}$ )	2 ( $\mu\text{m}$ )	3 ( $\mu\text{m}$ )	RERATA ( $\mu\text{m}$ )
RM	22,46	25,77	32,58	26,94
AL41	19,65	13,68	15,38	16,24
AL42	15,36	13,57	15,10	14,68
AL61	21,19	17,71	13,92	17,41
AL62	12,91	11,61	11,73	12,08

### 3.1 Hasil Uji Tarik Serat

Hasil uji tarik serat lantung menunjukkan bahwa kekuatan tarik serat lantung yang diberi perlakuan alkali naik secara signifikan pada semua perlakuan alkali yang dipengaruhi oleh perubahan morfologi seiring dengan meningkatnya jumlah selulosa terpapar pada permukaan serat, seperti terlihat pada Gambar 8. Kekuatan tarik serat tertinggi diperoleh pada serat lantung yang diberi perlakuan alkali dengan konsentrasi 4% NaOH selama 2 jam, yaitu sebesar 228,5 MPa. Hasil yang sama diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Cai et al. [12] yang menyatakan bahwa perlakuan alkali pada serat abaca mampu meningkatkan kekuatan tarik serat sekitar 12%. Peningkatan kekuatan tarik serat disebabkan oleh berkurangnya dimensi serat akibat berkurangnya zat pengotor pada permukaan serat.



**Gambar 8:** Kekuatan tarik serat lantung



**Gambar 9:** Regangan tarik serat lantung

Regangan tarik serat lantung yang diberi perlakuan alkali mengalami peningkatan dibandingkan dengan regangan tarik serat tanpa perlakuan. Regangan tarik serat tertinggi diperoleh pada serat lantung yang diberi perlakuan alkali dengan konsentrasi 6% NaOH selama 2 jam, yaitu sebesar 1,4%. Meningkatnya regangan tarik serat pada serat yang diberi perlakuan alkali disebabkan oleh hilangnya ikatan hidrogen dalam jaringan ikatan silang struktur selulosa dan lignin sehingga serat menjadi lebih lunak dan mengakibatkan elongasi serat menjadi lebih besar [18, 19].

#### 4. KESIMPULAN

Hasil uji XRD dan tarik serat menunjukkan bahwa serat lantung yang diberi perlakuan alkali efektif meningkatkan nilai *crystallization index* (CI) dan kekuatan tarik serat. Nilai CI dan kekuatan tarik serat tertinggi diperoleh pada perlakuan alkali dengan konsentrasi 4% NaOH selama 2 jam, masing-masing sebesar 85,42% dan 228,5 MPa. Hasil pengamatan foto SEM menunjukkan bahwa perlakuan alkali pada permukaan serat dapat menghilangkan zat pengotor berdasarkan konsentrasi larutan *sodium hidroksida* (NaOH) dan waktu perendaman. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan alkali yang tepat dapat meningkatkan kekuatan serat lantung.

#### 5. PERNYATAAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bengkulu yang telah memberikan dukungan finansial dalam pelaksanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Kolaborasi Nasional Universitas Bengkulu tahun 2020 dengan kontrak nomor 2065/UN30.15/PG/2020.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PRISANTI, I. dan WIDIAWATI, D., “Eksplorasi multilayer pada kulit kayu dengan pewarna alam nila ( *Indigofera tinctoria* ) dan secang ( *Caesalpinia* )”, *Jurnal Craft*, vol. 3, no. 1, pp. 1-8, 2014.
- [2] ASTUTI, D., *Pemanfaatan Kulit Kayu Lantung sebagai Bahan Pembuatan Sepatu Batik Wanita*, Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, 2015.
- [3] PRITHIVIRAJAN, R., BALASUNDAR, P., HYAMKUMAR, R., AL-HARBI, N.S., KADAIKUNAN, S., RAMKUMAR, T., and NARAYANASAMY, P., “Characterization of cellulosic fibers from *Morus alba* L. stem”, *Journal of Natural Fibers*, vol. 16, no. 4, pp. 503-511. 2019
- [4] MANJULA, R., RAJU, N.V., CHAKRADHAR, R.P.S., and JOHNS, J., “Effect of Thermal Aging and Chemical Treatment on Tensile Properties of Coir Fiber”, *Journal of Natural Fibers*, vol. 15, no. 1, pp. 112-121, 2018.
- [5] KIM, J.T., and NETRAVALI, A.N., “Mercerization of sisal fiber: effect of tension on mechanical properties of sisal fiber and fiber-reinforced composites”, *Composites: Part A*, vol. 41, pp. 1245 - 1252, 2010.
- [6] BLEDZKI, A. K., and GASSAN, J., “Composites reinforced with cellulose based fibres”, *Progress in Polymer Science*, vol. 24, pp. 221–74, 1999.

- [7] ABRAHAM, E., DEEPA, B., POTHEN, L., CINTIL, J., THOMAS, S., JOHN, M.J., and NARINE, S.S., “Environmental friendly method for the extraction of coir fibre and isolation of nanofibre”, *Carbohydrate Polymers*, vol. 92, pp. 1477–1483, 2013.
- [8] DIXIT, S., and VERMA, P., “The effect of surface modification on the water absorption behavior of coir fibers”, *Advances in Applied Science Research*, vol. 3, pp. 1463–1465, 2012.
- [9] ALI, M., “Natural fibres as construction materials”, *Journal of Civil Engineering and Construction Technology*, vol. 3, pp. 80–89, 2012.
- [10] WITONO, K., IRAWAN, Y. S., SOENOKO, R., dan SURYANTO, H., “Pengaruh perlakuan alkali (NaOH) terhadap morfologi dan kekuatan tarik serat mending”, *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol.4, no.3, pp. 227-234, 2013.
- [11] LE TROEDÉ, M., SEDAN, D., PEYRATOUT, C., BONNET, J.P., SMITH, A., GUINEBRETIERE, R., GLOAGUEN, V. dan KRAUSZ, P., “Influence of Various Chemical Treatments on the Composition and Structure of Hemp Fibres”, *Composites: Part A*, vol. 39, pp. 514-522, 2008.
- [12] CAI, M., TAKAGI, H., NAKAGAITO, A.N., KATOH, M., UEKI, T., WATERHOUSE, G.I.N., and LI, Y., “Influence of alkaline treatment on internal microstructure and tensile properties of abaca fiber”, *Industrial Crops and Products*, vol. 65, pp. 27–35, 2015.
- [13] NISHIYAMA, Y., KUGA, S., and OKANO, T., “Mechanism of mercerization revealed by X-ray diffraction”, *Journal of Wood Science*, vol. 46, pp. 452–457, 2000.
- [14] ERDOGAN, U.H., SEKI, Y., AYDOGDU, G., KUTLU, B., and AKSIT, A., “Effect of Different Surface Treatments on the Properties of Jute”, *Journal of Natural Fibers*, vol. 13, pp. 158–171, 2016.
- [15] ARIAWAN, D., RIVAI, T. S., SUROJO, E., HIDAYATULLOH, S., AKBAR, H.I., and PRABOWO, A.R., “Effect of alkali treatment of Salacca Zalacca fiber (SZF) on mechanical properties of HDPE composite reinforced with SZF”, *Alexandria Engineering Journal*, vol. 59, pp. 3981–3989, 2020.
- [16] HESTIAWAN, H., JAMASRI, and KUSMONO, “Effect of chemical treatments on tensile properties and interfacial shear strength of unsaturated polyester/fan palm fibers”, *Journal of Natural Fibers*, vol. 15, no.5, pp. 762-775, 2018.
- [17] ZHOU, L. M., YEUNG, K.W.P., and YUEN, C. W., “Effect of NaOH marcerization on the crosslinking of ramie yarn using 1,2,3,4-butanetetracarboxylic acid”, *Textile Research Journal*, vol. 72, no. 6, pp. 806 – 812, 2002.
- [18] KALIA, S., KAITH, B.S., and KAUR, I., “Pretreatments of natural fibers and their application as reinforcing material in polymer composites – a review”, *Polymer Engineering & Science*, vol. 49, pp. 1253–1272, 2009.
- [19] RAHMAN, M.M., and KHAN, M.A., “Surface treatment of coir (*Cocos nucifera*) fibers and its influence on the fibers’ physico–mechanical properties”, *Composites Science and Technology*, vol. 67, pp. 2369–2376, 2007.