

Artikel Penelitian

## Pengujian XRF dan Kandungan Lignoselulosa pada Serat Pelepah Salak dari Kabupaten Bojonegoro dengan Perlakuan Alkali NaOH 5%

Nurul Fitria Apriliani <sup>1\*</sup>, Arinda Leliana <sup>2</sup>, Septiana Widi Astuti <sup>1</sup>, Adya Aghastya <sup>1</sup>, Armyta Puspitasari <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prodi Teknologi Bangunan dan Jalur Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun, Madiun, Indonesia

<sup>2</sup> Prodi Manajemen Transportasi Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun, Madiun, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 12 Januari 2026

Revisi Akhir: 28 Januari 2026

Diterbitkan Online: 31 Januari 2026

### KATA KUNCI

Chesson-Datta

Lignoselulosa

Perlakuan Alkali

Serat Pelepah Salak

XRF

### KORESPONDENSI (\*)

Phone: +62 822-1323-8360

E-mail: [nurul.fitria@ppi.ac.id](mailto:nurul.fitria@ppi.ac.id)

### A B S T R A K

Pengembangan serat alami telah dilakukan secara luas karena serat alami memiliki banyak keunggulan dibandingkan serat sintetis, seperti massa yang lebih ringan, mudah diperoleh, relatif murah, ramah lingkungan, dan melimpah di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik serat alami dari pelepah salak yang meliputi komposisi unsur dan lignoselulosanya. Penelitian ini merupakan studi pendahuluan sebagai tahap awal sehingga diharapkan serat salak dapat digunakan sebagai penguat komposit. Metode pengujian yang digunakan adalah XRF dan Chesson-Datta. Salak dapat dimanfaatkan biji, kulit, dan pelepahnya. Material komposit dengan penguat serat alami, termasuk pelepah salak, dapat diaplikasikan pada komponen bangunan, suku cadang otomotif, dan kerajinan tangan. Serat disintesis dari pelepah salak dan kemudian diolah dengan larutan alkali NaOH 5% untuk menghilangkan kandungan ligninnya. Pengaruh perlakuan alkali pada serat pelepah salak adalah serat memiliki warna yang lebih gelap, bentuk yang lebih teratur, dan diameter yang lebih kecil dibandingkan serat tanpa proses perendaman. Komposisi serat batang salak setelah pengujian dengan XRF (X Ray Fluorescence) mengandung 53,9% CaO, 15,2% MnO, 15% SiO<sub>2</sub>, dan senyawa lain dalam persentase kecil. Hasil perhitungan lignoselulosa menggunakan metode Chesson-Datta pada serat batang salak menunjukkan bahwa kandungan selulosa adalah 54,89%, kandungan hemiselulosa adalah 15,53% dan kandungan lignin adalah 12,10%. Dengan kandungan selulosa ini, maka serat pelepah salak dari kabupaten Bojonegoro berpeluang untuk menjadi serat penguat komposit dengan sifat mekanis yang baik.

### PENDAHULUAN

Material komposit memiliki sifat mekanis dan fisis yang lebih unggul dari pada material lain di antaranya ringan, kekuatan yang tinggi, ketahanan terhadap korosi. Dari kelebihan tersebut, komposit banyak dimanfaatkan pada berbagai industri seperti transportasi, otomotif, peralatan rumah tangga, konstruksi, infrastruktur, kapal dan peralatan olahraga [1]. Pada bidang kereta api, komposit juga telah digunakan dalam beberapa komponen seperti bantalan kereta api [2, 3], Interior kereta cepat [4], dan blok rem [5]. Komposit berbasis epoksi memiliki sifat mekanik yang baik untuk digunakan pada industri otomotif, konstruksi serta transportasi. Resin epoksi mempunyai ketahanan terhadap suhu tinggi sampai dengan 190°C, memiliki sifat fisis yang unggul dan mempunyai penyusutan yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit berbasis polyester. Penggunaan karbon pada komposit berbasis epoksi juga meningkatkan ikatan antar muka antara serat dan matriks sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik komposit yang terbentuk [6].

Filler merupakan bagian dari komposit yang berfungsi sebagai penopang kekuatan utama. Filler berfungsi sebagai penguat yang mempunyai peran dalam menentukan sifat fisis dan mekanis komposit. sebagai bahan penguat ini, tegangan

tarik dan modulus elastisitas harus lebih tinggi dari matriks karena harus menahan beban yang diteruskan oleh matriks. Komposit dengan penguat berbentuk serat (*fiber composite*). Penggunaan komposit dengan penguat serat sangat efisien dalam menerima gaya dan beban sehingga banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang.

Serat alam adalah serat yang berasal dari alam baik. Dengan teknologi pengolahan serat alam yang semakin maju, serat alam sudah banyak diaplikasikan untuk material komposit. Serat alam menurut beberapa penelitian dilaporkan memiliki sifat yang lebih unggul dari pada serat sintesis. Keunggulan tersebut di antaranya mempunyai massa yang lebih ringan, harga relatif murah, lebih ramah lingkungan, mudah didapatkan karena ketersediaannya yang cukup melimpah. Serat alam yang diperoleh dari tumbuhan di antaranya kelapa, pisang, bambu dan nanas. Serat alam yang telah diaplikasikan untuk material komposit di antaranya adalah sabut kelapa, wol, kapas, sutera, pelepah pisang, ijuk, sabut kelapa, serat bambu dan serat nanas. Serat alam biasanya diperoleh dari serat tumbuhan yang memiliki serat pada batang dan daunnya, seperti pohon kelapa, pisang, bambu, selain dari tumbuhan, serat alam juga bisa didapatkan dari Binatang seperti sutera dan wool [7].

Stark dan Rowlands [3] menyatakan komposit yang menggunakan penguat serat alam dari tanaman akan meningkatkan sifat mekanisnya seiring dengan penambahan persentase berat serat. Sifat mekanik tersebut di antaranya adalah kekuatan tarik, kekuatan bending, dan kekuatan impak. Sedangkan Biswas, et al. [8] telah melakukan penelitian tentang komposit dari serat bambu juga menyatakan komposit yang diperkuat dengan serat alam ini mempunyai sifat-sifat unggul yaitu kekuatan dan kekakuan yang tinggi, tahan terhadap absorpsi air, kuat dan kaku serta bisa didaur ulang secara alami oleh lingkungan.

Buah salak selain sebagai komoditas pangan dan berbagai olahan makanan juga dapat dimanfaatkan biji, kulit dan pelepahnya. Menurut penelitian, kulit batang tanaman salak dapat dimanfaatkan sebagai bahan tekstil dengan nilai ekonomis yang tinggi. Kulit batang tanaman salak juga telah digunakan dalam industri pulp. Komposit dengan penguat serat alam termasuk pelepah salak dapat diaplikasikan di komponen properti, bangunan dan kerajinan. Pada bidang otomotif, serat pelepah salak dapat diaplikasikan untuk bumper, dashboard, pelapis pintu, dan aksesoris mobil lainnya [3], Kamal [9] juga menyatakan bahwa serat pelepah salak dapat dimanfaatkan untuk pembuatan peralatan pertahanan dan keamanan yaitu material rompi anti peluru.

Bojonegoro merupakan salah satu daerah penghasil tanaman salak dengan skala besar. Sebagai daerah penghasil tanaman salak tersebut akhirnya beberapa kawasan ditetapkan sebagai kawasan agrowisata, termasuk desa Wedi kecamatan Kapas Bojonegoro [10] Kawasan ini ditetapkan sebagai kawasan agropolitan sejalan dengan keputusan Bupati Bojonegoro Nomor 188/ 183A/ KP/ 412.12/ 2008 tentang penetapan kabupaten Bojonegoro sebagai lokasi pengembangan agropolitan. Perencanaan kawasan agropolitan di kabupaten Bojonegoro direncanakan di tiga wilayah yaitu kecamatan Kalitidu, Kapas, dan Dander. Luas perkebunan salak wedi di desa Wedi seluas 23 hektare [11].

Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis pelepah salak dengan perlakuan alkali agar menjadi serat yang nantinya diharapkan dapat digunakan sebagai penguat bahan komposit yang diaplikasikan dalam berbagai kegunaan khususnya dalam bidang perkeretaapian. Dengan hal itu diharapkan pelepah salak yang biasanya disiangi atau dibuang karena jika jumlahnya terlalu banyak dapat mengganggu pertumbuhan salak, dapat meningkat nilai gunanya sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan lain dengan nilai guna dan ekonomis yang lebih tinggi. Karakterisasi yang dilakukan adalah pengujian XRF dan kandungan lignoselulosa dengan metode *Chesson-Datta*. Karakterisasi ini bertujuan untuk mengetahui peluang serat pelepah salak dengan melihat kandungannya sehingga dapat dimanfaatkan menjadi serat penguat komposit dengan sifat mekanik yang baik.

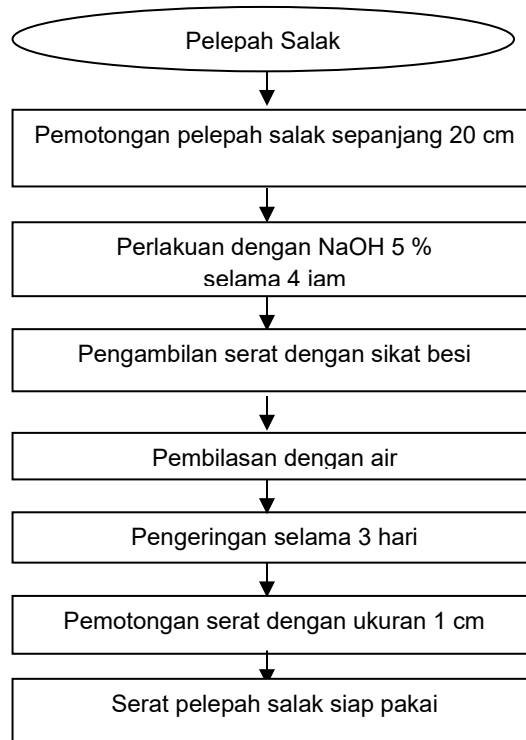
## METODOLOGI

### *Penyiapan Pembuatan Spesimen*

Peralatan yang dipakai dalam pembuatan serat pelepah salak dengan perlakuan alkali adalah Sikat baja, neraca digital, gelas ukur, ember, gergaji, gunting, pisau dan palu. Sedangkan bahan yang digunakan untuk mensintesis serat dari pelepah salak dengan perlakuan alkali adalah pelepah salak, Serbuk NaOH, Larutan aquades dan air.

### Prosedur Pembuatan Spesimen

Tahapan dan prosedur dalam pembuatan serat pelepah salak disajikan pada diagram dalam Gambar 1 berikut



Gambar 1. Alur Penelitian

Pelepah salak yang telah diperoleh dari kabupaten Bojonegoro kemudian dipotong sepanjang 20 cm agar mempermudah proses pengambilan serat. Pelepah salak yang digunakan sebaiknya tidak berukuran terlalu besar karena akan menyulitkan dalam proses pengambilan seratnya, juga tidak berukuran terlalu kecil karena serat yang dihasilkan sedikit. Perlakuan alkali diberikan dengan menggunakan larutan NaOH 5 %. Larutan ini didapatkan dari dengan melarutkan serbuk NaOH dengan larutan aquades. Pelepah salak dihancurkan dengan palu atau benda keras agar mempermudah dalam pengambilan serat. Serat diambil dengan menyisir dengan menggunakan sikat besi. Serat yang didapatkan kemudian dikeringkan kurang lebih selama 3 (tiga) hari atau sampai serat kering. Serat dipotong sesuai dengan kebutuhan untuk pengujian dan kemudahan dalam melakukan pengambilan seratnya. Sampel yang ditandai untuk pengujian XRF (A) dan sampel untuk pengujian lignoselulosa dengan metode *Chesson - Datta* (B).



Gambar 2. Pelepah Salak

### Karakterisasi Serat

Serat dilakukan karakterisasi pengujian XRF (*X-Ray Fluorescence*) untuk mengetahui kandungan senyawa dan unsur dalam serat pelepah salak. XRF adalah metode analisis non-destruktif untuk menentukan komposisi unsur pada suatu material atau sampel.



Gambar 3. Philips PANalytical Minipal 4 XRF [12]

Analisis XRF ini dilakukan dengan sinar- X sekunder yang dipancarkan dari sampel saat dieksitasi dengan sumber sinar- X primer. Setiap elemen di dalam sampel akan menghasilkan sinar- X sekunder yang spesifik untuk setiap elemen yang terkandung dalam sampel tersebut. Sebelum dilakukan pengujian, serat yang telah diperoleh dari proses sebelumnya kemudian disiapkan dalam bentuk serbuk. Serbuk serat pelepah salak dilakukan kompaksi sebelum dilakukan pengujian. Serat dilakukan pengujian XRF dengan merk PANalytical dan Tipe Minipal 4 pada Laboratorium Energi dan Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selain itu serat juga dilakukan pengujian kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin. Pengujian ini dilakukan dengan metode *Chesson-Datta* di Laboratorium Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta. Berat kering awal (a) sampel ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan akuades dan direfluks dengan temperatur 100<sup>0</sup>C selama 2 jam. Setelah proses itu kemudian disaring dan dicuci dengan akuades sampai filtrat sampai 300 mL. Residu dari hasil filtrasi tersebut kemudian dikeringkan dengan pemanas dan ditimbang untuk mengetahui berat setelah filtrat pertama ditimbang kembali (b). Residu hasil ini kemudian dicampur dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebanyak 150 mL. Proses refluks diulangi sampai 3 (tiga) kali di mana berat residu kedua(c) dan berat residu ketiga(d) dan berat residu keempat (e) dicatat. Pengurangan massa dari setiap proses tersebut dicatat dan dihitung dengan persamaan untuk mengetahui kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin. Perhitungan kadar dari masing-masing kandungan tersebut diperoleh dari persamaan berikut,

$$\text{Kadar hemiselulosa} = \frac{(b-c)}{a} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$\text{Kadar selusosa} = \frac{(c-d)}{a} \cdot 100\% \quad (2)$$

$$\text{Kadar lignin} = \frac{(d-e)}{a} \cdot 100\% \quad (3)$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelepah salak dari kabupaten Bojonegoro sebagai *raw material* dipotong dan dibelah menjadi bagian kecil-kecil sebelum dilakukan perlakuan-perlakuan yang lain. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah proses perendaman dan pengambilan serat pada pelepah salak tersebut. Potongan pelepah salak kemudian dilakukan perendaman dengan larutan NaOH 5%. Fungsi dilarutkan dengan larutan alkali yaitu untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa untuk meningkatkan kandungan selulosa, di mana tujuan proses ini adalah memisahkan lignin dengan pengotor sehingga di dapatkan serat lebih yang lebih bersih dari zat pengotor. NaOH dipilih karena sifatnya kelarutannya dalam air yang relatif mudah dan dapat mengalami proses ionisasi secara sempurna karena merupakan basa kuat. Pertimbangan lain menggunakan larutan ini salah satunya terkait harganya yang relatif murah dibandingkan larutan basa sejenis. Proses perendaman dilakukan dengan larutan NaOH 5% yang dilakukan selama 4 jam. Proses kemudian dilanjutkan dengan pembilasan dengan aquades untuk meminimalisir sisa-sisa pengotor.



Gambar 4. Potongan Pelepah Salak Bojonegoro

Potongan pelepah salak kemudian dilakukan perendaman dengan larutan NaOH 5%. Fungsi dilarutkan dengan larutan alkali yaitu untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa untuk meningkatkan kandungan selulosa, di mana tujuan proses ini adalah memisahkan lignin dengan pengotor sehingga di dapatkan serat lebih yang lebih bersih dari zat pengotor. NaOH dipilih karena sifatnya kelarutannya dalam air yang relatif mudah dan dapat mengalami proses ionisasi secara sempurna karena merupakan basa kuat. Pertimbangan lain menggunakan larutan ini salah satunya terkait harganya yang relatif murah dibandingkan larutan basa sejenis. Proses perendaman dilakukan dengan larutan NaOH 5% yang dilakukan selama 4 jam. Proses kemudian dilanjutkan dengan pembilasan dengan aquades untuk meminimalisir sisa-sisa pengotor.



Gambar 5. Perendaman dengan Larutan alkali

Pengambilan serat pelepah salak dilakukan dengan menghancurkan pelepah salak yang telah dilakukan proses perendaman dengan larutan alkali. Serat pelepah salak kemudian diambil dengan menggunakan sikat besi. Serat pelepah salak kemudian dikeringkan sampai serat kering di bawah sinar matahari. Serat yang telah kering ditampilkan seperti pada Gambar 6 berikut ini,



Gambar 6. Serat setelah proses pengeringan

Pada Gambar 6 dapat diamati serat setelah dilakukan perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH. Terlihat terdapat perbedaan secara fisik baik warna maupun serat. Serat yang mengalami proses perendaman larutan alkali memiliki bentuk yang lebih teratur. Sedangkan dari segi warna, serat yang telah ditreatment dengan alkali mempunyai warna yang lebih gelap karena adanya reaksi kimia sehingga mengubah strukturnya. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Darmanto [13] bahwa perlakuan alkali pada serat bundle salak menghasilkan serat dengan warna coklat, berbeda dengan ketika tanpa perlakuan di mana serat cenderung berwarna cream. Tekstur serat juga terlihat lebih kasar. Hal ini sesuai dengan yang dilakukan oleh Mahjoub,dkk [14] yang mengamati bahwa perlakuan serat dengan NaOH 5% mengurangi matriks sehingga microfibril terlihat jelas dan menjadikan serat lebih kasar bila dibandingkan dengan serat yang mengalami perlakuan alkali dengan NaOH 1 % dan serat tanpa perlakuan.

Serat pelepah salak yang telah kering kemudian dilakukan karakterisasi dengan menggunakan pengujian XRF (*X-Ray Fluorescence*) untuk mengetahui kandungan unsur dan senyawanya. Pengujian dilakukan di Laboratorium Energi dan Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Hasil pengujian XRF ditampilkan dalam Tabel 1 berikut,

Tabel 1. Kandungan Unsur dalam Serat Pelepah Salak

Nama Unsur	Persentase (%)
Ca	56,2
Mn	18,8
Si	8,7
K	7,5
Fe	2,9
Cu	2,0
P	2
Re	2
Zn	0,1
Zr	0,1

Sedangkan kandungan senyawa ditampilkan pada Tabel 2 sebagai berikut,

Tabel 2. Kandungan Senyawa dalam Serat Pelepah Salak

Nama Senyawa	Persentase (%)
CaO	53,9
MnO	15,2
SiO <sub>2</sub>	15
K <sub>2</sub> O	6,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,6
CuO	1,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,9
Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	1
ZnO	0,2
ZrO <sub>2</sub>	0,1

Pengujian kadar lignoselulosa (selulosa, hemiselulosa dan lignin) dengan menggunakan metode *Chesson - Datta* dilakukan di laboratorium Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta. Metode ini dipilih karena merupakan salah satu metode yang cukup akurat karena menggunakan pendekatan gravimetri yang detail Untuk mengetahui kadar lignoselulosa maka dilakukan pengukuran terhadap berat sampel awal dan residu. Hasil penimbangan berat sampel dalam 2 (dua) kali pengulangan ditampilkan dalam Tabel 3 berikut,

Tabel 3. Pengukuran Berat Sampel dalam Pengujian Kandungan Lignoselulosa

Ket.	Berat (g)	
	I	II
a	1,0008	1,0015
b	0,8216	0,8334
c	0,6721	0,6720
d	0,1212	0,1239
e	0,0015	0,0013

Di mana:

- a = berat kering sampel (awal)
- b = berat residu pertama (after reflux 1)
- c = berat residu kedua (after reflux 2)
- d = berat residu ketiga (after reflux 3)
- e = berat residu keempat (after furnace)

Perhitungan kadar lignoselulosa ditampilkan dalam Tabel 4 berikut,

Tabel 4. Kadar Kandungan Lignoselulosa dalam Serat Pelepeh Salak

Kandungan	Kadar (%)
Selulosa	54,89 ± 0,225
Hemiselulosa	15,53 ± 0,833
Lignin	12,10 ± 0,199

Hasil perhitungan lignoselulosa menggunakan metode Chesson – Datta pada serat pelepah salak diketahui bahwa kandungan selulosa sebanyak 54,89 %, kandungan hemiselulosa sebanyak 15,53 % dan kandungan lignin sebanyak 12,10 %. Selulosa adalah unsur utama dari dinding sel pada tumbuhan. Kandungan selulosa penting untuk diketahui pada serat yang akan digunakan sebagai material penguat dalam komposit karena jika serat mempunyai kandungan selulosa yang tinggi maka akan mempengaruhi sifat mekanis komposit yang terbentuk seperti kekuatan tarik komposit [15]. Lignin merupakan polimer alami yang ditemukan pada dinding sel tanaman yang berfungsi sebagai perekat untuk hemiselulosa dan selulosa pada tanaman sehingga berperan dalam memberikan struktur yang kaku pada tumbuhan [16]. Sifat ini baik tetapi dalam konteks menjadi serat dalam komposit maka dapat menurunkan sifat mekanisnya seperti kekuatan tarik dan kekakuan komposit dikarenakan kehadiran lignin dapat menghambat interaksi antara matriks dan serat karena sifatnya yang hidrofobik. Hal ini menjadi kelemahan di mana dalam material komposit sifat-sifat mekanis tersebut merupakan sifat yang ingin diperoleh dari material komposit [17,18]. Oleh karena itu kehadiran lignin dalam material komposit sebaiknya diminimalisir bahkan dihilangkan. Untuk mendapatkan serat alami tumbuhan yang akan digunakan dalam bahan komposit dengan kadar lignin yang rendah maka lignin perlu dihilangkan. Metode yang dilakukan untuk tujuan tersebut adalah delignifikasi. Sebelum delignifikasi dilakukan, serat dipotong sekecil mungkin agar memecah rantai polimer yang panjang dan memudahkan proses pemisahan lignin dengan selulosa [19]. Penggunaan larutan alkali pada penelitian ini yaitu NaOH 5% dimaksudkan agar larutan basa ini masuk ke pori serat pelepah salak dan memecah lignin.

Serat pelepah salak tanpa perlakuan menurut Darmanto [20] mengandung selulosa sebesar 47,18%, hemiselulosa sebesar 31,89% dan lignin sebesar 22,7%. Sedangkan menurut Raharjo [22] serat pelepah salak tanpa perlakuan mengandung selulosa sebesar 42,54%, hemiselulosa sebesar 34,35% dan lignin sebesar 28,01%. Dalam penelitian ini, setelah dilakukan perlakuan alkali dengan NaOH 5% dapat menurunkan kadar hemiselulosa sebesar kurang lebih 15-17 % sehingga kadar selulosa mengalami peningkatan sebesar 7-12%. Hal ini sesuai dengan yang dilakukan oleh Raharjo [21] bahwa perlakuan alkali pada serat pelepah salak menurunkan hemiselulosa sebesar 4% dibandingkan bila tanpa perlakuan. Hal ini dikarenakan rusaknya gugus hidroksil yang disebabkan karena reaksi serat dengan NaOH sehingga menyebabkan kadar hemiselulosa dan lignin mengalami penurunan. NaOH lebih mudah bereaksi dengan komponen yang bersifat amorf yaitu hemiselulosa dan lignin dibandingkan dengan selulosa yang bersifat kristalin. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa

serat pelepah salak yang telah dilakukan perlakuan alkali dengan NaOH 5 % mempunyai kandungan selulosa cukup tinggi yaitu 54,89% dan lignin yang rendah yaitu 12,10 %. Kekuatan serat alam tergantung dari selulosanya [22]. Peningkatan sifat mekanik komposit juga dipengaruhi oleh banyaknya selulosa pada serat [23]. Dengan kandungan selulosa ini, maka serat pelepah salak dari kabupaten Bojonegoro berpeluang untuk menjadi serat penguat komposit dengan sifat mekanis yang baik.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah telah dilakukan sintesis dan karakterisasi serat pelepah salak dari Kabupaten Bojonegoro. Sintesis dilakukan dengan perlakuan alkali NaOH 5% untuk mengoptimalkan kandungan selulosa yang dihasilkan. Karakterisasi meliputi kandungan mineral dengan pengujian XRF di mana kandungan mineral terbanyak adalah CaO sebesar 53,9 %. Selain itu dilakukan pengujian kandungan lignoselulosa dengan menggunakan metode Chesson – Datta di mana serat pelepah salak mengandung selulosa yang cukup tinggi yaitu 54,89 % dan lignin yang cukup rendah yaitu 12,10%. Hal ini membuka peluang serat dari pelepah salak ini untuk menjadi salah satu alternatif serat penguat komposit dengan sifat mekanis yang baik. Perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait dengan sifat mekanis komposit dengan penambahan serat pelepah salak untuk referensi lanjutan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PPI Madiun yang memberikan pendanaan dalam penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang telah diharapkan. Kami sampaikan terima kasih juga kepada warga desa Wedi Kecamatan Dander Kabupaten Bojonegoro yang telah bersedia untuk memberikan bantuan kepada penulis terkait kebutuhan bahan dan data penelitian. Tak lupa kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan baik dalam pengumpulan bahan, pengujian dan analisis data agar penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan mendapatkan hasil yang optimal. Semoga penelitian ini bermanfaat untuk penulis pada khususnya dan kepada pembaca pada umumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Introduction to Composite," dalam *Fiber Composites*, IntechOpen, 2020, pp. 1-27.
- [2] A. M. W. F. ., R. A. S. H. P. Yu, "Investigation on the physical, mechanical and microstructural properties of epoxy polymer matrix with crumb rubber and short fibres for composite railway sleepers," *Construction and Building Materials*, 2021.
- [3] N. M. R. R. Stark, "Effect of Wood Fiber Characteristics on Mechanical Properties of Wood-Polypropylene Composite," *Wood and Fiber Science*, 2002.
- [4] D. Y. R. W. X. X. J Zhang, "Vibro-acoustic modelling of high-speed train composite floor and contribution analysis of its constituent materials," *Composite Structures*, 2020.
- [5] A. S. F. L. M. Y. W. W. Z Zeng, " Experimental study on the vibration reduction characteristics of the ballasted track with rubber composite sleepers," *Construction and Building Materials*, 2020.
- [6] N. F. Apriliani, "Improving wear performance, physical, and mechanical properties of iron sand/epoxy composite modified with carbon powder," *Results of Materials*, pp. 5-10, 2024.
- [7] D. S. d. M. Putra, "SERAT ALAM SEBAGAI BAHAN KOMPOSIT RAMAH LINGKUNGAN," *CIVeng* , pp. 55-60, 2024.
- [8] A. S. S Biswas, "A comparative study on erosion characteristics of red mud filled bamboo–epoxy and glass–epoxy composites," *Materials and Design*, 2010.
- [9] M. G. N. P. RA Kamal, "Analisis Uji Balistik Komposit Serat Pelepah Salak Dengan Resin Epoksi dan Silicon Carbida (SiC) Menggunakan Metode Vacuum Bag," dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains Teknologi dan Inovasi Indonesia*, 2021.
- [10] Y. E. I. A Ghofur, "Pemberdayaan Masyarakat dalam Pemanfaatan Limbah Kulit Salak Menjadi Produk Unggul Melalui Model Industri Kreatif di Kecamatan Kapas Kabupaten Bojonegoro," *Community Engagement & Emergence Journal*, 2020.

- [11] I. Setyaningtyas, M. Dawud dan N. Djohar, "STRATEGI USAHA MIKRO PENGOLAHAN SALAK DALAM MENINGKATKAN PEREKONOMIAN DESA WEDI KECAMATAN KAPAS KABUPATEN BOJONEGORO," *Jurnal Ilmiah Membangun Desa dan Pertanian (JIMDP)*, pp. 127-140, 2024.
- [12] K. Kunt, F. Dur, B. Ertinma, M. Yıldırım dan S. P. EM Derun, "Utilization of Boron Waste as an Additive for Cement Production," *CBU J. of Sci*, pp. 383-389, 2015.
- [13] S. S. E. J. Darmanto, "Peningkatan Kekuatan Serat Pelepah Salak dengan Perlakuan Alkali dan Pengukusan," dalam *Science and Engineering National Seminar*, 2015.
- [14] R. Mahjoub, J. Yatim, A. Mohd Sam dan S. Hashemi, "Tensile properties of kenaf fiber due to various conditions of chemical fiber surface modifications," *Constructions and Building Materials*, pp. 103-113, 2014.
- [15] R. d. K. H. Hariani, "Uji Fisik Dan Kimia Pulp Dari Pelepah Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan 5*, pp. 26-30, 2022.
- [16] H. A. Permana, F. Delvitasari, W. R. Hartari dan d. Maryanti, "Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Suhu Delignifikasi pada Kandungan Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, pp. 51-58, 2024.
- [17] P. M. Raja, R. Maharany dan D. Giyanto dan Elfrida Marpaung, "Pengaruh Konsentrasi Natrium Hidroksida (Naoh) Terhadap Kualitas Kertas Tisu Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)," *Journal Biology Education, Science, and Tecnology*, p. 239–245, 2023.
- [18] A. Shobib, T. Da Silva, B. Pramudono, N. Rokhati dan M. dan Kasmiyatun, "Analisis Komposisi Selulosa, Hemiselulosa, Dan Lignin Dalam Berbagai Jenis Kayu : Metode Chesson-Datta," *Inovasi Teknik Kimia*, p. 309–314, 2023.
- [19] Z. Z. P. Y. K. F. H. Z. Y Xiao, " Mechanical and tribological behaviors of copper metal matrix composites for brake pads used in high-speed trains," *Tribology International*, 2017.
- [20] S. Darmanto dan J. W. R. Rochardjo H, "Effects of alkali and steaming on mechanical properties of snake fruit (Salacca) fiber," dalam *INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING, SCIENCE AND NANOTECHNOLOGY*, Solo, 2016.
- [21] R. WP, "Karakteristik Komposit Bermatriks Low Density Polyethylen dengan Penguat Serat dari Pelepah Salak (Zalacca Edulis)," Universitas Brawijaya, Malang , 2019.
- [22] Salim dan W. W, "Pengaruh Kandungan Cristaline Indeks Selulosa Pada Serat Kenaf," *Bahari Jogja*, pp. 47-65, 2017.