

# Utilization of Banana Stem Fiber as a Composite Material to Replace Non-Asbestos Motorcycle Brake Pads

## [Pemanfaatan Serat Pelepah Pisang Sebagai Material Komposit Pengganti Kampas Rem Sepeda Motor Non-Asbestos]

Avit Dwi Payana<sup>1)</sup>, Prantasi Harmi Tjahjanti<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi : prantasiharmitjahjanti@umsida.ac.id

**Abstract.** *his study aims to evaluate the potential of banana midrib fiber as an alternative non-asbestos material for motorcycle brake pads. Three variations of composition banana midrib fiber powder, aluminum powder, and brass powder were tested to determine their effect on the hardness and toughness of the material. Mechanical testing methods included Durometer Shore D for hardness and the Charpy impact test for toughness. The results showed that increasing the proportion of metallic powders enhanced the material's hardness but reduced its toughness. Specimen III (30% banana fiber powder, 35% aluminum, 35% brass) had the highest hardness value (74.5 Shore D), while Specimen I exhibited the highest impact strength (2624.66 kJ/m<sup>2</sup>). This study demonstrates that banana midrib fiber has strong potential as an eco-friendly reinforcement material in composite brake pads.*

**Keywords-** *Natural Fiber, Banana Midrib, Composite, Brake Pads, Non-Asbestos, Impact Test, Hardness Test*

**Abstrak.** *Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi serat pelepah pisang sebagai material alternatif Non-Asbestos dalam pembuatan kampas rem sepeda motor. Tiga variasi komposisi serat pelepah pisang, serbuk aluminium, dan serbuk kuningan diuji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekerasan dan ketangguhan material. Metode pengujian yang digunakan adalah uji kekerasan Durometer Shore D dan uji impak Charpy. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan kadar serbuk logam meningkatkan kekerasan, namun menurunkan ketangguhan. Spesimen III (30% serbuk pelepah pisang, 35% aluminium, 35% kuningan) memiliki kekerasan tertinggi (74,5 Shore D), sementara spesimen I menunjukkan ketangguhan impak tertinggi (2624,66 kJ/m<sup>2</sup>). Penelitian ini membuktikan bahwa pelepah pisang memiliki potensi sebagai bahan penguat komposit ramah lingkungan untuk kampas rem.*

**Kata Kunci -** *Kampas Rem, Uji Impak, Uji Kekerasan*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di bidang otomotif mendorong terciptanya inovasi material yang lebih ramah lingkungan, efisien, dan ekonomis. Salah satu bagian penting dalam kendaraan bermotor yang sangat berperan terhadap keselamatan adalah sistem pengereman. Komponen utama dari sistem rem adalah kampas rem, yang bertugas mengubah energi kinetik kendaraan menjadi energi panas melalui gesekan. Oleh karena itu, pemilihan material kampas rem harus mempertimbangkan kekuatan mekanik, ketahanan aus, dan kestabilan termal [1].

Material kampas rem konvensional banyak yang masih mengandalkan asbestos. Meskipun memiliki performa yang baik dalam hal ketahanan panas dan gesekan, asbestos telah terbukti bersifat karsinogenik dan membahayakan kesehatan manusia. Penggunaan asbestos juga berdampak negatif terhadap lingkungan karena sulit terurai. Oleh karena itu, diperlukan material alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan untuk menggantikan asbestos dalam pembuatan kampas rem [2].

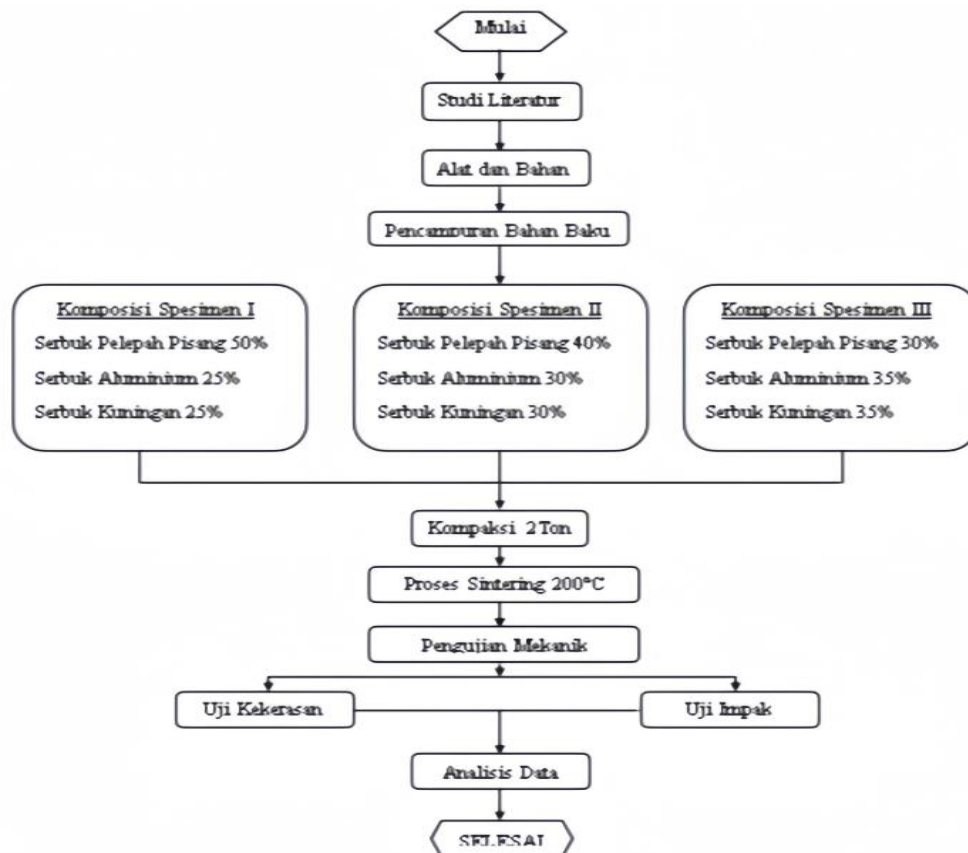
Serat alam menjadi salah satu solusi material alternatif yang menjanjikan. Salah satu jenis serat alam yang potensial adalah serat pelepah pisang. Indonesia sebagai negara agraris memiliki ketersediaan pelepah pisang yang melimpah. Pelepah pisang memiliki kandungan selulosa yang tinggi serta kekuatan tarik dan tekan yang baik. Potensi ini menjadikannya kandidat ideal sebagai bahan penguat dalam material komposit [3].

Material komposit adalah material gabungan dari dua atau lebih komponen berbeda yang menghasilkan sifat baru yang lebih unggul dibandingkan komponen asalnya. Dalam konteks kampas rem, penggunaan serat pelepah pisang sebagai penguat dikombinasikan dengan serbuk logam seperti aluminium dan kuningan serta resin epoksi sebagai matriks diharapkan menghasilkan material yang memiliki kekerasan tinggi dan ketahanan impact yang baik[4]. Aluminium dikenal sebagai logam ringan dengan kekuatan mekanik dan ketahanan korosi yang baik, sementara kuningan memiliki kekuatan tekan dan daya hantar panas yang tinggi. Kombinasi kedua logam ini dengan serat pelepah pisang dapat menciptakan sinergi yang menghasilkan material komposit dengan performa yang optimal sebagai kampas rem non-asbestos[5].

## II. METODE

### A. Diagram Alir Penelitian

Metodologi yang digunakan pada proses penyusunan serta proses urutan pada saat penelitian ini digambarkan dalam diagram alir (*flow chart*). Berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada **Gambar 1**. Berikut :



**Gambar 1.** Diagram Alir

## B. Tempat Dan Waktu Penelitian

Dalam penelitian dan pengujian ini dilakukan di laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan Laboratorium Teknik Mesin Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo. Penelitian dimulai dari studi literatur tentang pembuatan kampas rem *non-asbestos* berbahan komposit serat alam dan beberapa tahapan yaitu persiapan alat, bahan dan alat uji [6].

## C. Peralatan Dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut : Gambar 2 merupakan cetakan benotuk persegi panjang



**Gambar 2** Cetakan

dengan ukuran 100 mm x 70mm dengan ketebalan 5 mm, jangka sorong, timbangan, saringan/ayakan, oven rumah, mesin hidrolik. Sedangkan bahan-bahan yang diperlukan:

1. serbuk Pelepah Pisang dapat dilihat pada gambar 3 berikut :



**Gambar 3.** Serbuk Pelepah Pisang

2. Serbuk Aluminium dapat dilihat pada gambar 4 berikut :



**Gambar 4.** Serbuk Aluminium

3. Serbuk Kuningan dapat dilihat pada gambar 5 berikut :



**Gambar 5.** Serbuk Kuningan

4. Resin Epoksi dapat dilihat pada gambar 6 berikut :



**Gambar 6.** Resin Epoksi

Alat dan bahan telah disiapkan selanjutnya tahapan pembuatan specimen komposit dengan tiga variasi komposisi:

- Speimen I: 50% serbuk pelepah pisang, 25% alumina, 25% kuningan
- Speimen II: 40% serbuk pelepah pisang, 30% alumina, 30% kuningan
- Speimen III: 30% serbuk pelepah pisang, 35% alumina, 35% kuningan

Setiap bahan dihaluskan dan diayak (50 mesh), kemudian dicampur dengan resin epoksi dan katalis, dipres menggunakan mesin hidrolik, dan disinter pada suhu 200°C. Uji mekanik yang dilakukan mencakup:

- Uji Kekerasan: menggunakan Durometer Shore D dapat dilihat pada gambar 7 berikut :



**Gambar 7.** Alat Uji Durometer Shore D

- Uji Impak: menggunakan mesin uji Charpy dapat dilihat pada gambar 8 berikut :




Gambar 8. Mesin Uji Impak Charpy

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Uji Durometer

Hasil Uji Durometer Shore D, Dapat dilihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Hasil Uji Durometer Shore D

No. Spe sime n	Ko mpo sisi	Hasil Uji Du ro me te r	Do ku me ntasi
1	Se rbu k Pe le pah Pisang 50%, Se rbu k Ku ningan 25%, Se rbu k Alu miniu m 25%	68,5 HD	

2                      Se rbu k Pe le pah  
                          Pisang      40%,  
                          Se rbu k  
                          Ku ningan 30%,      71.5 HD  
                          Se rbu k  
                          Alu miniu m 30%

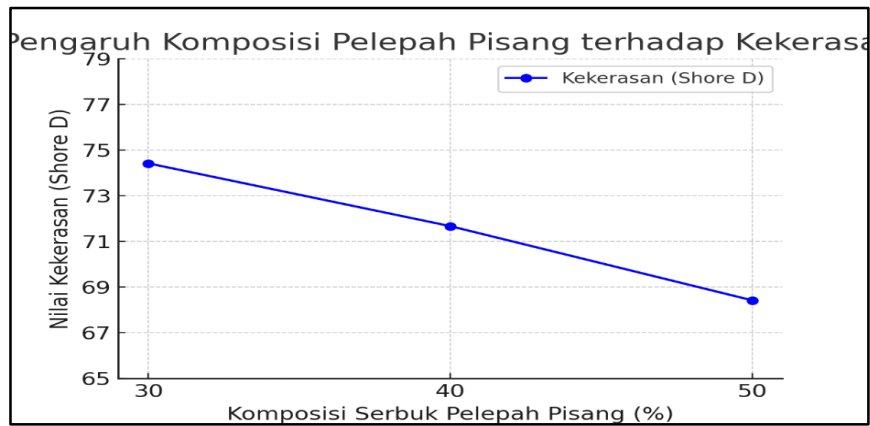


                         Se rbu k Pe le pah  
                          Pisang      30%,  
                          Se rbu k  
                          Ku ningan 35%,      74,5 HD  
                          Se rbu k  
                          Alu miniu m 35%



Be rdasarkan hasil pe ngu jian, nilai ke ke rasan te rtinggi te rdapat pada spe sime n III de ngan ko mpo sisi 30% se rbu k pe le pah pisang, 35% se rbu k alu miniu m, dan 35% se rbu k ku ningan. Hal ini me nu nju kkan bahwa pe ningkatan kadar se rbu k alu miniu m dan ku ningan me ningkatkan nilai ke ke rasan mate rial.

Un tu k le bih je lasnya, dapat dilihat pada Gambar 9 yang me nu nju kkan grafik pe ngaru h variasi ko mpo sisi bahan te rhadap ke ke rasan.






**Gambar 9.** Grafik pe ngaru h variasi ko mpo sisi bahan te rhadap ke ke rasan du ro me ter *Shore D*

## B. Hasil Uji Impak

Pe ngu jian dilaku kan me ngu nakan alat uji impak *Charpy*, Hasil Uji Impak *Charpy* dapat dilihat pada tabel 2 beriku t:

**Tabel 2.** Hasil Uji Impak *Charpy*

No . Spe sime n	Ko mpo sisi	Hasil Rata-Rata Uji Impak <i>Charpy</i> IS (kJ/m <sup>2</sup> )	Do ku me ntasi
1	Se rbu k Pe le pah Pisang 50%, Se rbu k Ku ningan 25%, Se rbu k Alu miniu m 25%	2624,66 kJ/m <sup>2</sup>	
2	Se rbu k Pe le pah Pisang 40%, Se rbu k Ku ningan 30%, Se rbu k Alu miniu m 30%	2598,80 kJ/m <sup>2</sup>	
3	Se rbu k Pe le pah Pisang 30%, Se rbu k Ku ningan 35%, Se rbu k Alu miniu m 35%	2559,88 kJ/m <sup>2</sup>	

### Rumus Perhitungan Spesimen :

U ntu k me nghitu ng e ne rgi impak ( $\Delta E_i$ ) digu nakan ru mu s :

$$\Delta E = m \cdot g \cdot L \cdot (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Dimana :

- $m$  = Massa pe ndu lu m (16 kg)
- $g$  = Pe rce patan gravitasi (9,81 m/s<sup>2</sup>)

- $L$  = Panjang le ngan ayu n (0,953 m)
- $\alpha$  = Su du t awal se be lu m tu mbu kan ( $0^\circ$ )
- $\beta$  = Su du t se te lah tu mbu kan  $139,5^\circ$  (co nto h spe sime n I)

U ntuk me nghitu ng *impact stre ngth* (IS) digu nakan ru mu s :

$$IS = \frac{\Delta E}{A}$$

Dimana :

- $A$  = Lu as pe nampang spe sime n (  $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} = 100 \text{ mm}^2 = 0,0001 \text{ m}^2$ )

**Perhitungan :**

- **Perhitungan Nilai Consinus** Me nggu nakan fu ngsi co nsinu s :

$$\text{Co s } (0^\circ) = 1$$

$$\text{Co s } (139,5^\circ) = -0,766$$

- **Substitusi ke dalam Rumus** su bstitu si nilai yang dipe ro leh ke dalam ru mu s :

$$\Delta E = 16 \times 9.81 \times 0.953 \times (1 - (-0.766))$$

$$\Delta E = 16 \times 9.81 \times 0.953 \times (1 + 0.766)$$

$$\Delta E = 16 \times 9.81 \times 0.953 \times 1,766$$

$$\Delta E = 263,33 \text{ Jo u le}$$

- **Menghitung Impact Stre ngth :**

$$IS = \frac{\Delta E}{A}$$

De ngan :

- **IS** = Impact Stre ngth ( $\text{kJ/m}^2$ )
- $\Delta E$  = E ne rgi impak yang dise rap (Jo u le )
- $A$  = Lu as pe nampang spe sime n yang te rke na impak ( $\text{m}^2$ )

Jika spe sime n me miliki dime nsi :

- Le bar =  $10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$
- Te bal =  $10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$

Maka lu as pe nampangnya adalah :

$$A = 0,01 \times 0,01 = 0,0001 \text{ m}^2$$

Ke mu dian, su bstitu si nilai  $\Delta E$  dari tabe l ke dalam ru mu s :

$$IS = \frac{263,33}{0,0001} = 2633,27 \text{ Kj /m}^2$$

Dari hasil pe ngu jian, spe sime n III me miliki nilai *impact stre ngth* te re ndah dibandingkan spe sime n lainnya. Hal ini me nu nju kkan bahwa se makin re ndah nilai *impact stre ngth* nya me nu nju kkan bahwa mate rial te rse but le bih tahan akan be ban ke ju t, maka mate rial me njadi le bih tanggu h te rhadap be ban impak.

Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 10 yang menunjukkan grafik pengaruh variasi komposisi bahan terhadap *impact strength*.



Gambar 10. Grafik pengaruh variasi komposisi bahan terhadap *impact strength*

#### IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian impact Charpy dan kekerasan durometer Shore D yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai *impact strength* tertinggi terdapat pada Specimen I sebesar 2624,66 kJ/m<sup>2</sup>, sedangkan nilai terendah terdapat pada Specimen III sebesar 2559,88 kJ/m<sup>2</sup>, Perbandingan nilai *impact strength* ini menunjukkan bahwa specimen III lebih baik karena *impact strength* nya lebih rendah (cenderung lebih keras) dikarenakan nilai 2559,88 kJ/m<sup>2</sup> masih tergolong sangat tinggi untuk kampas rem.
2. Nilai kekerasan Durometer Shore D terendah terdapat pada Specimen I dengan nilai 68,5 dan nilai tertinggi terdapat pada specimen III dengan nilai 74,5 yang menunjukkan bahwa specimen III ini memiliki daya tahan aus yang lebih baik dibandingkan specimen lainnya
3. Sebagai material kampas rem specimen III memiliki nilai *impact strength* yang lebih rendah dan nilai kekerasan yang tinggi lebih diinginkan karena menunjukkan daya tahan lebih baik terhadap aus.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta rekan aslab, rekan himpunan, maupun teman-teman seperjuangan yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini.

#### REFERENSI

- [1] K. Ardiansyah, "Skripsi pemanfaatan campuran pelepah pisang dan serbuk tempurung kelapa sebagai alternatif pembuatan kampas rem non-asbestos," 2022.
- [2] F. Dwi Fitrianto, "Pemanfaatan Serbuk Tonkol Jagung Sebagai Alternatif Bahan Friksi Kampas Rem Non-Asbestos Sepeda Motor," *Skripsi*, 2012.
- [3] J. R. Material and M. Enegi, "Analisis Signifikansi Roda Skateboard Berbahan Komposit Serbuk Batang Pisang Terhadap Performa Kecepatan Dengan Metode Anova," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Enegi*, vol. 4, no. 2, pp. 83–90, 2021, doi: 10.30596/rmme.v4i2.8068.
- [4] Iskandar Fajri, Rahmat and dan T. Sugiyanto, "STUDI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT SANSEVIERIA CYLINDRICA DENGAN VARIASI FRAKSI VOLUME BERMATRIK

POLYESTER,” *J. FE MA*, vol. 1, no. 2, 2013.

- [5] D. S. W. Santoso, Yuyun Estriyanto, “Studi Pe manfaatan Campuran Serbuk Tempurung Kelapa-Aluminium Sebagai Material Alternatif Kampas Rem Sepeda Motor Non-Asbestos,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019.
- [6] K. Buah, M. Dan, A. B. U. Layang, F. L. Y. Ash, and B. S. S. Fisikanya, “Analisis kampas rem komposit dari karbon ku lit bu ah maho ni dan abu layang ( fly ash ) batu bara se rta sifat-sifat fisikanya skripsi,” 2018.