

Pemanfaatan Serat Pelepeh Pisang Sebagai Bahan Penguat Komposit Kampas Rem Sepeda Motor *Non-Asbestos* (*Utilization of Banana Stem Fiber as a Reinforcing Material for Non-Asbestos Motorcycle Brake Pad Composites*)

Prantasi Harmi Tjahjanti¹, Avit Dwi Payana²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

E-mail: ¹prantasiharmi@umsida.ac.id, ²afhitdwi12383@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mengkaji serat pelepeh pisang sebagai bahan penguat alternatif yang tidak mengandung asbestos untuk kampas rem sepeda motor berbasis komposit. Untuk membuat kampas rem, komposisi serat pelepeh pisang, serbuk aluminium, dan serbuk kuningan diubah dalam tiga variasi fraksi massa. Pengujian sifat mekanik dilakukan untuk mengetahui bagaimana perbedaan komposisi berdampak pada ketangguhan dan kekerasan material. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji impak *Charpy* dan uji kekerasan *Durometer Shore D*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saat fraksi serbuk aluminium dan kuningan meningkat, diikuti peningkatan nilai kekerasan, namun nilai *impact strenght* turun. Kekerasan tertinggi diperoleh dari spesimen yang terdiri dari 30% serbuk pelepeh pisang, 35% serbuk aluminium, dan 35% serbuk kuningan, dengan nilai 74,5 Shore D. Spesimen yang terdiri dari 50% serbuk pelepeh pisang, 25% serbuk aluminium, dan 25% serbuk kuningan memperoleh nilai *impact* tertinggi sebesar 2624,66 kJ/m². Karena kekerasan tinggi tetapi nilai *impact strength* yang masih dalam batas aman, spesimen dengan kandungan serbuk logam lebih tinggi adalah yang paling cocok untuk digunakan sebagai kampas rem sepeda motor. Studi ini menunjukkan bahwa serat pelepeh pisang dapat digunakan sebagai penguat komposit kampas rem yang ramah lingkungan.

Kata kunci: kampas rem, serat pelepeh pisang, komposit non-asbestos, kekerasan, impak

Abstract

This study examines banana stem fiber as an alternative reinforcing material that does not contain asbestos for composite-based motorcycle brake pads. To make the brake pads, the composition of banana stem fiber, aluminum powder, and brass powder was changed in three variations of mass fractions. Mechanical property testing was carried out to determine how the different compositions impact the toughness and hardness of the material. Tests were carried out using the Charpy impact test and the Shore D Durometer hardness test. The results showed that as the fraction of aluminum and brass powder increased, the hardness value increased, but the impact strength value decreased. The highest hardness was obtained from a specimen consisting of 30% banana stem powder, 35% aluminum powder, and 35% brass powder, with a value of 74.5 Shore D. Specimens consisting of 50% banana stem powder, 25% aluminum powder, and 25% brass powder obtained the highest impact value of 2624.66 kJ/m². Due to their high hardness but impact strength values that are still within safe limits, specimens with a higher metal powder content are most suitable for use as motorcycle brake pads. This study shows that banana stem fibers can be used as an environmentally friendly brake pad composite reinforcement.

Keywords: brake pad, banana stem fiber, non-asbestos composite, hardness, impact

1. PENDAHULUAN

Dengan kemajuan dalam teknologi otomotif, diperlukan material yang kuat, efisien, dan ramah lingkungan, terutama untuk bagian yang sangat penting untuk keselamatan berkendara. Sistem pengereman merupakan komponen penting dalam keselamatan kendaraan bermotor. Dalam sistem pengereman, kampas rem mengubah energi kinetik kendaraan menjadi energi panas melalui mekanisme gesekan. Oleh karena itu, material yang digunakan untuk kampas rem harus memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, ketahanan aus yang tinggi, dan kestabilan termal yang baik dalam berbagai kondisi operasi [1], [2].

Asbestos masih banyak digunakan sebagai penguat dalam material kampas rem konvensional. Terlepas dari sifat gesek dan ketahanan panas asbestos, beberapa penelitian menunjukkan bahwa bahan itu bersifat karsinogenik dan berbahaya bagi tubuh manusia. Selain itu, limbah asbestos sulit terurai, yang berdampak buruk pada lingkungan. Kondisi ini mendorong penelitian tentang kampas rem non-asbestos yang lebih aman dan ramah lingkungan [3], [4].

Serat alam, seperti sabut kelapa, ampas tebu, dan tempurung kelapa, dapat digunakan sebagai penguat kampas rem dengan karakteristik mekanik yang baik. Studi di Indonesia telah menunjukkan bahwa penggunaan serat alam dapat mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan nilai guna limbah biomassa yang melimpah di Indonesia [5]–[8].

Serat pelepah pisang adalah salah satu serat alam yang memiliki potensi yang sangat besar. Indonesia, yang merupakan negara agraris, menghasilkan banyak limbah pelepah pisang yang belum dimanfaatkan secara efektif. Dengan kandungan selulosa yang tinggi dan sifat mekaniknya yang luar biasa, serat pelepah pisang dapat digunakan sebagai bahan penguat dalam komposit. Penelitian telah menunjukkan bahwa jika diterapkan pada material kampas rem yang tidak terbuat dari asbestos, serat tersebut dapat memiliki karakteristik mekanik yang sebanding dengan kampas rem komersial [9]–[11].

Penambahan serbuk logam ke material komposit kampas rem meningkatkan sifat mekanik material selain penggunaan serat alam. Kuningan dan serbuk aluminium

masing-masing dikenal memiliki kekuatan tekan dan konduktivitas termal yang tinggi, dan keduanya dikenal memiliki kekuatan mekanik dan ketahanan korosi yang kuat. Namun, dilaporkan bahwa menggunakan campuran serat alam dengan keduanya dapat meningkatkan kekerasan dan stabilitas termal material kampas rem non-asbestos [12]–[14].

Studi di seluruh dunia menunjukkan tren yang serupa: serat alam, seperti serat pisang dan serat biomassa lainnya, digabungkan dengan matriks polimer dan partikel logam untuk membuat material kampas rem yang ramah lingkungan dan memiliki kinerja mekanik dan tribologi yang baik [15], [16]. Namun demikian, penelitian mengenai dampak komposisi serat pelepah pisang yang dikombinasikan dengan serbuk aluminium dan kuningan terhadap sifat mekanik kampas rem belum dilakukan.

Penelitian ini dilakukan dengan mengubah komposisi serat pelepah pisang, serbuk aluminium, dan serbuk kuningan ketika membuat kampas rem komposit non-asbestos. Untuk mengetahui bagaimana perbedaan komposisi berdampak pada ketangguhan dan kekerasan material, sifat mekanik diuji melalui uji impak *Charpy* dan uji kekerasan *Durometer Shore D*. Penelitian ini diharapkan akan membantu mengembangkan material kampas rem berbasis serat alam yang ramah lingkungan sebagai alternatif untuk kampas rem sepeda motor.

2. METODE PENELITIAN

a. Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan Laboratorium Teknik Mesin Universitas Ma'arif Hasyim Latif Sidoarjo. Kegiatan penelitian meliputi pembuatan spesimen kampas rem komposit non-asbestos serta pengujian sifat mekanik material.

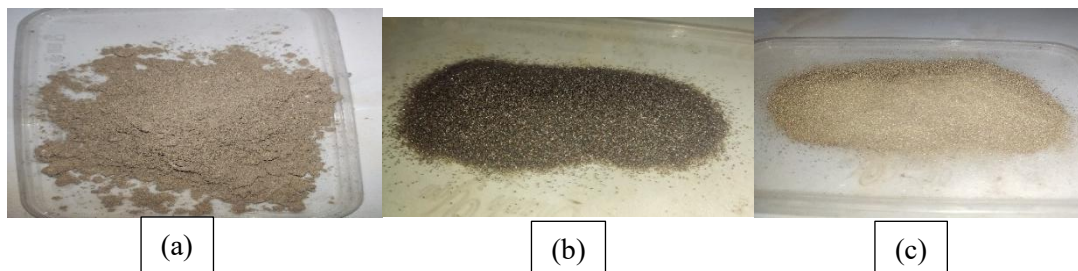
b. Peralatan Dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cetakan berbentuk persegi panjang dengan ukuran 100 mm × 70 mm × 5 mm, jangka sorong, timbangan digital, ayakan ukuran 50 mesh, oven pemanas, serta mesin press hidrolik. Cetakan spesimen yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Cetakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas serbuk pelepah pisang sebagai bahan penguat, serbuk aluminium dan serbuk kuningan sebagai bahan pengisi, serta resin epoksi dan katalis sebagai matriks pengikat. Serbuk pelepah pisang, serbuk aluminium, serbuk kuningan, dan resin epoksi masing-masing ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. (a) Serbuk Pelepah Pisang (b) Serbuk Aluminium (c) Serbuk Kuningan

Spesimen kampas rem komposit non-asbestos dibuat dengan tiga variasi komposisi berbasis fraksi massa (% berat), sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Variasi Komposisi Spesimen

Spesimen	Serbuk Pelepah Pisang (%)	Serbuk Aluminium (%)	Serbuk Kuningan (%)
I	50	25	25
II	40	30	30
III	30	35	35

c. Proses Pembuatan Spesimen

Terlebih dahulu, serbuk pelepah pisang dikeringkan, kemudian dihaluskan, dan kemudian diayak menggunakan ayakan 50 mesh. Serbuk kuningan dan aluminium juga diayak menggunakan ayakan yang sama untuk mendapatkan partikel yang sama ukurannya. Selanjutnya, masing-masing bahan ditimbang dengan mempertimbangkan variasi komposisi yang telah ditetapkan sebelumnya.

Selanjutnya, bahan-bahan tersebut dicampur secara merata dengan resin epoksi dan katalis hingga campuran yang homogen dihasilkan. Campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan mesin press hidrolik digunakan untuk mempress hingga spesimen menjadi padat. Setelah dicetak, spesimen dipanaskan pada suhu 200 °C untuk meningkatkan ikatan antarpartikel dan meningkatkan kestabilan material komposit.

d. Metode Pengujian

1) Uji Kekerasan

Untuk mengukur tingkat kekerasan permukaan spesimen kampas rem komposit, alat uji *Durometer Shore D* digunakan. Uji dilakukan dengan memberikan indentasi pada permukaan spesimen dan melihat nilai kekerasan yang ditunjukkan alat. Nilai kekerasan rata-rata diperoleh dengan menguji setiap spesimen pada beberapa titik pengukuran. Gambar 3 menunjukkan alat uji kekerasan *Durometer Shore D*.



Gambar 3. Alat Uji *Durometer Shore D*

2) Uji Impak

Material diuji ketangguhannya terhadap beban kejut dengan mesin uji impak *Charpy*. Setelah spesimen diletakkan padaudukan alat uji, pendulum memukulnya hingga patah. Energi pendulum sebelum dan sesudah tumbukan digunakan untuk menghitung

energi impak yang diserap spesimen. Gambar 2.7 menunjukkan skema alat uji impak *Charpy*.




Gambar 4. Mesin Uji Impak *Charpy*



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Uji *Durometer Shore D*

Hasil pengujian kekerasan *Durometer Shore D* terhadap spesimen kampas rem komposit non-asbestos ditunjukkan pada Tabel 3.1. Nilai kekerasan yang diperoleh menunjukkan adanya pengaruh variasi komposisi serbuk pelepah pisang, serbuk aluminium, dan serbuk kuningan terhadap sifat kekerasan material.

Tabel 2. Hasil Uji *Durometer Shore D*

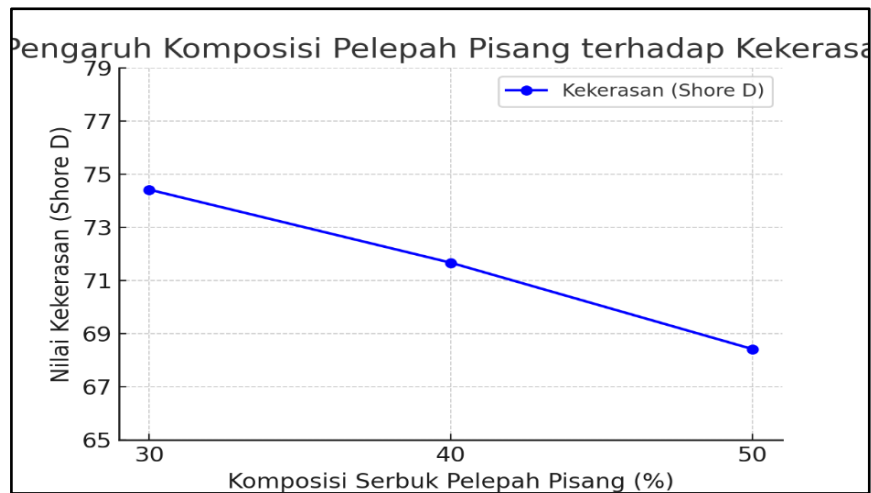
No. Spesimen	Komposisi	Hasil Uji Durometer	Dokumentasi
1	Serbuk Pelepah Pisang 50%, Serbuk Kuningan 25%, Serbuk Aluminium 25%	68,5 HD	

2	Serbuk Pelepah Pisang 40%, Serbuk Kuningan 30%, Serbuk Aluminium 30%	71,5 HD	
3	Serbuk Pelepah Pisang 30%, Serbuk Kuningan 35%, Serbuk Aluminium 35%	74,5 HD	

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa nilai kekerasan meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi serbuk aluminium dan kuningan dalam material komposit. Spesimen III memiliki nilai kekerasan tertinggi, yaitu sebesar 74,5 Shore D, sedangkan spesimen I memiliki nilai kekerasan terendah sebesar 68,5 Shore D. Peningkatan kekerasan ini menunjukkan bahwa keberadaan partikel logam berperan dalam meningkatkan ketahanan permukaan material terhadap deformasi dan keausan.

Peningkatan nilai kekerasan pada spesimen dengan kandungan serbuk logam yang lebih tinggi disebabkan oleh sifat intrinsik aluminium dan kuningan yang memiliki modulus elastisitas dan kekuatan tekan yang lebih besar dibandingkan serat alam. Partikel logam berfungsi sebagai penguat dan pembawa beban, sehingga mampu meningkatkan resistansi material terhadap penetrasi indentor. Selain itu, penurunan fraksi serat pelepah pisang menyebabkan berkurangnya rongga mikro (*void*) dalam material, yang turut berkontribusi terhadap peningkatan kekerasan komposit.

Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 5 yang menunjukkan grafik pengaruh variasi komposisi bahan terhadap kekerasan.






Gambar 5. Grafik pengaruh variasi komposisi bahan terhadap kekerasan *Durometer Shore D*

b. Hasil Uji Impak

Hasil pengujian impak *Charpy* terhadap spesimen kampas rem komposit non-asbestos ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai *impact strength* dihitung berdasarkan energi impak yang diserap oleh spesimen dibagi dengan luas penampang spesimen.

Tabel 3. Hasil Uji Impak *Charpy*

No. Spesimen	Komposisi	Hasil Rata-Rata Uji Impak (kJ/m ²)	Dokumentasi
1	Serbuk Pelepah Pisang 50%, Serbuk Kuningan 25%, Serbuk Aluminium 25%	2624,66 kJ/m ²	
2	Serbuk Pelepah Pisang 40%, Serbuk Kuningan 30%, Serbuk Aluminium 30%	2598,80 kJ/m ²	

3	Serbuk Pelepah Pisang 30%, Serbuk Kuningan 35%, Serbuk Aluminium 35%	2559,88 kJ/m ²	
---	--	---------------------------	--

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai impact strength menurun seiring dengan meningkatnya fraksi serbuk aluminium dan kuningan dalam material komposit. Spesimen I memiliki nilai impact strength tertinggi, sedangkan spesimen III memiliki nilai impact strength terendah. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada Gambar 3.1 yang menunjukkan grafik pengaruh variasi komposisi bahan terhadap *impact strength*.



Gambar 6. Grafik pengaruh variasi komposisi bahan terhadap *impact strength*

Penurunan nilai impact strength pada spesimen dengan kandungan serbuk logam yang lebih tinggi menunjukkan bahwa material menjadi lebih keras namun kurang ulet. Penambahan partikel logam meningkatkan kekakuan material, sehingga kemampuan material untuk menyerap energi kejut sebelum patah menjadi berkurang. Sebaliknya, spesimen dengan kandungan serat pelepah pisang yang lebih tinggi cenderung memiliki sifat lebih ulet karena serat alam mampu menyerap dan mendistribusikan energi impact melalui mekanisme bridging dan pull-out serat.

Namun demikian, dalam aplikasi kampas rem, material dengan kekerasan yang lebih tinggi dan impact strength yang relatif lebih rendah masih dapat diterima selama nilainya berada dalam rentang aman. Nilai impact strength spesimen III yang masih tergolong tinggi menunjukkan bahwa material tersebut memiliki ketangguhan yang

cukup untuk menahan beban kejut selama operasi pengereman, sekaligus menawarkan ketahanan aus yang lebih baik.

c. Korelasi Kekerasan dan Ketangguhan

Berdasarkan hasil pengujian, terlihat adanya hubungan berbanding terbalik antara nilai kekerasan dan impact strength. Spesimen dengan nilai kekerasan tinggi cenderung memiliki nilai impact strength yang lebih rendah. Fenomena ini umum terjadi pada material komposit, di mana peningkatan kekerasan dan kekakuan sering diikuti dengan penurunan keuletan material.

d. Perbandingan dengan Studi Lain

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa fraksi serbuk aluminium dan kuningan yang lebih besar dalam komposit kampas rem non-asbestos meningkatkan kekuatan dan ketahanan aus, sementara penambahan partikel logam pada komposit kampas rem berbasis serat alam cenderung menurunkan keuletan karena lebih banyak partikel logam.

Menggunakan serat pelepah pisang sebagai penguat kampas rem non-asbestos, penelitian Prayoga [17] menunjukkan bahwa meningkatkan kandungan serat alam material dapat meningkatkan ketangguhannya, tetapi dengan konsekuensi penurunan kekerasan. Selain itu, studi yang dilakukan oleh Olaitan dan Joseph [18] menemukan bahwa komposit kampas rem berbasis serat pisang yang ditambahkan partikel logam memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi, tetapi menunjukkan kemampuan untuk menyerap energi yang lebih rendah. Hasilnya konsisten dengan penelitian sebelumnya: spesimen dengan kandungan serbuk logam tertinggi memiliki kekerasan tertinggi tetapi kekuatan tekanan yang paling rendah.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya bahwa terdapat *trade-off* antara kekerasan dan ketangguhan pada material kampas rem komposit yang terbuat dari serat alam yang tidak mengandung asbestos. Namun, kekuatan tekanan yang ditemukan dalam penelitian ini masih berada dalam batas aman untuk digunakan pada kampas rem sepeda motor, menunjukkan bahwa serat pelepah pisang dapat digunakan sebagai alternatif penguat yang lebih ramah lingkungan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Sebuah kampas rem komposit non-asbestos yang terbuat dari serat pelepah pisang, serbuk aluminium, dan serbuk kuningan memiliki efek *Charpy* dan pengujian kekerasan *Durometer Shore D* sebagai berikut:

- 1) Sifat mekanik kampas rem komposit dipengaruhi oleh variasi komposisi material. Kekerasan *Durometer Shore D* meningkat dengan fraksi aluminium dan kuningan yang lebih tinggi, sementara kekerasan tekanan cenderung menurun.
- 2) Kekerasan tertinggi sebesar 74,5 Shore D diperoleh oleh Spesimen III, yang terdiri dari 35 persen serbuk aluminium, 35 persen serbuk kuningan, dan 30 persen serbuk pelepah pisang. Ini menunjukkan bahwa kandungan serbuk logam meningkatkan ketahanan permukaan bahan terhadap keausan dan deformasi.
- 3) Nilai kekuatan hentakan tertinggi sebesar 2624,66 kJ/m² diperoleh oleh Spesimen I, yang terdiri dari 25 persen serbuk pelepah pisang, 25 persen serbuk aluminium, dan 25 persen serbuk kuningan. Nilai ini menunjukkan sifat material yang lebih ulet dan kemampuan penyerapan energi dampak yang lebih baik.
- 4) Karena spesimen III memiliki kombinasi kekerasan yang tinggi dan kekuatan tekanan yang masih berada dalam rentang aman, sehingga diharapkan memiliki ketahanan aus yang lebih baik selama penggunaan, ini menunjukkan bahwa spesimen ini adalah pilihan terbaik untuk digunakan untuk kampas rem sepeda motor.

b. Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian sifat tribologi, seperti uji keausan dan koefisien gesek, guna mengevaluasi performa kampas rem secara lebih komprehensif. Selain itu, variasi parameter proses, termasuk tekanan pengepresan, suhu dan waktu pemanasan, serta perbandingan resin dan katalis, perlu dikaji lebih lanjut untuk memperoleh sifat mekanik yang lebih optimal. Analisis mikrostruktur menggunakan metode mikroskopi juga direkomendasikan untuk memahami mekanisme patahan dan interaksi antar komponen penyusun komposit secara lebih

mendalam, serta pengujian pada kondisi operasi nyata guna menilai kestabilan material selama penggunaan jangka panjang.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Pandrianaa, H. Pranotoa, and S. Alva, "Ulasan : pembuatan komposit kampas rem dari serat alami," in *Technological & Mechanical Engineering Seminar*, 2024.
- [2] M. Lazuardi and M. Hartono, "Pengaruh Komposisi dan Temperatur Material Biokomposit Terhadap Kinerja Kampas Rem Non Asbestos," *J. ENERGI DAN Teknol. MANUFAKTUR*, vol. 05, no. 01, pp. 29–34, 2022.
- [3] B. S. Dani and C. Gunawan, "Evaluasi Sifat Kekerasan Kampas Rem Biokomposit Sebagai Alternatif Non-Asbestos," *ARMATUR Artik. Tek. Mesin Manufaktur*, vol. 6, no. 2, pp. 43–49, 2025.
- [4] F. Yudhanto, S. A. Dhewanto, and S. W. Yakti, "Karakterisasi Bahan Kampas Rem Sepeda Motor Dari Komposit Serbuk Kayu Jati," *J. Quantum Tek.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–27, 2019, doi: 10.18196/jqt.010104.
- [5] M. T. N. Fuad and H. Yudiono, "Analisa Keausan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit Serbuk Tempurung Buah Maja," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 10, no. 1, pp. 55–62, 2022, doi: 10.23887/jptm.v10i1.44431.
- [6] W. E. Primaningtyas, R. R. Sakura, Suheni, A. Biqi, and C. Handoyo, "Sintesis Komposit Kampas Rem Bebas Asbes Berpenguat Serbuk Kulit Singkong," *R.E.M.(RekayasaEnergiManufaktur)*, vol. 3, no. 2, pp. 91–95, 2018.
- [7] W. S. Mustika, N. E. Patitis, Romiyadi, D. Andriansyah, M. R. Setiawan, and F. D. Rifqi, "Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Mahoni sebagai Komposit untuk Komponen Mekanik Kampas Rem," *J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer (TEKNIK)*, vol. 5, no. 2, 2025.
- [8] J. R. Material and M. Energi, "Analisis Signifikansi Roda Skateboard Berbahan Komposit Serbuk Batang Pisang Terhadap Perfoma Kecepatan Dengan Metode Anova," *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 4, no. 2, pp. 83–90, 2021, doi: 10.30596/rmme.v4i2.8068.
- [9] Z. Ammar, H. Ibrahim, M. Adly, I. Sarris, and S. Mehanny, "Influence of Natural Fiber Content on the Frictional Material of Brake Pads — A Review," *J. Compos. Sci.*, vol. 7, no. 72, 2023.
- [10] M. F. Sugianto and A. D. Radityaningrum, "KELAYAKAN KAMPAS REM SEPEDA MOTOR NON ASBESTOS DARI BAHAN AMPAS TEBU (BAGASSE)," *J. Tek. WAKTU*, vol. 18, no. 1, pp. 1–6, 2020.
- [11] Iskandar Fajri, Rahmat and dan T. Sugiyanto, "STUDI SIFAT MEKANIK Pemanfaatan Serat Pelepah Pisang Sebagai Bahan Penguat Komposit Kampas Rem Sepeda Motor Non-Asbestos (Avit Dwi Payana, Prantasi Harmi Tjahjanti)

- KOMPOSIT SERAT SANSEVIERIA CYLINDRICA DENGAN VARIASI FRAKSI VOLUME BERMATRIK POLYESTER,” *J. FEMA*, vol. 1, no. 2, 2013.
- [12] N. Kumar, A. Singh, S. Singh, J. I. P. Singh, and S. Kumar, “Napier natural fibre used as reinforcement polymer composite: As asbestos free brake friction material,” *Mater. Today Proc.*, vol. 56, pp. 2532–2536, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.006>.
- [13] D. J. Paustenbach, B. L. Finley, E. T. Lu, G. P. Brorby, and P. J. Sheehan, “Environmental and occupational health hazards associated with the presence of asbestos in brake linings and pads (1900 to present): a ‘state-of-the-art’ review,” *J. Toxicol. Environ. Health. B. Crit. Rev.*, vol. 7, no. 1, pp. 25–80, 2004, doi: 10.1080/10937400490231494.
- [14] D. S. W. Santoso, Yuyun Estriyanto, “Studi Pemanfaatan 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.
- [15] V. Ajay Devan, N. Gunasekar, K. Ravikumar, B. A. Balaguru, and S. Deepak, “Composite Brake Pads Reinforcement with Natural Fiber: A Comparative Analysis of Mechanical and Thermal Properties,” in *Automotive Technical Papers*, Dec. 2024. doi: <https://doi.org/10.4271/2024-01-5112>.
- [16] F. Aulia, Ranto, and H. Budi, “EXPERIMENTAL STUDY OF PERFORMANCE OF BRAKING NATURAL FIBER BRAKE CAMPING WITH FIBER FILM IN WET CONDITION AS A ALTERNATIVE MATERIAL OF MOTOR BRAKE CAMPAS,” *J. Mech. Eng. Vocat. Educ. (JoMEVE)*, vol. 2, no. 2, pp. 69–75, 2019.
- [17] A. Prayoga, “PENGUNAAN SERAT PELEPAH POHON PISANG SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF DALAM PENGGUNAAN SERAT PELEPAH POHON PISANG SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF DALAM PEMBUATAN KAMPAS REM TROMOL SEPEDA MOTOR (NON ASBES),” *J. Tek. MESIN UBL*, vol. 3, no. 2, 2016.
- [18] A. J. OLAITAN and A. J. CHIDOME, “Development of Polymer-matrix Composite Material Using Banana Stem Fibre and Bagasse Particles for Production of Automobile Brake Pad,” *Int. J. Mech. Eng.*, vol. 5, pp. 46–55, 2020.