

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

Analisis keausan dan kekerasan kampas rem terbuat dari serat daun nanas yang di arangkan dengan resin epoxy

Nely Ana Mufarida^{1*}, Mohammad Fajar Dermawan²^{1,2} Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jl. Karimata No. 49 Jember, Jawa Timur, Indonesia

ARTICLE INFO

Keywords:
Brake canvass;
Environmentally friendly;
Pineapple leaf fiber powder;
Pyrolysis; Epoxy resin

ABSTRACT

Over time, the automotive industry continues to increase with increasing demand for transportation equipment, especially for motorized vehicles. One of the most important parts of a motor vehicle is the braking system, the brake lining is a component part that directly rubs against the rotating part, namely the drum (drum system) or disk (disc system). Material developments to date continue to develop rapidly. This development is due to the need for materials that are heat resistant, resistant to water, friction, and so on. This depends on the use and needs of the material itself. According to (Silvia et al., 2022) the third specimen received a score of 71.3 HD.. In this SEM test, it was taken from the best wear test, namely a temperature of 450°C. From several images in the SEM test, it can be concluded that there are several air cavities due to the pressing process being less than optimal, on the other side of the sample there is epoxy resin which is lumpy due to poor mixing. not evenly distributed. Adding temperature variations to get better brake lining results. 3. For further research, you can add other tests such as proximate tests and several other tests.

Pendahuluan

Industri otomotif seiring berjalannya waktu terus meningkat dengan semakin banyaknya

permintaan alat transportasi, khususnya untuk kendaraan bermotor. Salah satu bagian kendaraan bermotor yang paling penting adalah sistem pengereman. Dalam

*Corresponding author: nelyana@unmuhjember.ac.id

DOI: <https://10.24127/armatur.v6i2.6303>

Received 5 Juli 2025; Received in revised form 29 September 2025; Accepted 29 September 2025

Available online 30 September 2025

sistem pengereman, kampas rem merupakan bagian komponen yang secara langsung bergesekan dengan bagian berputar yaitu drum (sistem tromol) atau disk (sistem cakram). Perkembangan bahan gesek yang digunakan dalam pembuatan kampas rem mengalami peningkatan yang sangat baik [1]

Perkembangan material sampai saat ini terus berkembang secara pesat. Perkembangan ini disebabkan keperluan akan material yang tahan panas, tahan terhadap air, gesekan, dan lain lain. Hal ini tergantung dari pemanfaatan dan keperluan penggunaan material itu sendiri. Menurut [2]. dalam sistem kampas rem merupakan komponen yang mempunyai fungsi memperlambat atau menghentikan laju kendaraan. Saat ini kendaraan bermotor pada umumnya memiliki kecepatan yang sangat tinggi seiring dengan kemajuan teknologi pada kendaraan bermotor. Bantalan rem perlu memiliki beban 90% dari komponen lainnya. Kampas rem juga memegang peranan penting terutama dalam keselamatan. Sehingga konstruksi kampas rem terbuat dari bahan yang memiliki kemampuan yang baik dan efektif untuk mencapai performa pengereman yang optimal [3]

Teknologi sistem pengereman sebagai salah satu bagian pada kendaraan terus mengalami perkembangan dari waktu ke waktu untuk mengimbangi peningkatan kinerja *Engine* dan peningkatan keselamatan sehingga dapat menghasilkan jarak pengereman yang lebih pendek dan unjuk kerja hasil pengereman akan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: profil jalan, koefisien gesek antara permukaan ban dengan jalan, berat kendaraan dan profil dari kampas rem itu sendiri [4]

Kualitas material kampas rem yang bagus akan menghasilkan pengereman yang efektif dan memenuhi faktor *safety*. Beberapa peneliti menyatakan bahwa, rem cakram aus lebih cepat dan kehilangan

kemampuannya terutama pada kendaraan modern, sementara pemakaian kendaraan tersebut masih kurang dari

40.000 km. Keausan dini rem tersebut karena brake pad lebih abrasif karena compound yang keras, juga kualitas buruk rem cakram yang diimpor dari beberapa negara Asia Timur [5].

Pada umumnya, kampas rem yang banyak dipasarkan terbuat dari bahan asbes, semi logam dan *non asbes*. Bahan *asbes* menimbulkan debu beracun yang mudah menempel di berbagai tempat dan dapat terhirup oleh pengendara dan orang di sekitarnya, serta bahan asbes menyebabkan penyakit kanker pada pengguna dan para pekerja industri kampas rem. Pada bahan gesek semi logam, pembuatan bahan gesek ditambahi dengan kandungan logam yang bertujuan untuk meningkatkan koefisien gesek, penambahan logam pada bahan gesek kampas rem dapat menyebabkan kerusakan pada tromol kendaraan. Bahan kampas rem yang terbuat dari non-asbes yang hanya memanfaatkan serat-serat alam yang memiliki karakteristik yang baik dan harga yang relatif murah dan ramah lingkungan akan tetapi masih perlu dikembangkan [6]

Komposit Alam (Composite Nature) berkembang pesat pada saat ini dalam bidang industri manufaktur, karena bahan komposit ini lebih murah dan mudah dijangkau serta karakteristik bahan yang relative kuat dan ringan sehingga lebih disukai daripada bahan sintesis. Komposit merupakan material yang terdiri dari dua bahan dengan perbedaan sifat yang digabungkan untuk mendapatkan satu bahan baru yang mempunyai sifat yang berbeda, kedua bahan tersebut yaitu serat dan matrik [7], Komposit fiber adalah komposit yang bahannya terbentuk dari serat untuk menopang kekuatan komposit sehingga kekuatan dan kelemahan bahan komposit akan tergantung dari jenis serat yang dipakai [8]. Komposit merupakan suatu material

yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih untuk menghasilkan sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Jenis material yang sering dilakukan penelitian adalah serat alami maupun serat buatan. Serat alami memiliki potensi untuk menggantikan bahan konvensional yang ada karena karakteristik yang baik, seperti biaya bahan yang relatif murah, fabrikasi mudah, memiliki kekuatan yang

tinggi, sifat termal yang baik dan tentunya merupakan material terbaru [9]

Nanas merupakan salah satu tanaman penghasil serat yang selama ini hanya dimanfaatkan buahnya sebagai sumber bahan pangan, sedangkan daun nanas dapat dimanfaatkan sebagai bahan penghasil serat tekstil. Serat daun nanas juga memiliki potensi untuk digunakan sebagai pengisi dalam suatu komposit. Pemanfaatan tanaman nanas selama ini hanya sebatas pada buahnya saja sedangkan daun nanas relatif belum banyak dimanfaatkan. Pada saat panen, tanaman ini harus diganti dengan tanaman nanas yang baru sedangkan daunnya hanya dibuang sebagai limbah dari petani nanas. Tanaman nanas akan dibongkar setelah dua atau tiga kali panen untuk diganti tanaman baru, yang mengakibatkan limbah daun nanas terus bertambah.

Adanya senyawa-senyawa karbon seperti selulosa dan lignin yang terdapat didalam daun nanas, sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan dasar *adsorben*. Menurut [10]. Serat daun nanas sendiri hanya banyak di manfaatkan sebagai sarang burung di dunia peternakan belum banyak dimanfaatkan dalam dunia otomotif. Resin berfungsi untuk mengikat berbagai zat penyusun didalam bahan fraksi. Resin pada umumnya berwujud cairan kental seperti lem. Resin sendiri mempunyai beberapa tipe dari yang keruh, berwarna hingga yang bening dengan berbagai kelebihannya seperti kekentalan dan aroma, selain itu juga

harganya pun ber variasi, sehingga dapat di aplikasikan sebagai bahan untuk pembuatan kampas rem. Penggunaan serat sebagai penguat pada komposit kampas rem telah berkembang luas dan bermacam-macam antara lain serat aramid, serat gelas, keramik, kuningan dan serat alam (selulosa). Sedangkan bahan-bahan pendukung lainnya seperti kalsium karbonat (CaCO_3), barium sulfat (BaSO_4), serta serbuk logam seperti serbuk kuningan dan aluminium [11]

Metode Penelitian

Metode penelitian ini termasuk metode penelitian eksperimen yang bermaksud untuk mengetahui pengaruh variabel independen (treatment /perlakuan) terhadap variabel dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendalikan. Kondisi dikendalikan agar tidak ada variabel lain (selain variabel treatment) yang memengaruhi variabel dependen (hasil). Agar kondisi dapat dikendalikan maka dalam penelitian eksperimen menggunakan kelompok kontrol dan seiring penelitian eksperimen dilakukan di dalam laboratorium.

Dalam sebuah penelitian terdapat beberapa jenis variabel yang tersusun atas berbagai komponen seperti faktor, atribut, dan perlakuan yang akan diambil berdasarkan kajian penelitian.

Variabel terikat adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian, secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut variabel campuran kampas rem.

Pengujian dilakukan dengan memvariasikan serat daun nanas dan dicampur dengan resin *epoxy*. Sample penelitian diambil untuk melihat beberapa perbandingan dari komposisi serat daun nanas dan resin *epoxy* 108.

Variabel Terkontrol adalah yang di buat di dalam suatu penelitian, Faktor lain di luar perlakuan yang di kenakan pada objek penelitian.

Pengujian ini di lakukan dengan memvariasikan serat daun nanas yang di periolisis dengan temperature 300°C dan

450°C. Dengan perbandingan serat daun nanas 40% dan dicampur dengan resin epoxy sebesar 60%. Sampel penelitian di ambil untuk melihat beberapa perbandingan dari komposisi serat daun nanas dan resin epoxy 108 yang dipirolisis.

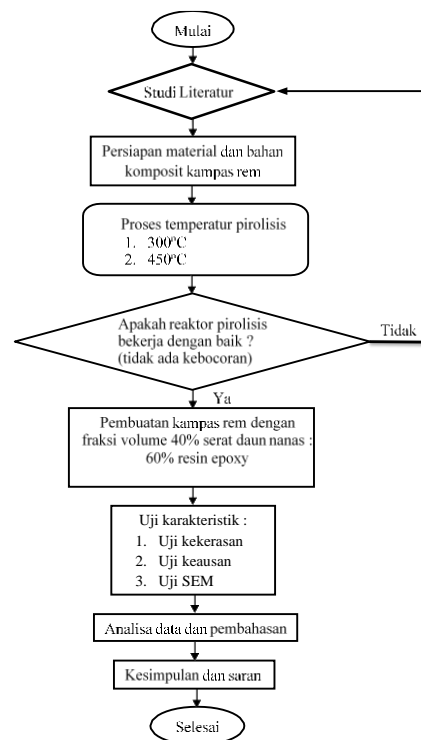
Tabel 1 Variasi campuran kampas rem

Serat Daun Nanas	Resin Epoxy 108
40 %	60%

Variabel Bebas adalah variable yang besarnya tidak dapat di tentukan oleh penelitian, tetapi besarnya tergantung variable terikatnya. Penelitian yang meliputi data yang di peroleh pada pengujian kekerasan dan keausan, Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui laju keausan dan kekerasan kampas rem komposit material serat daun nanas pada variasi fraksi volume 40% dan resin epoxy 108 pada fraksi volume 60%.

1. Siapkan bahan baku serbuk serat daun nanas.
2. Timbang bahan baku 300 gram.
3. Siapkan alat pirolisis.
4. Masukkan bahan baku ke reaktor.
5. Tutup reaktor.
6. Nyalakan alat pirolisis.
7. Kalibrasi termokopel.
8. Atur suhu hingga mencapai suhu yang di teliti (300°C dan 450°C).
9. Tunggu sampai waktu penahanan selama 2 jam.
10. Matikan alat pirolisis.
11. Tunggu sampai kembali ke suhu ruangan.
12. A,bil bahan baku dari reaktor.
13. Timbang bahan baku yang telh di pirolisis.
14. Lakukan pengayakan menggunakan mesh 50.
15. Selesai.

Hasil dan Pembahasan



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

Hasil Pirolisis Serat Daun Nanas

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan metode pirolisis yang kemudian diketahui hasil pirolisis menunjukkan, bahwa setelah di proses pirolisis dengan temperatur 300°C Serat daun nanas menyusut yang semula 300 gram setelah dipirolisis selama dua jam menyusut menjadi 192 gram, sedangkan pirolisis dengan temperatur 450°C serat daun nanas menyusut yang semula 300 gram setelah dipirolisis selama dua jam menyusut menjadi 103 Berikut adalah hasil pirolisi dalam bentuk tabel

Tabel 2. Hasil Pirolisis Serat daun nanas

No	Bahan	Tempratur (°C)	Sebelum Pirolisis	Sesudah Pirolisis	Penahan
1	Serat daun nanas	300°C	300 gram	192 gram	2 jam
2	Serat daun nanas	450°C	300 gram	103 gram	2 jam

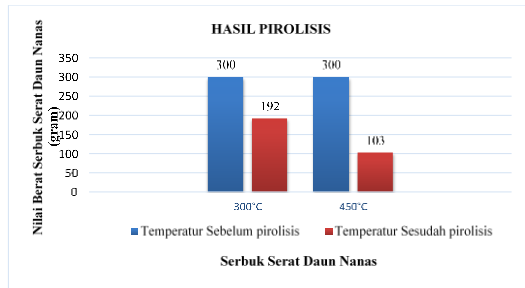


Diagram diatas menunjukkan warna biru sebelum pirolisi dan warna merah sesudah di pirolisis. Setelah di pirolisis dengan tempratur 300°C Serat daun nanas menyusut yang semula 300 gram setelah dipirolisis selama dua jam menyusut menjadi 192 gram, sedangkan pirolisis dengan tempratur 450°C serbuk kayu jati menyusust yang semula 300 gram setelah dipirolisis selama dua jam menyusut menjadi 103 gram. Analisis Data Hasil Uji Kekerasan Durometer Shore D

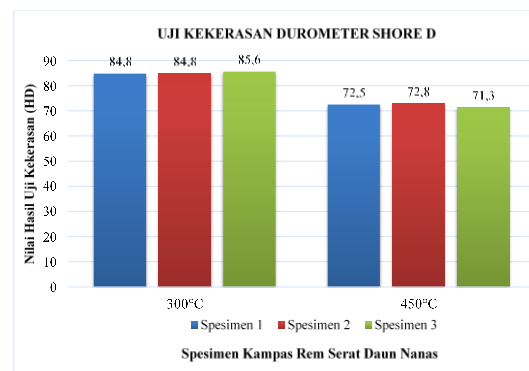
Uji kekerasan ini dilakukan dengan menggunakan metode uji durometer, dari penelitian yang telah dilakukan akan dibahas hasil dari uji kekerasan kamps rem dengan material Serat daun nanas bermatriks epoxy, dimana setiap spesimen akan dibandingkan dalam tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Uji kekerasan durometer

No.	Temperatur (°C)	Spesimen	Kekerasan (HD)			Rata-rata
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	
2	300 (°C)	1	83,5	86	85	84,8
		2	82,5	86	86	84,8
		3	85,5	87	84,5	85,6

Tabel 4. 1 Hasil Uji Kekerasan Temperatur 450°C

No.	Temperatur (°C)	Spesimen	Kekerasan (HD)			Rata-rata
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	
2	450 (°C)	1	70	71,5	76	72,5
		2	72	71,5	75	72,8
		3	71	71	72	71,3



Keterangan :

Variasi campuran dan tempratur suhu kamps rem

1. 300oC Serat daun nanas 40% + 60% Resin Epoxy
2. 450oC Serat daun nanas 40% + 60% Resin Epoxy

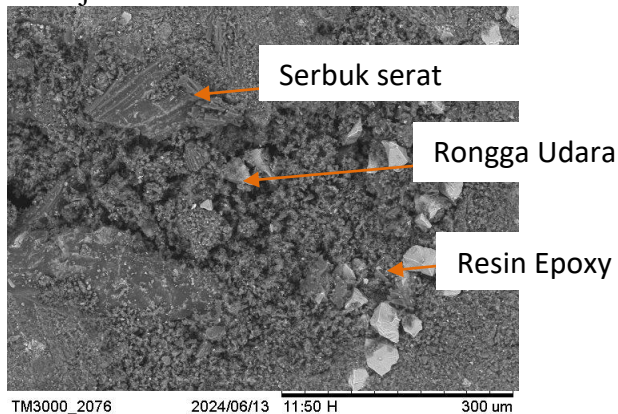
Hasil dari pengujian kekerasan Shore D Durometer dengan fraksi volume campuran 40% serat daun nanas dan 60% resin epoxy di temperatur 300 oC pada spesimen 1 mendapatkan nilai kekerasan 84,8 HD, pada spesimen 2 mendapatkan nilai kekerasan 84,6 HD, dan pada spesimn ke 3 mendapat nilai yaitu 85,6 HD

Hasil uji kekerasan pada temperatur 450 oC dengan fraksi volume 40% serat daun nanas dan 60% resin epoxy pada spesimen 1 mendapatkan nilai kekerasan 72,5 HD, pada spesimen 2 mendapatkan nilai kekerasan

72,8 HD, dan pada spesimen ke 3 mendapat nilai 71,3 HD. Jadi semakin tinggi temperatur maka semakin rendah kekerasan spesimen.

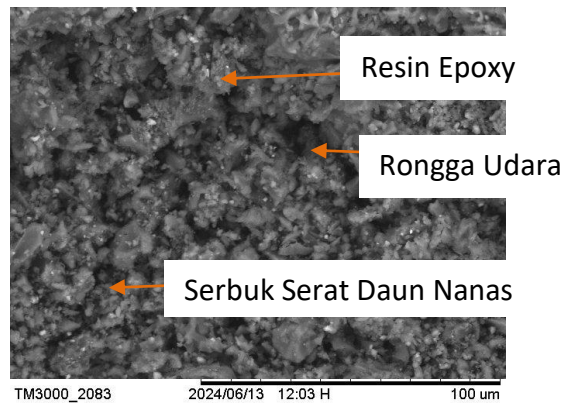
Hasil pengujian SEM (Scanning elektron microscope)

Pengujian dilakukan dengan alat uji SEM Tabletop Microscope HITACHI TM3000, hasil dari pengujian ini di ambil sampel uji keausan yang terbaik dari komposit kanvas rem serat daun nanas dengan campuran 40% serat daun nanas dan 60% resin epoxy yaitu di temperatur 450°C dengan nilai uji keausan sebesar 0.00134097 Ws;mm³/kg.m, berikut adalah hasil foto dari uji SEM



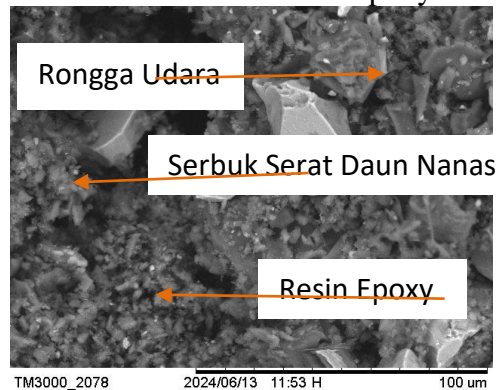
Gambar 2. Hasil Uji SEM Pembesaran 250×

Pada gambar di atas menunjukkan hasil uji SEM pembesaran 250× terdapat beberapa rongga udara di karenakan proses pengpresan yang kurang lama penahanannya sehingga mendapatkan hasil yang kurang maksimal, namun terdapat juga resin epoxy yang menggumpal.



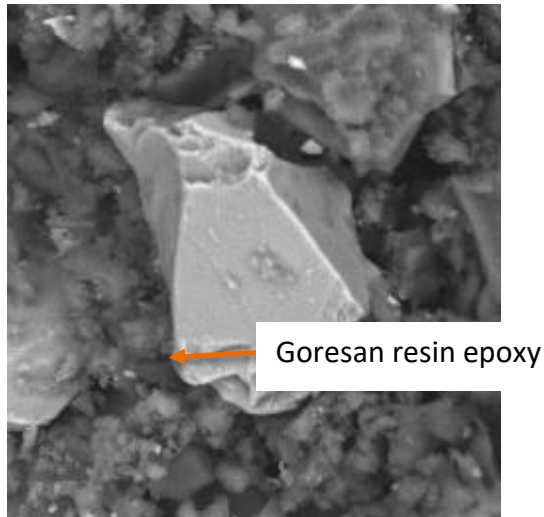
Gambar 3. Hasil Uji SEM Pembesaran 1000×

Namun pada gambar pengulangan hasil uji SEM pembesaran 1000× di bagian sisi lain terlihat merata pencampuran antara serbuk serat daun nanas dan resin epoxy.



Gambar 4. Hasil Uji SEM Pembesaran - 2000×

Dari beberapa penjelasan gambar di atas di perkuat dengan adanya gambar hasil uji SEM pembesaran 2000× terlihat resin epoxy masuk ke celah serbuk serat daun nanas dan menghasikan daya ikat yang kuat namun masih terdapat beberapa rongga udara.



Gambar 5. Hasil uji SEM goresan

Hasil uji SEM yang terkena goresan pertama kali adalah resin epoxy nya pada uji keausan jadi yang aus lebih dulu adalah resin epoxy bukan serbuk serat daun nanas.

Ucapan terimakasih

Terimakasih kepada Dosen Teknik mesin Universitas Muhammadiyah Jember

Referensi

- [1] Hilmi. (2023). bab 1. 4(August), 30–59.
- Indrakeren. (2020). Ciri-ciri Kampas Rem Mobil Harus Segera Diganti. Toyota. <https://www.toyota.astra.co.id/toyota-connect/news/ciri-ciri-kampas-rem-mobil-harus-segera-diganti>
- [2] Silvia, S., Widjajanti, R., & Apriani, I. N. (2022). Analisis Sifat Mekanik dan Sifat Termal Komposit Poliuretan Berpenguat Serat Nanas Dan Cangkang Kemiri. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 6(2), 01. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v6i2.1038>
- [3] Mulyani, L., Setiawan, F., & Sofyan, E. (2022). Analisis Karakteristik Keausan Material Dengan Matriks Resin Menggunakan Filler Serat Bambu Dan Pasir Besi Untuk Aplikasi Kampas Rem. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 103–111. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.549>
- [4] Supriadi, S. (2022). Analisa Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa dan Serat Bambu pada Pembuatan Kampas Rem Komposit dengan Uji Mekanis. *RODA: Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Otomotif*, 2(1), 49. <https://doi.org/10.24114/roda.v2i1.33202>
- [5] Yudi Purwa Tarsono, & Rahmalina, D. (2021). Pengaruh Karbon Aktif Dan Serbuk Tempurung Kelapa Matrik Aluminium Terhadap Kekerasan Brake Pad Komposit. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 11(2), 94–101. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v11i2.2472>
- [6] Juang Zebua, A. P., Wicaksono, D., & Sehonno, S. (2022). Studi Eksperimental Pembuatan Kampas Rem Berbahan Serat Sabut Terhadap Pengujian Keausan. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(1), 87–91. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i1.557>
- [7] Abyan, A., Yudhono, R., & Armelia Arissonia, A. (2022). Kajian Experimen Kekuatan Impact Material Komposit Serat Sabut Kelapa Dan Pasir Besi Dengan Susunan Serat Acak Dengan Menggunakan Metode Hand Lay Up Untuk Implementasi Pada Kampas Rem. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 315–321. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.673>
- [8] Kurniawan, N. A., Setiawan, F., & Sofyan, E. (2022). Pengujian Tarik Komposit Spesimen Campuran Serat Pisang Alur Diagonal Dan Pasir Besi Dengan Matrik Resin Polyester Dengan Metode Hand Lay-Up. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 281–288. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.657>
- [9] Fuad, M. T. N., & Yudiono, H. (2022). Analisa Keausan Kampas Rem Sepeda Motor Berbahan Komposit Serbuk Tempurung Buah Maja. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 10(1), 55–62. <https://doi.org/10.23887/jptm.v10i1.44431>
- [10] Ari Setiawan, A., Shofiyani, A., & Syahbanu, I. (2017). Pemanfaatan Limbah Daun Nanas (Ananas comosus) Sebagai Bahan Dasar Arang Aktif Untuk Adsorpsi Fe(II). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 6(3), 66–74. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiwqZj0tYv_Ah

- W6yJgGHRuaCgwQFnoECBkQAQ&url=https%3A%2F%2Fjurnal.untan.ac.id%2Findex.php%2Fjkkmipa%2Farticle%2FviewFile%2F22339%2F17788&usg=AOvVaw1CWlaVveD84TLftS6QwdsB
- [11] Waskito, D. H. T. (2021). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Dan Kekerasan Kampas Rem Material Komposit Terhadap Tingkat Waktu Keausan. D. <http://repository.unmuhjember.ac.id/11101>
- [12] Maryanti, B., Anggun, M., Anggono, T., Pupuk, J., Gunung, R., & Balikpapan, B. (2020). Studi Ekperimental Keausan Kampas Rem Komposit Serat Kulit Durian dan Serbuk Aluminium dengan Resin Vinylester. *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, 24(2), 142–147. <https://doi.org/10.25042/jpe.112020.06>
- [13] Pertanian, I. L. (2023). Info Teknologi: Jurusan Sukses Pascapanen Nanas. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. [https://pustaka.setjen.pertanian.go.id/info-literasi/jurus-sukses-pascapanen-nanas#:~:text=waktu panen yang tepat pada,aroma mulai muncul%2C%203\)](https://pustaka.setjen.pertanian.go.id/info-literasi/jurus-sukses-pascapanen-nanas#:~:text=waktu panen yang tepat pada,aroma mulai muncul%2C%203))
- [14] Resin, E. C. (2022). Kit Crystal Clear Epoxy Resin 1 Gallon untuk Salutan Super Gloss dan Bahagian Atas Meja. Ubuy. <https://www.ubuy.co.id/my/product/18QL7HO-east-coast-resin-epoxy-resin-1-gal-kit-for-super-gloss-coating-and-table-tops>
- [15] Riduan, M., & Suhardiman. (2019). Analisa Tingkat Keausan Komposit Polymer Yang Diperkuat Serbuk Serabut Kelapa Sebagai. Seminar Nasional Industri Dan Teknologi (SNIT), 261–290.
- [16] Seratalfiber. (2023). Alfiber Serat Alam Serat Nanas Natural Fiber 100 % Alami (200 gr). Tokopedia. https://www.tokopedia.com/seratalfiber/alfiber-serat-alam-serat-nanas-natural-fiber-100-alami-200-gr?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp-seo
- [17] Bangun Nugroho, Ir. Agung Setyo Darmawan, S.T., M. T. (2023). Pengujian Kekerasan Dan Analisa Struktur Mikro Pada Besi Cor Kelabu Dengan Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (Sem-Eds). *Journal.Ums.Ac.Id*, 1–20. https://eprints.ums.ac.id/111087/11/NASKAH_PUBLIKASI.pdf
- [18] Dmitri Kopeliovich. (2023). Shore (Durometer) hardness test. Substech. https://www.substech.com/dokuwiki/doku.php?id=shore_durometer_hardness_test
- [19] Elbar, W., Tampubolon, K., Pembinaan, U., & Indonesia, M. (2020). Pengaruh Campuran Silikon Pada Aluminium Terhadap Kekerasan dan Tingkat Keausannya Effect of Silicone Alloys on Aluminum on Hardness and Wear Rates. 4(2),183–196. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v4i2.4070>
- [20] Kosjoko, K., & Mufarida, N. A. (2022). Pemanfaatan Limbah Serbuk Arang Kayu Jati (*Tectona Grandis L.F*) sebagai Material Brake Pads. *J-Proteksion: Jurnal Kajian Ilmiah Dan Teknologi Teknik Mesin*, 7(1), 21–27. <https://doi.org/10.32528/jp.v7i1.8052>