

Pengaruh Variasi Temperatur Pirolisis Tempurung Kelapa Sawit dengan Penambahan Resin *Epoxy* terhadap Uji Kekerasan pada Kampas Rem

Muliyaddi¹, Kosjoko¹, dan Nely Ana Mufarida^{1*}

¹Universitas Muhammadiyah Jember; muliyadimulighun2000@gmail.com

²Universitas Muhammadiyah Jember; kosjoko@unmuhjember.ac.id

³Universitas Muhammadiyah Jember; nelyana@unmuhjember.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.xxxxx/xxxxx>

*Correspondensi: Nely Ana Mufarida

Email: nelyana@unmuhjember.ac.id

Published: Januari, 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: Penelitian ini merespon kebutuhan industri akan kampas rem yang ramah lingkungan sebagai alternatif kampas rem dari bahan asbestos. Fokus utama adalah menggabungkan serbuk tempurung kelapa sawit dengan resin *epoxy* sebagai matriksnya, eksperimen ini melibatkan variasi fraksi volume dan temperature pirolisis untuk mengoptimalkan kekerasan dari kampas rem hasil pirolisis menunjukkan penyusutan serbuk tempurung kelapa sawit pada suhu 400oC,450oC, dan 500oC, memberikan hasil untuk pembuatan kampas rem. Pengujian kekerasan dengan durometer menunjukkan formulasi campuran 50% serbuk tempurung kelapa sawit + 50% resin *epoxy* pada suhu 400 oC memberikan kekerasan tertinggi (72 HD) namun mengalami penurunan suhu 500 oC (53,3 HD). Analisis uji kekerasan sesuai standart SNI menunjukkan bahwa formulasi 50% + 50% serbuk tempurung kelapa sawit dan resin *epoxy* pada suhu 400 oC memenuhi standart SNI (72 HD). Meskipun demikian, penelitian ini menyoroti untuk pengembangan lebih lanjut guna mencapai pengembangan yang optimal pada kekerasan kampas rem, penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan kampas rem alternatif yang ramah lingkungan dengan hasil yang positif pada uji kekerasan

Keywords: serbuk tempurung kelapa sawit; resin *epoxy*; temperatur pirolisis.

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia otomotif sekarang sudah semakin meningkat, dengan seiring berjalannya waktu teknologi juga ikut berkembang salah satunya adalah kampas rem, yang memiliki fungsi untuk memperlambat atau mengurangi kecepatan laju kendaraan bermotor (Hasanudin et al., 2021).

Pada saat kendaraan berkecepatan tinggi kampas rem memiliki peran yang sangat penting, sehingga menunjang keselamatan jiwa pengendara tergantung pada kualitas dari kampas rem. Dalam pembuatan kampas rem secara umum dan berstandart SNI menggunakan bahan asbestos sebagai serat utama pembuatan kampas rem, resin, friction aditive, filler, serpihan logam, karet sintetis dan keramik yang telah ada di pasaran, akan tetapi dalam pembuatan kampas rem asbestos memiliki dampak yang negatif yaitu dapat menyebabkan polusi udara bagi lingkungan(Mukmin, 2022).

Pemakaian bahan asbestos sudah dilarang untuk digunakan brake pad atau kampas rem, karena tidak ramah lingkungan dan berdampak mengganggu kesehatan seperti bisa menimbulkan penyakit, paru-paru, jantung, pernapasan dan lain-lain(Kosjoko & Mufarida, 2022).

Menurut (Ary Subagia et al., 2018) salah satu cara untuk mengatasi penggunaan bahan asbestos sebagai bahan kampas rem yaitu dengan menggunakan bahan komposit alami seperti serbuk batok kelapa yang telah di pirolisis agar mengurangi kadar air dan mudah tercampur dengan resin *epoxy* sebagai matriksnya. Serbuk batok kelapa memiliki keunggulan yaitu keras dan ramah lingkungan. Dalam kualitas

kampas rem dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti komposisi material, suhu, dan jenis material penyusunnya. Pada pengujian uji laju keausan dan kekerasan dengan penggunaan bahan serbuk batok kelapa mendapatkan hasil yang lebih baik dari pada penggunaan bahan asbestos.

Dari latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang material kampas rem alternatif berbahan dasar serbuk tempurung kelapa sawit yang di pirolisis dan resin *epoxy* sebagai matriknya. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah kampas rem memiliki sifat kekerasan yang baik dan tahan terhadap keausan, serta sebagai pengganti kampas rem berbahan asbestos.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang saya buat adalah eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi perlakuan terhadap variabel dependen 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 ini eksperimen menggunakan kelompok kontrol dan berjalannya penelitian eksperimen dilakukan di dalam laboratorium secara tertutup.

Penelitian ini akan diulai pada bulan november 2023 dan akan berlanjut hingga diperoleh hasil penelitian yang akurat dan memiliki manfaat bagi masyarakat.

Pelaksanaan penelitian pirolisis akan dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember dan untuk uji kekerasan dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Negeri Malang dan uji keausan dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Setelah melakukan studi literatur, maka tahap berikutnya adalah penelitian, dimana tahap awal adalah pembuatan bahan penelitian. Tahap ini meliputi penentuan bahan baku yang digunakan dan ukuran variasi kampas rem yang akan dihasilkan. Prosedur umum perancangan kampas rem adalah sebagai berikut:

1. Menentukan variasi bahan baku kampas rem yang akan digunakan dalam pembuatannya mempertimbangkan standar kampas rem yang baik
2. Menentukan variasi ukuran dimensional kampas rem dengan memperhatikan tempratur dan waktu pirolisis.

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian berikut dijelaskan dalam tabel

Tabel 1. Bahan dan alat penelitian

NO	Bahan	Keterangan
1	Serbuk tempurung kelapa sawit	Ukuran 80 mesh
2	Resin <i>epoxy</i> 108	
3	Alat pirolisis	Pirolisis proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa oksigen, mengurangi kadar air pada serbuk tempurung kelapa sawit
4	Lesung	Lesung digunakan untuk menghaluskan tempurung kelapa sawit yang sudah di pirolisis.
5	Ayakan 80 mesh	Ayakan digunakan untuk memisahkan serbuk tempurung kelapa sawit yang kasar dengan yang halus dengan ukuran 80 mesh
6	Gelas ukur	Gelas ukur digunakan untuk menentukan volume komposisi bahan-bahan diantaranya serbuk tempurung kelapa sawit dan resin

		<i>epoxy</i> 108
7	Cetakan	Cetakan digunakan untuk membentuk spesimen
8	Press Cetakan	Pres cetakan di gunakan untuk menekan specimen agar dapat meminimalisir adanya gembung udara di dalam specimen
9	Jangka Sorong	Jangka sorong digunakan untuk mengukur ketebalan kanvas rem
10	Gerinda Tangan	Gerinda digunakan untuk memotong spesimen sesuai ASTM

Variabel campuran kanvas rem pengujian dilakukan dengan cara memberikan variasi serbuk tempurung kelapa sawit dicampur dengan resin *epoxy*. Sampel penelitian diambil untuk melihat beberapa perbandingan dari komposisi serbuk tempurung kelapa sawit dan resin *epoxy* 180.

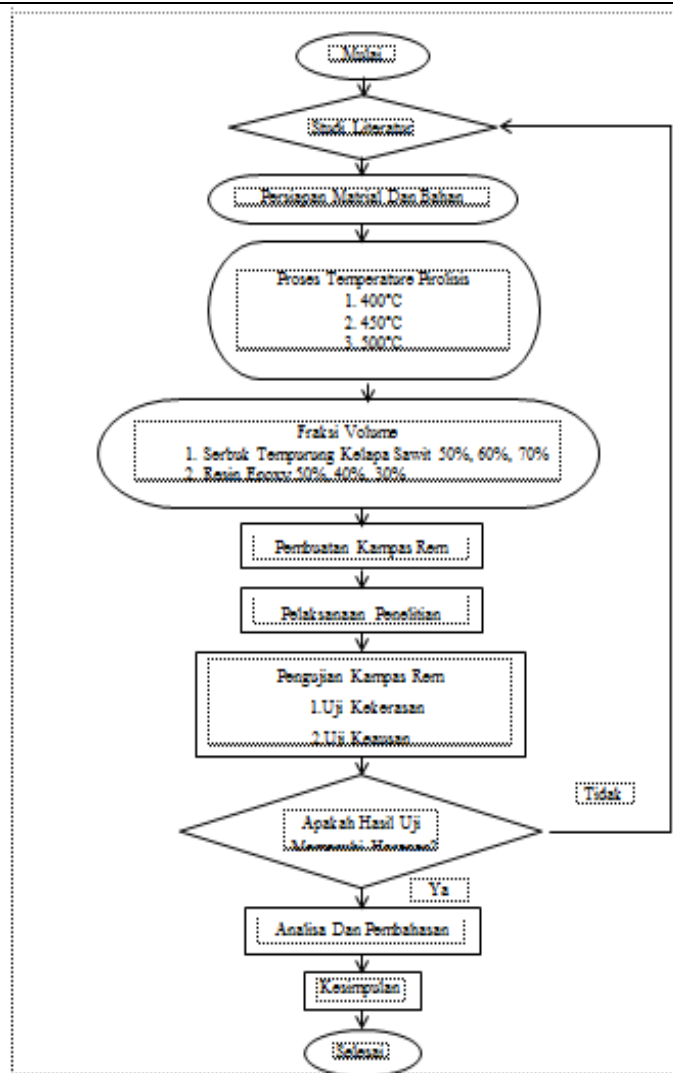
Pengujian ini dilakukan dengan serbuk tempurung kelapa sawit yang dipirolisis dengan temperature 400°C, 450°C, dan 500°C. Dengan perbandingan serbuk tempurung kelapa sawit 50% : resin *epoxy* 50%, serbuk tempurung kelapa sawit 60% : resin *epoxy* 40%, dan serbuk tempurung kelapa sawit 70% : resin *epoxy* 30%. Sampel penelitian ini di ambil untuk melihat beberapa perbandingan dari komposit serbuk tempurung kelapa sawit dan resin *epoxy* 108 yang dipirolisis.

Tabel 2. variasi campuran dan temperatur pirolisis

Serbuk tempurung kelapa sawit (%)	Resin <i>Epoxy</i> 108 (%)	Temperatur Pirolisis (°C)
50%	50%	400°C
60%	40%	450°C
70%	30%	500°C

Penelitian yang meliputi data yang diperoleh pada pengujian kekerasan dan keausan, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui laju keausan dan kekerasan kanvas rem komposit material serbuk tempurung kelapa sawit pada variasi fraksi volume 50% dan resin *epoxy* 108 pada fraksi volume 50%, serbuk tempurung kelapa sawit pada fraksi volume 60%, resin *epoxy* 108 pada fraksi volume 40%, dan serbuk tempurung kelapa sawit pada fraksi volume 70% dan resin *epoxy* 108 pada fraksi volume 30%.

Prosedur penelitian yang dilakukan peneliti seperti di tunjukan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pirolisis Serbuk tempurung kelapa sawit

Tabel 3. Hasil Pirolisis Serbuk tempurung kelapa sawit

NO	Bahan	Tempratur (°C)	Sebelum Pirolisis	Sesudah Pirolisis	Penahan
1	Serbuk tempurung kelapa sawit	400°C	350 gram	234 gram	3 jam
2	Serbuk tempurung kelapa sawit	450°C	350 gram	214 gram	3 jam
3	Serbuk tempurung kelapa sawit	500°C	350 gram	185 gram	3 jam

Pada tabel di atas dijabarkan saat saat proses percobaan pirolisis pertama dengan tempratur 400°C serbuk tempurung kelapa sawit yang semula 350 gram setelah dipirolisis selama tiga jam menyusut menjadi 234 gram, sedangkan pada percobaan pirolisis kedua dengan tempratur 450 °C serbuk tempurung kelapa sawit yang semula 350 gram setelah dipirolisis selama tiga jam menyusut menjadi 214 gram, dan pada percobaan ketiga dengan tempratur 500°C Serbuk tempurung kelapa sawit yang semula 350 gram setelah dipirolisis selama tiga jam menyusut menjadi 185 gram.

B. Analisis Data Hasil Uji Kekerasan Durometer

Uji kekerasan ini dilakukan dengan menggunakan metode uji durometer, dari penelitian yang telah dilakukan akan dibahas hasil dari uji kekerasan kampak rem dengan bahan serbuk tempurung kelapa sawit dan resin epoxy , dimana setiap spesimen akan dibandingkan dalam sebagai berikut :

Tabel 4. Data Hasil Uji Kekerasan Durometer

No	Temperatur (°C)	Spesimen	Kekerasan (HD)			Nilai Rata-Rata		
			Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 1	Titik 2	Titik 3
1	400°C	1	75.5	73.5	72.5	71,6	72	71,5
		2	70.5	71.5	71.5			
		3	68	71	70.5			
2	450°C	1	68.5	68	67.5	65,5	66,5	65,8
		2	64	66	67			
		3	64	65.5	63			
3	500°C	1	60	58	55	57,3	56,1	53,3
		2	58	55	53			
		3	54	55.5	52			

Keterangan :

Penelitian berikut ditetapkan pada tiga variasi campuran kampak rem dengan persentase bahan baku, perekat dan suhu yang berbeda, sebagaimana dijabarkan di bawah ini :

1. 50% Serbuk tempurung kelapa sawit + 50% Resin Epoxy + suhu 400°C
2. 60% Serbuk tempurung kelapa sawit + 40% Resin Epoxy + suhu 450°C
3. 70% Serbuk tempurung kelapa sawit + 30% Resin Epoxy + suhu 500°C

Hasil dari pengujian kekerasan Shore D Durometer dengan campuran spesimen 50% serbuk tempurung kelapa sawit + 50% resin epoxy mendapatkan hasil kekerasan tertinggi yaitu pada Tempratur 400°C mendapatkan nilai 71,6 pada titik 1, pada titik ke 2 mendapatkan nilai kekerasan 72, dan pada titik ke 3 mendapatkan nilai yaitu 71,5 dikarenakan pada spesimen pertama menggunakan Tempratur 400°C. Jadi semakin rendah Tempratur 400°C maka campuran akan membuat spesimen semakin keras.

Hasil uji kekerasan pada Tempratur 450°C mendapatkan hasil menengah, yaitu nilai sebesar 65,5 pada titik pertama, pada titik kedua sebesar 66,5 dan pada titik ketiga sebesar 65,8.

Hasil uji kekerasan pada Tempratur 500°C mendapat hasil kekerasan terendah yaitu dengan nilai 57,3 pada titik ke 1, pada titik ke 2 mendapat nilai 56,1 dan pada titik ke 3 sebesar 53,3. Jadi semakin tinggi Tempratur 500°C maka semakin rendah nilai kekerasan spesimen.

Tabel 5. Hasil perbandingan uji kekerasan sesuai standart SNI

NO	Nama Peneliti	Fraaksi Volume	Hasil Uji Kekerasan
1	Nilai kekerasan sesuai standart SNI	-	68-105 (Rockwell R)
2	Muliyadi	50% serbuk tempurung kelapa sawit + 50% resin epoxy , tempratur 400 ⁰ C	72HD
3	Muliyadi	60% serbuk tempurung kelapa sawit + 40% resin epoxy , tempratur 450 ⁰ C	66,5 HD
4	Muliyadi	70% serbuk tempurung kelapa sawit+ 30% resin epoxy , tempratur 500 ⁰ C	57,3HD

Syarat standart uji kekerasan sesuai SNI adalah 68-105 Rockwell. Pada penelitian yang dilakukan penulis, pada nomer 2 dengan fraksi volume campuran 50% : 50% + tempratur 440⁰C mendapatkan nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 72 HD, dan pada nomer 3 dengan fraksi volume campuran 60% : 40% + tempratur 450⁰C mendapatkan nilai kekerasan sebesar 66,5 HD, dan pada nomer 4 mendapatkan nilai sebesar 57HD dengan fraksi volume campuran 70% : 30% + tempratur 500⁰C.

SIMPULAN

Hasil dari penelitian ini bermaksud untuk menemukan kampas rem yang tidak berbahaya bagi kesehatan lingkungan untuk menggantikan bahan dari asbestos. Penggunaan serbuk tempurung kelapa sawit yang dipiroalisis dengan variasi temperatur, yang kemudian divariasikan dengan resin epoxy sebagai campurannya untuk dilakukan uji kekerasan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan campuran serbuk tempurung kelapa sawit 50% : 50% resin epoxy pada temperatur 400⁰C menghasilkan kekerasan tertinggi dengan nilai 72HD. Sedangkan hasil pada temperatur 450⁰C memberikan kekerasan terendah dengan nilai 57,3HD, dari hasil penelitian tersebut memberikan pengembangan kampas rem alternatif yang lebih ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan, tetapi perlu adanya pengembangan lebih lanjut lagi agar menghasilkan produk yang lebih bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- Ary Subagia, I. D. ., Adi atmika, I., Suardana, N., GDS, R., & FS, S. (2018). Pengaruh Temperatur Sinter Terhadap Kekerasan dan Keausan Kampas Rem Berbasis Komposit Hibrida Serbuk Tempurung Kelapa/Alumina/Phenolic Resin. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 11(2), 42. <https://doi.org/10.24843/jem.2018.v11.i02.p02>
- Hasanudin, L., Kadir, A., Sisworo, R. R., & Yurnidarsyah, C. (2021). *Bimbingan Teknis Pembuatan Kampas Rem Cakram Berbahan Komposit Polimer Untuk Sepeda Motor*. 5(4), 1002–1008.

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>

Mukmin, S. S. (2022). Analisa Keausan Kampas Rem Non Asbes Terbuat. *Inovtek Polbeng*, 07(2), 210–214.