



## Sifat Mekanik Komposit Serat Eceng Gondok dengan *Filler* Cu-Zn dan MgO untuk Kampas Rem Sepeda Motor

Oxa Rachmada<sup>1\*</sup>, Sri Hastuti<sup>2</sup>, R. Faiz Listyanda<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Universitas Tidar, Indonesia

Email: [oxarachmada@gmail.com](mailto:oxarachmada@gmail.com)<sup>1</sup>, [hastutisrimesin@untidar.ac.id](mailto:hastutisrimesin@untidar.ac.id)<sup>2</sup>

Jl. Kapten Suparman No.39, Potrobangsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang,  
Jawa Tengah 56116

Korespondensi penulis : [oxarachmada@gmail.com](mailto:oxarachmada@gmail.com)\*

**Abstract.** Brake linings are an important component in the vehicle braking system, but the use of hazardous materials such as asbestos causes environmental pollution. This research aims to analyze the effect of water hyacinth fiber content in composites with Cu-Zn and MgO fillers on brake lining wear and hardness, as a more environmentally friendly alternative. The experimental method was used with variations in the composition of water hyacinth fiber: brass powder: magnesium oxide powder: epoxy resin of 10%:40%:20%:30%, 15%:40%:20%:25%, 20%:40%:20%:20%, and 25%:40%:20%:15%. The manufacturing process involves a compaction pressure of 2 tons for 10 minutes and sintering at a temperature of 200°C for 30 minutes. Vickers hardness testing refers to the ASTM E384 standard and wear testing refers to the ASTM G99-95a standard. The results showed that the highest hardness was obtained with a composition of 10% water hyacinth fiber (245.26 Kgf/mm<sup>2</sup>), with a composition of 15% water hyacinth fiber (240.88 Kgf/mm<sup>2</sup>), with a composition of 20% water hyacinth fiber (215.84 Kgf/mm<sup>2</sup>), and a water hyacinth fiber composition of 25% (194.48 Kgf/mm<sup>2</sup>). The lowest wear test results were at a composition of 10% water hyacinth fiber (0.00212 mm<sup>2</sup>/kg), at a composition of 15% water hyacinth fiber (0.00242 mm<sup>2</sup>/kg), at a composition of 20% water hyacinth fiber (0.00295 mm<sup>2</sup>/kg), and with a composition of 25% water hyacinth fiber (0.0031 mm<sup>2</sup>/kg). This shows that increasing the percentage of water hyacinth fiber can reduce the hardness value and increase brake lining wear.

**Keywords:** Water hyacinth fiber, composite, brake lining

**Abstrak.** Kampas rem merupakan komponen penting dalam sistem pengereman kendaraan, namun penggunaan bahan berbahaya seperti *asbestos* menimbulkan polusi lingkungan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh kandungan serat eceng gondok pada komposit dengan filler Cu-Zn dan MgO terhadap keausan dan kekerasan kampas rem, sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan. Metode eksperimental digunakan dengan variasi komposisi serat eceng gondok: serbuk kuningan: serbuk *magnesium oksida*: resin *epoxy* sebesar 10%:40%:20%:30%, 15%:40%:20%:25%, 20%:40%:20%:20%, dan 25%:40%:20%:15%. Proses pembuatan melibatkan tekanan kompaksi 2 ton selama 10 menit dan *sintering* pada suhu 200°C selama 30 menit. Pengujian kekerasan Vickers mengacu pada standar ASTM E384 dan uji keausan mengacu pada standar ASTM G99-95a. Hasil menunjukkan bahwa kekerasan tertinggi diperoleh pada komposisi 10% serat eceng gondok (245,26 Kgf/mm<sup>2</sup>), pada komposisi serat eceng gondok 15% (240,88 Kgf/mm<sup>2</sup>), pada komposisi serat eceng gondok 20% (215,84 Kgf/mm<sup>2</sup>), dan pada komposisi serat eceng gondok 25% (194,48 Kgf/mm<sup>2</sup>). Hasil uji keausan terendah pada komposisi 10% serat eceng gondok (0,00212 mm<sup>2</sup>/kg), pada komposisi 15% serat eceng gondok (0,00242 mm<sup>2</sup>/kg), pada komposisi 20% serat eceng gondok (0,00295 mm<sup>2</sup>/kg), dan pada komposisi 25% serat eceng gondok (0,0031 mm<sup>2</sup>/kg). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan persentase serat eceng gondok dapat menurunkan nilai kekerasan dan meningkatkan keausan kampas rem.

**Kata kunci:** Serat eceng gondok, komposit, kampas rem

### 1. LATAR BELAKANG

Pada tahun 2022, jumlah kendaraan di Indonesia mencapai 148.212.865-unit menurut Badan Pusat Statistik (BPS). Jumlah kendaraan pribadi di Indonesia masih didominasi oleh kendaraan berjenis sepeda motor dengan angka yang sangat tinggi yaitu 125.267.349 unit. Komponen utama sering mengalami pergantian yaitu kampas rem pada kendaraan bermotor,

Komponen rem pada kendaraan berfungsi untuk mengontrol kendaraan pada saat melaju dengan kecepatan. Kampas rem sering di dapat menggunakan bahan yang berbahaya seperti bahan asbestos. Oleh karena itu, perlu adanya pengembangan pada pembuatan kampas rem yang ramah lingkungan seperti menggunakan bahan komposit dari serat eceng gondok (Saputra, 2023).

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dikenal sebagai gulma air yang pertumbuhannya sulit dikendalikan. Bahan baku eceng gondok melimpah terdapat di kawasan Rawapening, Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang. Eceng gondok dilakukan pengambilan oleh kelompok-kelompok tani yang dibina oleh pemerintah setempat dengan tingkat produksi 4 ton per hari tiap kelompok tani (survey di Desa Banyu Biru, Rawapening). Tingkat pemanfaatan eceng gondok belum sebanding dengan tingkat pertumbuhannya yang mencapai 1,9% per hari dan tingkat perkembangbiakannya, dimana 10 tanaman ini dapat menjadi 600.000 tanaman dalam waktu 8 bulan (Bagir, 2011).

Pemanfaatan serat eceng gondok sebagai bahan penguat material komposit belum begitu maksimal. Selama ini eceng gondok pada kawasan Rawapening, Kecamatan Ambarawa, Kabupaten Semarang belum termanfaatkan. Melihat dari potensi tersedianya bahan baku yang begitu banyaknya, maka penelitian ini diarahkan untuk memanfaatkan serat eceng gondok dari limbah eceng gondok sebagai serat penguat material kampas rem. Pemilihan serat eceng gondok sebagai komposit dari serat alam ini, karena mudah didapat, murah, dan dapat mengurangi polusi lingkungan. Komposit ini mampu mengurangi pencemaran lingkungan serta tidak membahayakan kesehatan.

## 2. KAJIAN TEORITIS

Konsentrasi NaOH dan waktu perendaman yang tepat dapat menghasilkan sifat mekanik bikomposit yang optimal. Konsentrasi NaOH yang banyak digunakan para periset adalah 0,5-20%, sedangkan waktu perendaman 15-96 menit. Umumnya konsentrasi 5% NaOH dan waktu perendaman 1 jam sering digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan sifat mekanik yang optimum (Jefferjee, dkk., 2003).

Komposit kampas rem dengan serat alam dengan pengaruh temperatur sintering serbuk aluminium dan serbuk arang kayu glugu terhadap kekerasan komposit kampas rem. Penelitian ini memiliki campuran komposit berupa serbuk glugu mesh 50, serbuk aluminium dan resin dengan campuran bahan 40%, 20%, 40% dengan kompaksi 2000 Kg selama 10 menit dan suhu sintering 125 °C, 175 °C, 225 °C. Pengujian kekerasan menggunakan Leeb Hardness Tester TH120 dengan nilai kekerasan 71,31 HRB, 85,88 HRB dan 79,85 HRB. Spesimen 125

°C memiliki rata-rata nilai kekerasan paling rendah sebesar 71,31 HRB hal ini terjadi, karena pada saat sintering material tidak saling mengikat secara sempurna. Pada temperatur sintering 175°C nilai kekerasan paling tinggi yaitu 85,88 HRB pada suhu sintering 225°C terjadi penurunan nilai sintering menjadi 79,85 HRB. Hal ini disebabkan peningkatan suhu sintering berdampak pada bahan yang digunakan, karena peningkatan suhu dan pendinginan secara perlahan dapat menurunkan kekerasan aluminium (Wahyudi, 2018).

Karakteristik komposit partikel arang kayu akasia bermatrik *epoxy* sebagai salah satu alternatif kampas rem non-asbestos. Penelitian ini menggunakan variasi komposit pada komposisi 20%, 30% dan 40% partikel arang kayu akasia dengan suhu pengarang 300°C. Hasil paling optimal didapat pada fraksi volume partikel arang kayu akasia 20%. Hasil pengujian didapatkan nilai keausan sebesar  $2,98 \times 10^{-7}$  mm<sup>2</sup> /kg dan nilai impak 0,0079 Joule/mm<sup>2</sup>. Penelitian ini menyimpulkan bahwa setelah penambahan serbuk kayu berperan dalam meningkatkan kekuatan mekanis komposit yang salah satunya meningkatkan kekerasan yang berdampak dalam meningkatnya ketahanan aus pada benda uji (Iman, 2020).

Material alternatif campuran serbuk tempurung kelapa-aluminium sebagai kampas rem sepeda motor. Hasil uji kekerasan dan keausan akan dibandingkan dengan kampas rem merek indoparts. Kompaksi dilakukan dengan tekanan 2,5ton selama 15 menit, dilanjutkan dengan *sintering* pada temperatur 200 °C. Hasil paling optimum didapat dari komposisi 20% serbuk kelapa, 40% serbuk aluminium, dan 40% resin *epoxy*. Nilai kekerasan didapatkan 16,8 Kgf/mm<sup>2</sup> dan keausan  $0,71 \times 10^{-7}$  mm<sup>2</sup> /Kg pada kampas rem serbuk kelapa dan serbuk aluminium. Hasil ini mendekati kampas rem komersial indoparts dengan kekuatan 18,5 Kgf/mm<sup>2</sup> dan keausan  $0,87 \times 10^{-7}$  mm<sup>2</sup> /Kg (Santoso, dkk., 2013).

Serbuk kulit biji mangga digunakan sebagai penguat komposit kampas rem terhadap sifat mekanis. Material kampas rem tersusun dari serbuk kulit biji mangga, serbuk kuning, *magnesium oksida* (MgO) dan resin *epoxy* dengan komposisi 45%:25%:20%:10% (variasi 1), 35%:35%:20%:10% (variasi 2), dan 25%:45%:20%:10% (variasi 3). Hasil pengujian didapatkan nilai keausan variasi 1 sebesar  $3,46 \times 10^{-7}$  mm<sup>2</sup>/kg, variasi 2 sebesar  $3,1 \times 10^{-7}$  mm<sup>2</sup>/kg, variasi 3 sebesar  $2,57 \times 10^{-7}$  mm<sup>2</sup>/kg dan KEV-2700 sebesar  $3,29 \times 10^{-7}$  mm<sup>2</sup>/kg. Hasil perhitungan kekerasan didapatkan nilai variasi 1 sebesar 181,07 Kgf/mm<sup>2</sup>, variasi 2 sebesar 214,38 Kgf/mm<sup>2</sup>, variasi 3 sebesar 253,84 Kgf/mm<sup>2</sup> dan KEV-2700 sebesar 223,26 Kgf/mm<sup>2</sup>. Kampas rem paling optimal mendekati nilai keausan dan kekerasan KEV-2700 pada variasi 2. Hasil foto mikro kampas rem menunjukkan campuran antara serbuk kulit biji mangga, serbuk kuning dan magnesium oksida pada variasi 3 terlihat merata, sedangkan untuk variasi 1 dan 2 terlihat serbuk kulit biji mangga lebih mendominasi campuran (Bagaskara, 2019).

### 3. METODE PENELITIAN

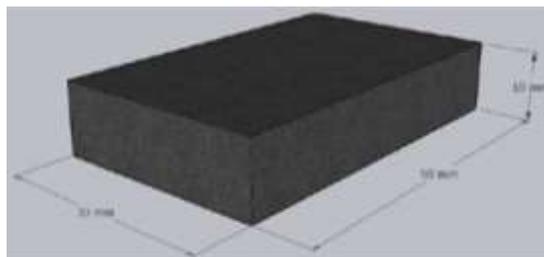
Metode penelitian yang digunakan dalam eksperimen ini adalah metode penelitian eksperimen langsung. Hal ini dikarenakan perlunya data hasil percobaan untuk mendukung penelitian. Penelitian ini menggunakan matriks berupa resin *epoxy* dengan *hardener*, serta serat eceng gondok dengan *filler* serbuk kuning dan MgO. Serat eceng gondok mengalami perlakuan alkalisasi berupa perendaman ke dalam larutan 5% NaOH selama 1 jam untuk menghilangkan kotoran pada serat



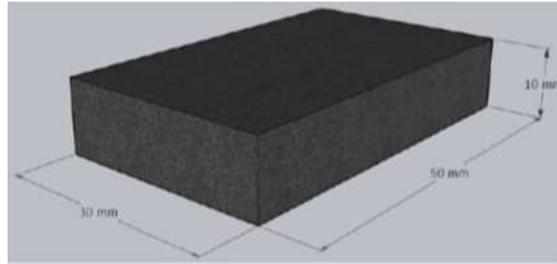
**Gambar 1.** (a) Serat eceng gondok (b) Serbuk kuning (c) *Magnesium oksida*

Proses pembuatan komposit dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Tidar. Variasi yang diujikan melibatkan penambahan serat eceng gondok sebanyak 10%, 15%, 20% dan 25% dengan volume serbuk kuning tetap pada 40% dan volume magnesium oksida tetap 20%. Cetakan yang digunakan terbuat dari kayu yang dilapisi plastik dan diolesi pelumas agar tidak lengket, dan proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode Hand Lay-Up. Langkah-langkahnya mencakup penentuan fraksi volume antara serat dan matriks, pencampuran resin dengan hardener, penuangan resin ke cetakan, Proses pembuatan kampas rem menggunakan tekanan kompaksi 2 ton dengan waktu kompaksi 10 menit, dan disintering dengan suhu 200°C selama 30 menit.

Proses pembuatan spesimen dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Mesin (S1), Fakultas Teknik, Universitas Tidar. Penelitian uji kekerasan vickers dilakukan di Lab Teknik Mesin Universitas Tidar. Penelitian uji keausan dilakukan di Lab Manufaktur Universitas Gajah Mada Yogyakarta.



**Gambar 2.** Standar ASTM E384 uji kekerasan vickers

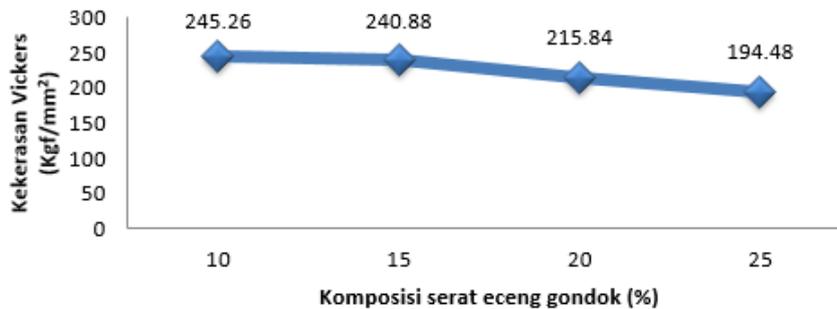


**Gambar 3.** Standar ASTM G99–95a uji keausan

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Uji Kekerasan *Vickers*

Pengujian kekerasan dilakukan sebanyak 3 titik uji kemudian diambil nilai rata-rata kekerasan dari tiap komposisi 10%, 15%, 20 %, dan 25% serat eceng gondok kemudian disajikan dengan grafik untuk mengetahui pengaruh serat eceng gondok terhadap nilai kekerasan kanvas rem sesuai gambar 4.

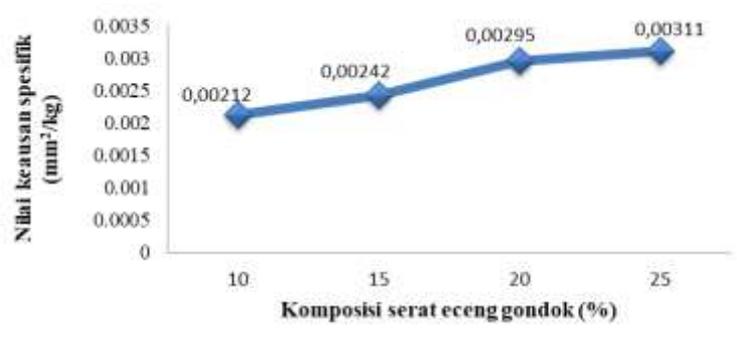


**Gambar 4.** Data hasil uji kekerasan

Pada gambar 4 dari grafik di atas, menunjukkan hasil penelitian nilai kekerasan yang paling rendah hingga yang tertinggi dimulai dari komposisi 25 % serat eceng gondok 194,48 Kgf/mm<sup>2</sup>, komposisi 20 % serat eceng gondok sebesar 215,84 Kgf/mm<sup>2</sup>, kemudian komposisi 15 % serat eceng gondok sebesar 240,88 Kgf/mm<sup>2</sup> dan yang tertinggi kekerasannya adalah komposisi 10 % serat eceng gondok yaitu sebesar 245,26 Kgf/mm<sup>2</sup>. Hasil penelitian kanvas rem dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan (persentase) serat eceng gondok dan berkurangnya (persentase) resin *epoxy*, maka semakin kecil nilai kekerasannya. Hal ini relevan dengan penelitian sebelumnya bahwa penambahan serat eceng gondok dalam komposit kanvas rem menunjukkan nilai kekerasan semakin tinggi presentase serat, semakin rendah kekerasannya (Suhartoyo, 2019).

## Uji Keausan

Hasil pengujian keausan kemudian disajikan dalam grafik untuk mengetahui pengaruh komposisi serat eceng gondok terhadap nilai keausan spesifik kampas rem sesuai gambar 5.



**Gambar 5.** Data hasil uji keausan

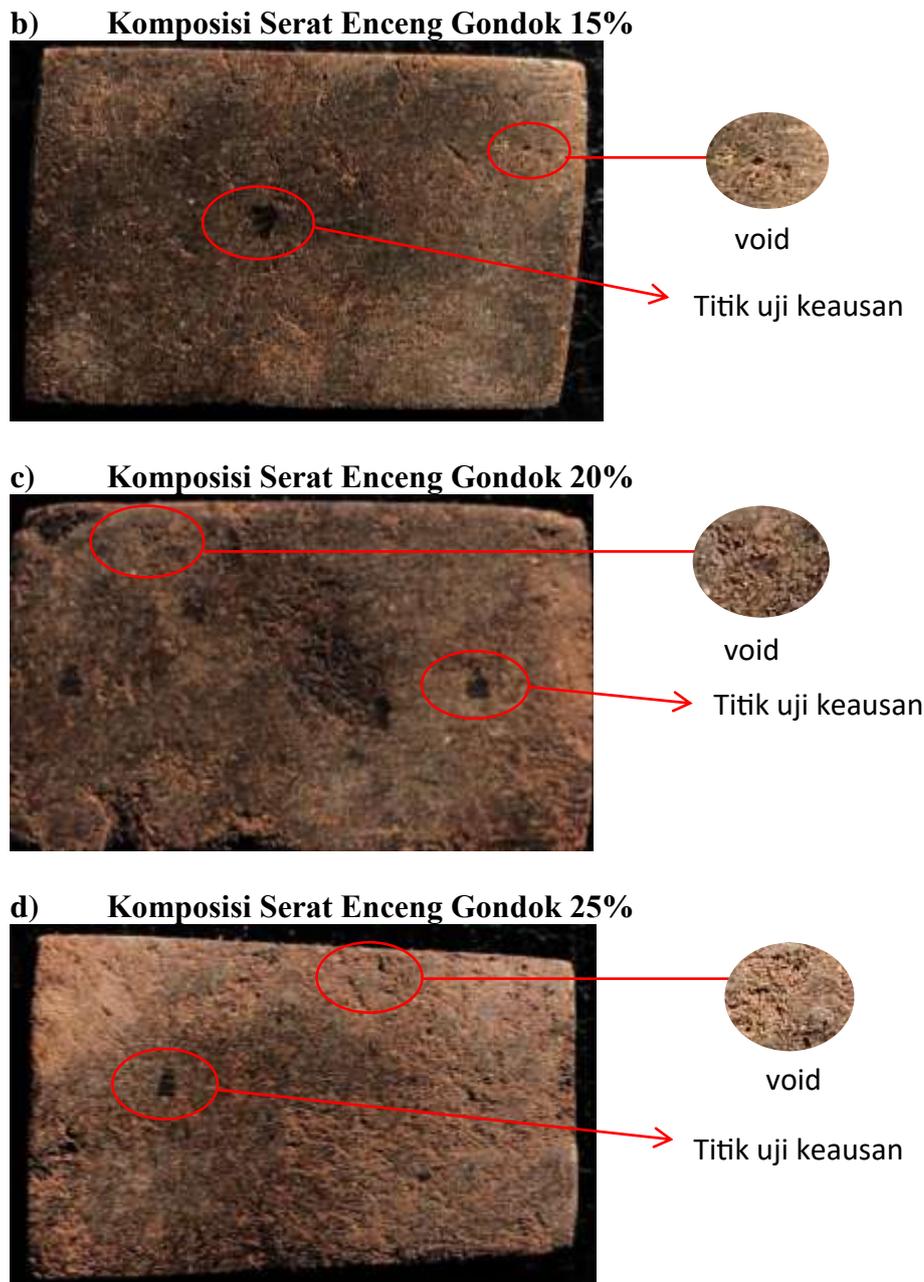
Pada gambar 5 menunjukkan nilai keausan yang paling rendah hingga yang tertinggi dimulai dari komposisi 10 % serat eceng gondok sebesar 0,00212 mm<sup>2</sup>/kg, kemudian komposisi 15 % serat eceng gondok sebesar 0,00242 mm<sup>2</sup>/kg, komposisi 20 % serat eceng gondok sebesar 0,00295 mm<sup>2</sup>/kg dan yang tertinggi keausannya pada komposisi 25 % serat eceng gondok yaitu sebesar 0,00311 mm<sup>2</sup>/kg. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi presentase serat eceng gondok, maka semakin besar nilai keausannya. Peningkatan nilai keausan tersebut, berkaitan dengan penurunan nilai kekerasan dari komposit. Seiring dengan penambahan fraksi volume serat, peningkatan kekerasan dari komposit akan menurunkan nilai keausan (Prabowo, 2019).

## Pengamatan visual hasil uji keausan

Pengamatan visual dilakukan untuk mengambil gambar dari kerusakan spesimen selama pengujian akibat interaksi kampas rem dengan *grinder* alat uji keausan. Pengamatan gambar secara visual. Tujuan dari pengambilan gambar kerusakan untuk menganalisis bentuk kerusakan yang terjadi selama pengujian.

### a) Komposisi Serat Eceng Gondok 10%





**Gambar 6.** Foto permukaan spesimen kanvas rem setelah uji keausan

Hasil pengamatan visual kanvas rem dari serat enceng gondok menunjukkan adanya perubahan tekstur permukaan kanvas rem di sekitar titik uji. Pada permukaan kanvas rem dengan komposisi serat 10% dan 15% terdapat sedikit kerusakan di sekitar titik uji keausan, hal ini disebabkan kanvas rem komposisi serat 10% dan 15% memiliki nilai kekerasan yang tinggi. Sedangkan permukaan kanvas rem dengan komposisi serat 20% dan 25% memiliki kerusakan lebih banyak di sekitar titik uji keausan, karena kanvas rem dengan komposisi serat 20% dan 25% memiliki nilai kekerasan yang kecil sehingga tingkat keausan pada kanvas rem tersebut tinggi. Selain uji keausan, gesekan antara kanvas rem dan alat uji dapat mengubah struktur mikro permukaan kanvas rem. Selain itu, terdapat *void* atau rongga setelah proses

pencetakan. *Void* ini dapat terjadi akibat beberapa faktor seperti distribusi serat yang tidak merata, penekanan yang kurang optimal saat pencetakan, atau adanya udara yang terperangkap dalam material komposit. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa keberadaan *void* dapat mempengaruhi sifat mekanis kampas rem, termasuk kekuatan tekan dan keausan. *Void* yang terlihat pada kampas rem serat eceng gondok ini berpotensi mempengaruhi performa dan ketahanan kampas rem, sehingga perlu dilakukan optimasi lebih lanjut pada proses manufaktur untuk meminimalkan terbentuknya *void* dan meningkatkan kualitas produk akhir (Sutikno, dkk., 2019).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan beberapa pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Nilai kekerasan yang paling rendah hingga yang tertinggi dimulai dari komposisi 25 % serat eceng gondok sebesar 194,48 Kgf/mm<sup>2</sup>, komposisi 20 % serat eceng gondok sebesar 215,84 Kgf/mm<sup>2</sup>, kemudian komposisi 15 % serat eceng gondok sebesar 240,88 Kgf/mm<sup>2</sup> dan yang tertinggi kekerasannya pada komposisi 10 % serat eceng gondok yaitu sebesar 245,26 Kgf/mm<sup>2</sup>. Nilai kekerasan *vickers* yang paling tinggi terjadi pada komposisi 10 % serat eceng gondok, karena penambahan presentase serat eceng gondok dapat menurunkan nilai kekerasan
2. Nilai keausan yang paling rendah hingga yang tertinggi dimulai dari komposisi 10 % serat eceng gondok sebesar 0,00212 mm<sup>2</sup> /kg kemudian komposisi 15 % serat eceng gondok sebesar 0,00242 mm<sup>2</sup> /kg , komposisi 20 % serat eceng gondok sebesar 0,00295 mm<sup>2</sup> /kg dan yang tertinggi keausannya pada komposisi 25 % serat eceng gondok sebesar 0,00311 mm<sup>2</sup>/kg. Data tersebut menunjukkan keausan meningkat seiring peningkatan presentase serat eceng gondok. Nilai keausan spesifik yang paling tinggi terjadi pada komposisi 25% serat eceng gondok. Ini mengindikasikan bahwa penambahan serat eceng gondok menurunkan ketahanan aus material.

### Saran

1. Pada proses pencampuran serat eceng gondok, serbuk kuning, dan *magnesium oksida* sebaiknya menggunakan alat pengaduk dengan kecepatan konstan agar semua bahan tercampur rata.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal pada kampas rem sebaiknya ada pengujian koefisien gesek.

## DAFTAR REFERENSI

- Bagaskara, A. (2019). Pengaruh serat eceng gondok sebagai penguat komposit kanvas rem terhadap sifat mekanis. *Jurnal Teknik Mesin MERC*, 2(2), 2.
- Bagir, A., & Pradana, G. E. (2011). Pemanfaatan serat eceng gondok sebagai bahan baku pembuatan komposit. *Jurnal Teknik*, 1-2.
- Iman, N. (2020). Karakteristik komposit partikel arang kayu akasia bermatrik epoxy sebagai salah satu alternatif kanvas rem non-asbestos. *ROTASI*, 22(1), 7-13.
- Jefferje, B., Heyleys, & Zylyon. (2003). *Composite application using coir fibres in Sri Lanka*. Final Report of Fast Track Project from Common Fund for Commodities. Delft University of Technology.
- Prabowo, T. A. *Analisis performa kanvas rem non asbes variasi serat eceng gondok 1 gram, 2 gram, 3 gram dengan matrik phenolic resin*. [Skripsi].
- Santoso, S. (2013). Studi pemanfaatan campuran serbuk tempurung kelapa aluminium sebagai material alternatif kanvas rem sepeda motor non-asbestos. *Jurnal Nosel*, 2(1).
- Saputra, A., & Bagus. (2023). *Pengaruh campuran serbuk tulang sapi dan arang tempurung kelapa pada karakteristik kanvas rem komposit*. [Skripsi].
- Suhartoyo, A., Pramono, C., & Setyawan, D. (2019). Pengaruh penambahan serat eceng gondok terhadap sifat mekanik kanvas rem. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 56-63.
- Sutikno, A., Pramono, C., & Wibowo, F. (2019). Analisis pengaruh penambahan magnesium oksida terhadap karakteristik kanvas rem. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 14(2), 45-52.
- Wahyudi, R. P. (2018). Pengaruh temperatur sintering serbuk aluminium dan serbuk arang kayu glugu terhadap kekerasan komposit kanvas rem. *Jurnal STATOR*, 1(1), 113-116.