

Pengaruh Karbon Aktif Dan Serbuk Tempurung Kelapa Matrik Aluminium Terhadap Kekerasan *Brake Pad* Komposit

Yudi Purwa Tarsono¹, Dwi Rahmalina¹

¹Program Studi Magister Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta

Email: cokeryudi46@gmail.com, drahmalina@yahoo.com

ABSTRAK

Limbah biomassa tempurung kelapa merupakan salah satu material ramah lingkungan yang potensial sebagai alternatif serat penguat pada kampas rem karena memiliki karakter fisik dan mekanik yang baik, namun diperlukan komposisi yang tepat guna menghasilkan pengereman yang efektif dan memenuhi faktor *safety*. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan bahan komposit *brake pad* serbuk tempurung kelapa dikombinasikan dengan serbuk karbon aktif berkomposisi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%, serta komposisi resin 10%. Dalam penelitian ini, pemanfaatan penguat serbuk tempurung kelapa yaitu dengan komposisi 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%, serta penggunaan serbuk aluminium dengan komposisi 40%, 50%, 60%, 70%, dan 80%. Penelitian ini melakukan *mixing* pada seluruh bahan komposit yang digunakan dan memberi tekanan dengan metode *cold press* atau tekan dingin. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kekerasan vikers, tarik, uji laju keausan, foto pembesaran makroskopik bahan komposit, serta uji SEM & EDS. Hasil pengujian diperoleh nilai kekerasan 23,2 VHN dimana angka tersebut mendekati nilai kekerasan *brake pad* original sepeda motor, yaitu dengan nilai 26,27 VHN. Sedangkan hasil pengujian keausan pada komposisi 10% resin, 40% serbuk aluminium, 50% serbuk tempurung kelapa dan 30% serbuk karbon aktif terdapat pengaruh nilai laju keausan serta komposit *brake pad* menjadi lebih lunak sehingga piringan rem (*disc brake*) memiliki ketahanan usia lebih lama. Dari pengujian tersebut, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai alternatif material *brake pad* sepeda motor yang mendekati nilai kekerasan *brake pad* original, minim gesekan pada piringan rem, serta ramah lingkungan.

Kata kunci: Karbon Aktif, Tempurung Kelapa, Komposit, *Brake Pad*

ABSTRACT

Coconut shell biomass waste is one of the environmentally friendly materials that has the potential as an alternative to reinforcing fibers in brake linings because it has good physical and mechanical characteristics, but it requires the right composition to produce effective braking and meet safety factors. This study aims to develop a composite brake pad coconut shell powder combined with activated carbon powder with a composition of 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%, and a resin composition of 10%. In this research, the use of coconut shell powder reinforcement is with a composition of 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%, and the use of aluminum powder with a composition of 40%, 50%, 60%, 70%, and 80%. This study mixed all composite materials used and applied pressure using the cold press method. The tests carried out were the vikers hardness test, tensile test, wear rate test, macroscopic enlargement photos of composite materials, and SEM & EDS tests. The test results obtained a hardness value of 23.2 VHN where this figure is close to the hardness value of the original motorcycle brake pad, namely with a value of 26.27 VHN. While the results of the wear test on the composition of 10% resin, 40% aluminum powder, 50% coconut shell powder and 30% activated carbon powder have an effect on the value of the wear rate and the brake pad composite becomes softer so that the disc brake has a longer life resistance. From these tests, the results of this study can be used as an alternative material for motorcycle brake pads that are close to the hardness value of the original brake pad, minimal friction on the brake disc, and are environmentally friendly.

Keywords: Activated Carbon, Coconut Shell, Composite, *Brake Pad*

PENDAHULUAN

Sistem rem merupakan bagian terpenting pada kendaraan dimana sistem pengereman (*Brake System*) berfungsi untuk mengurangi atau memperlambat laju kendaraan serta menghentikan

kendaraan saat dibutuhkan. Sistem pengereman sepeda motor bekerja untuk memperlambat atau menghentikan gerakan roda, karena gerak roda diperlambat maka secara otomatis kendaraan

menjadi lambat dan secara bertahap menjadi berhenti. [1]

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 [2]. Material kampas rem yang keras mengakibatkan keausan piringan rem (*disc brake*) karena tidak dapat melepas panas. Material kampas rem saat ini tidak ramah lingkungan dan sangat membahayakan kesehatan manusia, diantaranya dapat mengganggu pencernaan dan menyebabkan penyakit kanker pada paru-paru manusia karena memiliki sifat karsinogenik [3]. Bahan baku pada industri pengolahan kelapa menghasilkan limbah tempurung kelapa, pada saat ini pemanfaatan limbah tempurung kelapa masih terbatas sebagai bahan bakar, arang aktif dan bahan baku pembuatan obat nyamuk. Potensi pemanfaatan tempurung kelapa adalah sebagai alternatif serat penguat bahan gesek karena tempurung kelapa memiliki karakter fisik dan mekanik yang baik yaitu kekerasan dan kerapatannya tinggi, serta serapan airnya rendah [4].

Seperti penelitian yang dilakukan oleh Santoso, dkk. (2016) [5] yaitu memanfaatkan serbuk tempurung kelapa sebagai penguat dan sebagai matrik atau bahan pengikat adalah serbuk aluminium dan resin epoxy. Penelitian ini menentukan fraksi volume komposisi materialnya antara serbuk tempurung kelapa dan serbuk aluminium divariasikan dari 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Sedangkan katalis dan resin dibuat tetap, yaitu resin 40% dan katalis 1% dari resin.

Pada prosesnya, serbuk tempurung kelapa dan serbuk aluminium dihaluskan dengan menggunakan ayakan mesh 60 μm bukaan 250 μm , kemudian dilakukan proses penimbangan, pencampuran, lalu dicetak dan dikompaksi dengan tekanan 2500 kg selama 15 menit. Selanjutnya, dimasukkan ke oven untuk proses sintering dengan suhu 200°C selama 30 menit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa melakukan variasi komposisi

fraksi volume dari serbuk tempurung kelapa sangat berpengaruh terhadap angka keausan dan angka kekerasan. Komposisi fraksi volume serbuk tempurung kelapa 40%, serbuk aluminium 20%, resin 40% menghasilkan nilai keausan $0,071 \cdot 10^{-7}$ mm²/kg, dan memiliki nilai kekerasan 16,8 kgf/mm². Semakin banyak komposisi serbuk tempurung kelapa dan semakin sedikit serbuk aluminium, maka nilai kekerasannya semakin tinggi, sedangkan nilai keausannya semakin rendah.

Sutikno, dkk. (2010) [6] memperkuat penelitian yang dilakukan oleh Santoso, dkk, yaitu melakukan penelitian yang sama, memanfaatkan serbuk tempurung kelapa sebagai serat penguat bahan friksi pada komposit kampas rem yang dicampur dengan aluminium. Penelitiannya menegaskan bahwa secara umum zat penyusun di dalam bahan friksi adalah terdiri dari serat, bahan pengisi, dan bahan pengikat. Dimana bahan pengikat terdiri dari berbagai jenis resin. Resin tersebut berfungsi untuk mengikat berbagai zat penyusun di dalam bahan friksi. Pada suhu yang relative stabil, bahan pengikat tersebut dapat membentuk sebuah matriks. Selain itu, penelitian Sutikno, dkk, menjelaskan pula mengapa dalam penelitiannya memilih bahan komposit dengan logam sebagai matriksnya, yaitu *Metal Matrix Composite* (MMC). Tujuannya adalah sebagai alternatif pengganti bahan asbes agar dapat meningkatkan efisiensi struktur dan karakterisasi sifat material yang signifikan, seperti untuk aplikasi material yang ringan tetapi sangat kuat.

METODE PENELITIAN

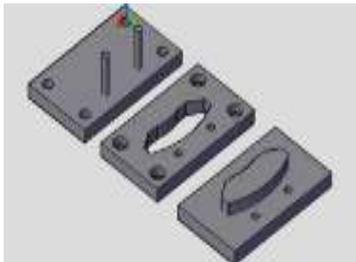
Alur penelitian yang dilakukan meliputi 3 langkah, yaitu langkah pertama yaitu persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses penelitian, seperti persiapan serbuk tempurung kelapa, proses penimbangan serbuk tempurung kelapa, karbon aktif, dan aluminium, serta pembuatan cetakan.

Selanjutnya, langkah kedua dilakukan pembuatan bahan komposit. Bahan yang harus dipersiapkan yaitu, serbuk aluminium, serbuk tempurung kelapa dan serbuk karbon aktif. Untuk bahan aluminium dan karbon aktif sudah jadi dalam bentuk serbuk, karena diperoleh dari pasaran sudah berbentuk serbuk. Sedangkan untuk serbuk tempurung kelapa dan serbuk aluminium harus dilakukan proses pembuatan menjadi serbuk.

Pada langkah terakhir, dilakukan pembuatan spesimen dan eksperimen tentang spesimen dengan metode sintering dengan suhu 150 derajat C, uji kekerasan ASTM E-384, uji keausan ASTM G99-04, dan foto mikro.

Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dipersiapkan yaitu sebagai berikut: (1) cetakan kanvas rem yang sudah dibuat dengan ukuran *dies* 120 x 60 x 12 mm; (2) mesin gerinda untuk menghaluskan material, (3) jangka sorong untuk mengukur dimensi spesimen; (4) ayakan (*mesh*) berukuran 80 mesh untuk menyaring material menjadi halus; (5) timbangan digital untuk mengukur berat sesuai komposisi yang dibutuhkan; (6) oven listrik untuk pemanasan sample material komposit; (7) gelas ukur berukuran 100 ml untuk menentukan volume komposisi material; (8) gerinda tangan untuk menghaluskan dan memotong sisa-sisa material kanvas rem komposit, (9) peralatan finishing, seperti pisau, penggaris, alat penjemur, alat wadah, cawan pencampur, dan pengaduk.



Gambar 1. Cetakan Kanvas Rem.

Untuk cetakan kanvas rem dengan panjang sebesar 6,8 cm, lebar sebesar 3 cm, dan tinggi sebesar 0,6 cm, maka volume yang dihasilkan dari cetakan kanvas rem tersebut sebesar $12,24 \text{ cm}^3$



Gambar 2. Cetakan Kanvas Rem.

Langkah Eksperimen

Pertama, Persiapan serbuk tempurung kelapa, serbuk aluminium, dan serbuk karbon aktif dengan menggunakan ayakan *mesh* 80. Kedua, persiapan cetakan *brake pad* untuk diisi dengan material komposit. Ketiga, pembersihan *brake pad* bekas. Keempat, pemasangan plat pada cetakan *brake pad*.

Kelima, persiapan komposisi variasi fraksi volume material.kampas. Keenam, proses penimbangan. Ketujuh, proses pencampuran material komposit. Kedelapan, proses pencetakan *brake pad*. Kesembilan, proses pengeringan sampel komposit *brake pad*. Kesepuluh, proses pemanasan dan pengeringan dengan menggunakan oven/pengering listrik selama 10 menit dengan suhu 180°C. Kesebelas, proses pelepasan spesimen dari cetakan. Terakhir, proses pencucian hasil cetakan dengan air dan deterjen untuk membersihkan sampel dari kotoran yang menempel selama proses pengeringan. Selanjutnya, lakukan pengulangan proses yang sama untuk membuat sampel lain sesuai variasi yang telah ditentukan.



Gambar 3. Hasil sampel *brake pad*.

Pengujian Kekerasan

Pada pengujian kekerasan sampel komposit *brake pad* digunakan pengujian Vickers. Uji kekerasan komposit dilakukan dengan menggunakan alat uji Micro Vickers Hardness mengacu kepada ASTM E 384 A1.3 A1.4.

Pengujian kekerasan adalah untuk mendapatkan nilai kekuatan material komposit. Pengujian kekerasan komposit dilakukan di laboratorium uji bahan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pancasila dengan mesin uji Micro Vickers Hardness. Suhu udara 27°C dengan kelembaban udara normal. Data hasil pembacaan alat harus dilakukan perhitungan manual.

Pengujian diawali dengan menguji 15 buah sampel komposit *brake pad* yang terdiri dari tiga tipe bahan Penguat antara lain :

- 5 buah sampel Tipe A dengan penguat serbuk tempurung kelapa.
- 5 buah sampel Tipe B dengan penguat serbuk karbon aktif.
- 5 buah sampel Tipe C dengan penguat Serbuk tempurung kelapa di campur serbuk karbon aktif.

Setiap sampel dilakukan pengujian kekerasan dengan melakukan penjejakan 2 kali sebesar 100 kg selama 15 detik.

Nilai kekerasan dihitung dengan rumus:

$$HV = \frac{1,854 P}{d^2}$$

Keterangan:

HV = Hardness Vickers (kg.mm⁻²)

P = load (kg)

d = diagonal (mm)

Pengujian Keausan

Pengujian keausan spesimen komposit *brake pad* dilakukan dengan menggunakan alat uji keausan dengan standar ASTM G99-04. Alat ini digunakan untuk mengetahui keausan dari suatu material.

Pengujian Struktur Mikro

Pengujian metalografi dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Pancasila Jagakarsa Jakarta Selatan dan di Laboratorium DTMM FT Universitas Indonesia untuk pengujian SEM & EDS. Pengujian Metalografi untuk mengetahui karakterisasi topografi dari permukaan komposit agar menentukan struktur makro dari bahan komposisi kanvas rem dapat saling mengikat atau tidak.

Microscope optic

Pengujian metalografi yaitu untuk mengamati struktur mikro dari komposit kanvas rem dengan pembesaran 100x. Pada proses Uji Metalografi, pengamatan foto mikro dilakukan bertujuan untuk mengetahui perbedaan kondisi permukaan sampel komposit.

Scanning Electron Microscope (SEM)

Pengujian metalografi dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) sama halnya dengan pengujian menggunakan alat *Microscope optic*, yaitu untuk mengetahui morfologi permukaan pada sampel komposit dengan pembesaran sampai 1000X. Sedangkan untuk menganalisa unsur yang ada didalam sampel adalah dengan menggunakan *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS).

Spesifikasi Alat Uji SEM/EDS antara lain:

- o JEOL merek JSM-6390A
- o Analisis resolusi system : 61 eV
- o Geometri ED: Elevasi : 350
- o Tegangan percepatan : 20 kV

HASIL DAN PEMBAHASAN

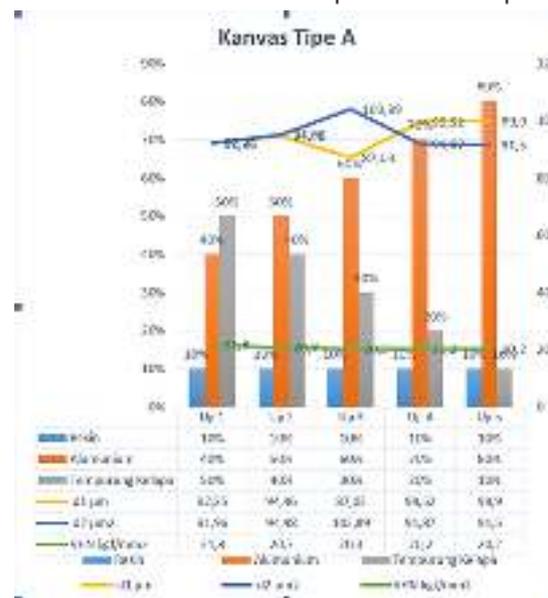
Berikut ini adalah serangkaian kegiatan yang sudah dilakukan pada waktu eksperimen.

Hasil Pengujian Kekerasan Vickers

Hasil pengujian *Vickers* untuk 15 sampel seperti ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Data Perhitungan Hasil Pengujian Vickers untuk *brake pad* tipe A

Uji	RESIN	ALUMINIUM	TEMPURUNG KELAPA	d1	d2	VHN
i	N	M	(%)	µm	µm	kg/mm ²
1	10%	40%	50%	92,25	91,96	21,8
2	10%	50%	40%	94,46	94,98	20,7
3	10%	50%	30%	87,03	103,89	20,3
4	10%	70%	20%	99,52	91,87	20,2
5	10%	80%	10%	99,90	91,50	20,2

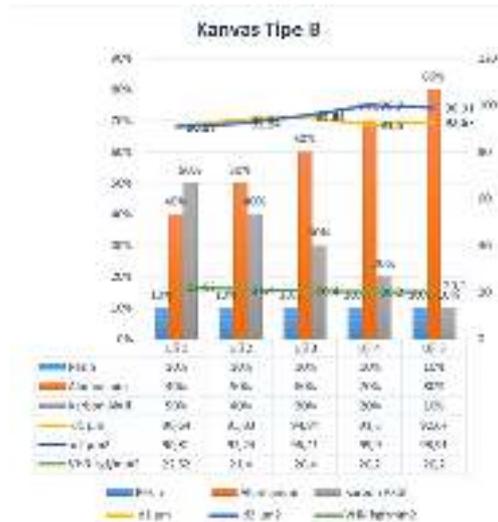


Gambar 4. Kekerasan Sampel komposit *brake pad* tipe A

Berdasarkan hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan pada spesimen komposit *brake pad* tipe A (pada Tabel 1), bahwa nilai kekerasan pada sampel komposit *brake pad* yang tertinggi adalah sampel uji 1, pada komposisi 40% serbuk aluminium dan 50% serbuk tempurung kelapa, campuran antara masing-masing bahan penyusun tercampur dan saling mengikat. Sedangkan untuk sampel no. 4 dan 5 memiliki nilai kekerasan terendah karena prosentasi komposisi kandungan serbuk tempurung kelapa yang sedikit. Penambahan serbuk tempurung kelapa memberikan perubahan nilai kekerasan yang meningkat.

Tabel 2. Data Perhitungan Hasil Pengujian Vickers untuk *brake pad* tipe B

Uji	RESIN	ALUMINIUM	TEMPURUNG KELAPA	d1	d2	VHN
i	N	M	(%)	µm	µm	kg/mm ²
1	10%	40%	50%	92,25	91,96	21,8
2	10%	50%	40%	94,46	94,98	20,7
3	10%	50%	30%	87,03	103,89	20,3
4	10%	70%	20%	99,52	91,87	20,2
5	10%	80%	10%	99,90	91,50	20,2

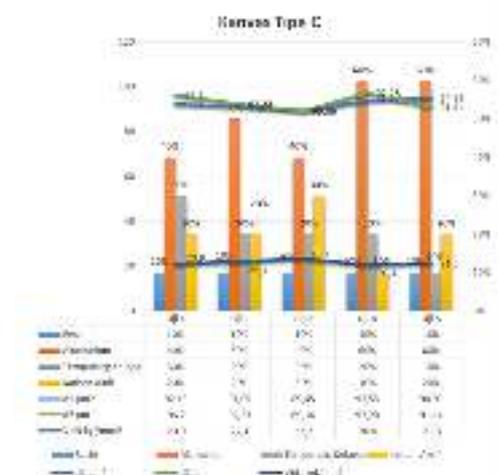


Gambar 5. Kekerasan Sampel komposit untuk *brake pad* tipe B

Pada Tabel 2 di atas, menunjukkan hasil pengujian kekerasan yang telah dilakukan pada sampel komposit untuk *brake pad* tipe B yaitu, nilai kekerasan pada spesimen komposit *brake pad* yang tertinggi adalah sampel uji 1. Karena pada sampel ini komposisi serbuk aluminium adalah 40%, sedangkan komposisi serbuk karbon aktif hanya 50%, dimana penambahan persentase karbon aktif memberikan pengaruh peningkatan nilai kekerasan karena kandungan unsur C yang lebih banyak.

Tabel 3. Data Perhitungan Hasil Pengujian Vikers untuk *brake pad* tipe C

Uji	RESIN	ALUMINIUM	TEMPURUNG KELAPA	KARBON AKTIF	d1 µm	d2 µm	VIHN kg/mm ²
1	10%	40%	30%	20%	82,15	96,20	209
2	10%	30%	20%	30%	91,05	93,71	221
3	10%	40%	20%	30%	88,45	90,16	212
4	10%	30%	20%	30%	91,75	97,88	204
5	10%	60%	10%	20%	94,85	91,14	213



Gambar 6. Kekerasan sampel komposit untuk *brake pad* tipe C

Hasil pengujian kekerasan sampel komposit untuk *brake pad* tipe C seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 yaitu sampel komposit *brake pad* rem no.3 memiliki nilai kekerasan tertinggi, disebabkan dengan komposisi serbuk karbon aktif yang lebih banyak dan komposisi yang hampir merata. Pengaruh penambahan karbon berpengaruh terhadap peningkatan nilai kekerasan.

Data hasil pengujian keausan

Pengujian ketahanan aus menggunakan metode *archard* dengan standar ASTM G99-04, pengujian keausan dilakukan untuk mengetahui tingkat keausan. Pada saat pengujian keausan menggunakan parameter putaran 2500 Rpm dan diberi tekanan beban 3 kg. Dengan menggunakan rumus yang sama didapatkan hasil untuk sampel A1, B1, C3 pada Tabel 4 di bawah ini:

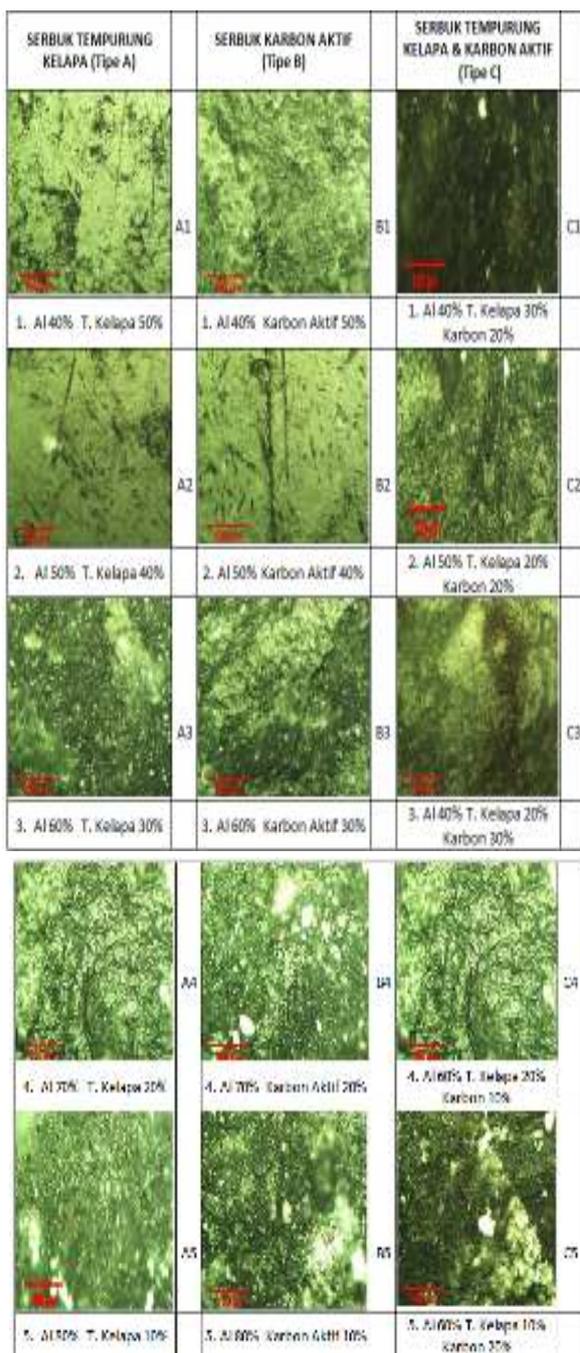
Tabel 4. Hasil Pengujian Keausan

Sampel No	Debitus Berat (g)	Luas (mm ²)	Waktu (detik)	Keausan (mm)	Ketahanan	Keausan (mm ³)
A1	35	200	300	300	31	0,0000000000
B1	35	200	300	300	31	0,0000000000
C3	35	200	300	300	31	0,0000000000

Bahan yang memiliki kekerasan lebih tinggi secara umum memiliki ketahanan aus lebih tinggi (laju keausan rendah). Sehingga ada korelasi antara kekerasan dengan laju keausan. Dari hasil pengujian dari beberapa sampel *brake pad* yang telah dipilih dan dilakukan pengujian keausan, diperoleh laju keausan tertinggi pada komposisi 10% resin, 40% serbuk aluminium, 20% serbuk tempurung kelapa, dan 30% serbuk karbon aktif bernilai 0.0326×10^{-7} gr/mm²s. Sedangkan untuk nilai terendah laju keausan adalah 0.0555×10^{-7} gr/mm²s untuk sampel spiesimen pada komposisi 10% resin, 40% serbuk aluminium, 20% serbuk tempurung kelapa, 30% serbuk karbon aktif.

Hasil Pengujian Microscope Optic

Berikut ini foto sampel hasil pengujian foto mikro komposit *brake pad* komposit serbuk tempurung kelapa, karbon aktif, aluminium dan resin.



Gambar 7. Hasil Foto *Microscope Optic* Komposit Sampel *Brake pad* A, B, C

Berdasarkan hasil pengujian foto *Microscope Optic*, terdapat 3 (tiga) sampel terbaik dari 15 sampel yang ada, yaitu sampel A1, B1, dan C3. Pada sampel *brake pad* A dengan komposisi serbuk serbuk aluminium dan serbuk tempurung kelapa, hasil foto mikro kelima sampel menunjukkan penampang struktur yang berbeda-beda. Sampel A1, menunjukkan komposisi yang hampir merata antar komposisi 10% resin, 40% serbuk aluminium, dan 50% serbuk tempurung kelapa dibandingkan 4 sample lainnya. Dengan kata lain, bahwa campuran antara masing-masing

bahan penyusun tercampur dan saling mengikat, sehingga strukturnya paling baik di antara komposisi lainnya. Kedua, pada sampel *brake pad* B dengan komposisi serbuk aluminium dan serbuk karbon aktif, hasil foto mikronya ditunjukkan oleh gambar 7 di atas, terlihat bahwa sampel B1 dengan komposisi 10% resin, 40% serbuk aluminium, 50% serbuk karbon aktif, memiliki kepadatan yang cukup baik serta memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan 4 sampel lainnya, meskipun di beberapa bagian terdapat *void*. Selanjutnya, hasil foto mikro kanvas rem komposit untuk *brake pad* tipe C dengan komposisi serbuk aluminium, serbuk tempurung kelapa, dan serbuk karbon aktif menunjukkan campuran bahan penyusunnya yang terdiri dari resin, serbuk aluminium, serbuk tempurung kelapa, dan serbuk karbon aktif. Pada gambar 7, sampel C3 memiliki nilai kekerasan tertinggi dengan komposisi 10% resin, 40% serbuk aluminium, 20% serbuk tempurung kelapa, dan 30% serbuk karbon aktif. Penambahan karbon aktif memberikan dampak peningkatan nilai kekerasan dikarenakan karbon aktif memiliki ukuran *mesh* lebih rapat sehingga menutupi *void* yang ada di antara material serbuk tempurung kelapa.

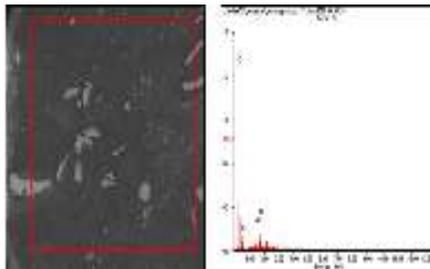
Hasil Pengujian SEM - EDS

Berdasarkan hasil uji keausan 3 sampel terbaik yang dipilih dari hasil uji kekerasan dari 15 sampel yang ada, selanjutnya ketiga sampel tersebut dilakukan uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi komposit, dan uji *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS) untuk mengetahui unsur-unsur yang ada dalam komposit. Hasil dari uji kekerasan menunjukkan sampel komposit C3 memiliki kekerasan 23.2 VHN. Jumlah penambahan karbon sangat mempengaruhi penambahan nilai kekerasan pada setiap sampel. Dan nilai yang tertinggi adalah sampel komposit C3 mendekati nilai kekerasan kanvas original sebesar 26.27 VHN. Sedangkan untuk uji keausan didapat nilai tertinggi pada sampel komposit C3 sebesar 0.0555×10^{-7} gram/ mm²s. Penambahan Serbuk Karbon aktif memberikan pengaruh kanvas komposit lebih lunak, sehingga tidak menghasilkan bunyi dan merusak piringan rem (*disc brake*).

1) Uji SEM-EDS SAMPEL A1

Tabel 5. Hasil Uji EDS Sampel A1

Element	Wt%	At%
CK	67.45	75.20
OK	25.57	21.40
AlK	03.74	01.86
SiK	03.23	01.54
Matrix	Correction	ZAF

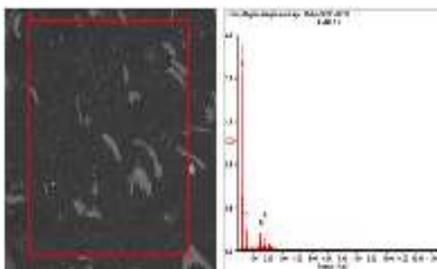


Gambar 8. Hasil Uji SEM Sampel A1

2) Uji SEM-EDS SAMPEL B1

Tabel 6. Hasil Uji EDS Sampel B1

Element	Wt%	At%
CK	68.32	77.77
OK	18.03	15.41
AlK	08.51	04.31
SiK	05.14	02.50
Matrix	Correction	ZAF

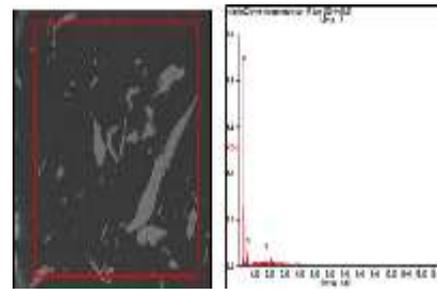


Gambar 9. Hasil Uji SEM Sampel B1

3) Uji SEM-EDS SAMPEL C3

Tabel 7. Hasil Uji EDS Sampel C3

Element	Wt%	At%
CK	77.27	82.59
OK	20.36	16.33
SiK	02.37	01.08
Matrix	Correction	ZAF



Gambar 10. Hasil Uji SEM Sampel C3

Pada gambar 10, grafik menunjukkan dominasi karbon dari serbuk karbon aktif dan tempurung kelapa dari hasil foto Area Unsur lain yang terlihat adalah aluminium (AL), Silikon (OK) dan Oksida (OK). Dan dari tabel 7 prosentase CK lebih banyak yaitu CK 77.27%.

Berdasarkan Hasil Uji SEM dan EDS menunjukkan bahwa unsur karbon terlihat prosentasi tertinggi adalah pada sampel komposit C3. Sehingga pada sampel C3 lebih kuat dibandingkan sampel A1 dan B1. Unsur oksida yang banyak akan bisa melemahkan ikatan antar atom dan juga bisa berdampak mengurangi kekuatannya. Sedangkan unsur oksida terbesar ada pada sampel komposit A1, sehingga dapat melemahkan ikatan antar atom dan melemahkan kekuatannya.

Hasil Brake Pad Komposit

Berikut ini hasil dari *brake pad* yang sudah jadi dengan material komposit komposisi 10% resin, 40% serbuk aluminium, 20% serbuk tempurung kelapa, 30% serbuk karbon aktif. Memiliki nilai kekerasan sebesar 23,2 VH dan $0.0326 \times 10^{-7} \text{ gr/mm}^2 \text{ s}$.

Gambar 11. Foto *brake pad* material komposit C3 serbuk aluminium, serbuk tempurung kelapa, serbuk karbon aktif.**KESIMPULAN**

Dari hasil data pengujian dan hasil pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pada pengujian kekerasan yang terbaik adalah *brake pad* komposit sampel tipe C3 dengan komposisi fraksi volume 10% resin, 40% serbuk aluminium, 20% serbuk tempurung kelapa dan 30% serbuk karbon aktif

terdapat pengaruh terhadap nilai standar kekerasan dan keausan pada *brake pad* sepeda motor, dengan nilai kekerasan sebesar 23,2 VHN mendekati nilai kekerasan *brake pad* original yaitu dengan nilai 26,27 VHN.

Berdasarkan hasil pengujian keausan, pada komposisi 10% resin, 40% serbuk aluminium, 50% serbuk tempurung kelapa dan 30% serbuk karbon aktif terdapat pengaruh nilai laju keausan pada *brake pad* sepeda motor. Karena penambahan karbon meningkatkan kekerasan *brake pad* dan juga komposit menjadi lebih lunak, sehingga *brake pad* tidak merusak piringan rem (*disc brake*). Dari hasil uji SEM dan EDS terlihat morologi komposit *brake pad* sampel C3 terdiri dari bahan Aluminium (Al), Oksida (Ok) yang terbentuk oleh resin dan Silikon (Si) yang muncul karena bahan bawaan saat proses pembuatan komposit *brake pad*. Tetapi bahan material *brake pad* C3 lebih didominasi oleh unsur Karbon (C) dari serbuk tempurung kelapa ditambah Karbon aktif yang lebih memiliki ukuran *mesh* lebih rapat sehingga dengan banyaknya unsur karbon aktif terdapat pengaruh kekerasan dan keausan pada *brake pad* sepeda motor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Salman, A. A. A. Triady, and M. A. Rahman, "Pengaruh Variasi Komposisi Arang Kelapa dan Kayu Berpenguat Serat Ijuk Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Kampas Rem," *Din. Tek. Mesin*, 2018, doi: 10.29303/dtm.v8i2.212.
- [2] Hardianto, I. "Kinerja Rem Tromol Terhadap Kinerja Rem Cakram Kendaraan Roda Dua Pada Pengujian Stasioner" *Jurnal, Jurusan Tek. Mesin, Universitas Kristen Petra Surabaya*. 2008.
- [3] B. Fitrianto, F.D., Estriyanto, Y., Harjanto, "Pemanfaatan Serbuk Tongkol Jagung Sebagai Alternatif Bahan Friksi Kampas Rem Non-Asbestos Sepeda Motor." *Jurnal.fkip.uns.ac.id, UNS, Vol 1, No 3 2013*, Surakarta.
- [4] Agus Salim M, "Perilaku variasi komposisi serbuk tempurung kelapa dengan penambahan magnesium oksida sebanyak 30 % terhadap perilaku mekanik Uji tarik dan Bending Test sebagai Bahan Alternatif". *Jurnal Teknik Mesin Sekolah Tinggi Teknik Harapan, Sumatera Utara*. 2015.
- [5] 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.*, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [6] Sutikno, "Pembuatan Bahan Gesek Kampas Rem Menggunakan Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Pemodifikasi Gesek," *Pembuatan Bahan Gesek Kampas Rem Menggunakan Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Pemodifikasi Gesek*, 2010, doi: 10.15294/saintekno.v8i2.327.