

KARAKTERISASI KEAUSAN KOMPOSIT CANGKANG KEMIRI DAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN KAMPAS REM (BRAKE PAD)

Juan Randy Simamora¹⁾ Chandra Kurniawan²⁾
Jurusan Ilmu Fisika, Universitas Quality Berastagi ¹⁾²⁾
Email : juan.muora@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pemanfaatan cangkang kemiri dan tempurung kelapa sebagai material komposit dalam pembuatan kampas rem. Desain formulasi bahan komposit gesekan dilakukan berdasarkan empat kelas bahan gesekan yaitu pengisi, pengikat, serat penguat dan pengubah properti dengan persentase tetap berdasarkan berat. Perbandingan komposisi Serbuk cangkang kemiri dan tempurung kelapa untuk masing-masing sampel S-01 (35 : 25) wt.-%, S-02 (30 : 20) wt.-%, dan S-03 (25 : 15) wt.-%. Dari hasil analisa data diperoleh nilai pengujian daya serap air untuk masing-masing sampel S-01 (0.00706 %), S-02 (0.000496 %), S-03 (0.00584 %). Uji Keausan terendah terdapat pada sampel S-03 sebesar 3.67×10^{-5} g/mm².s . Hasil Uji SEM-EDS menunjukkan distribusi partikel pada bahan gesekan yang berbeda untuk masing-masing sampel dan menunjukkan bahwa karbon hadir dalam jumlah yang kurang lebih sama dalam semua formulasi. Dominansi kehadiran logam pada kampas rem meliputi : besi (Fe), magnesium (Mg), karbon (C), dan aluminium (Al), silikon (Si), kalium (K).

Kata Kunci : kampas rem, cangkang kemiri, tempurung kelapa, komposit

ABSTRACT

The research has been conducted on the use of candlenut shells and coconut shells as composite materials in the manufacture of brake pads. The design of friction composite formulations is carried out based on four classes of friction material namely fillers, binders, reinforcing fibers and property modifiers with a fixed percentage based on weight. Comparison of the composition of Candlenut shell powder and coconut shell for each sample S-01 (35: 25) wt.-%, S-02 (30: 20) wt.-%, and S-03 (25: 15) wt.-%. From the results of data analysis, the values of water absorption for each sample were S-01 (0.00706%), S-02 (0.000496%), S-03 (0.00584%). The lowest wear test was found in the S-03 sample of 3.67×10^{-5} g / mm².s. The SEM-EDS test results show the distribution of particles in different friction materials for each sample and show that carbon is present in approximately equal amounts in all formulations. The predominance of the presence of metals in brake linings includes: iron (Fe), magnesium (Mg), carbon (C), and aluminum (Al), silicon (Si), potassium (K)

Keywords : brake pad, candlenut shell, coconut shell, composite

Pendahuluan

Pencemaran lingkungan menjadi perhatian yang serius karena memiliki

dampak langsung terhadap kesehatan manusia dan kelestarian lingkungan. Penggunaan produk industri automotif yang mudah aus

dan melepaskan partikel ke atmosfer harus dibuat dengan bahan yang tidak beracun dan ramah lingkungan. Menurut hasil penelitian kesehatan, pemakaian kampas rem yang umumnya terbuat dari material asbestos dapat menghasilkan debu yang jika terhirup oleh manusia menyebabkan kanker paru-paru dan otak [3][4][12]. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa pengguna sepeda motor di Indonesia mencapai 105 juta, pada tahun 2016 dan diperkirakan akan meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data tersebut dapat diperkirakan tingkat penggunaan kampas rem dengan material asbestos dalam jangka panjang yang tentu akan berdampak besar bagi kesehatan.

Permasalahan lain tentang lingkungan khususnya limbah organik juga menjadi pusat perhatian. Pembuangan cangkang kemiri dan tempurung kelapa di pinggir jalan, sungai, hingga perkebunan dapat menimbulkan permasalahan baru di pada lingkungan sekitar seperti sampah yang menumpuk dan merusak pemandangan. Berdasarkan hal tersebut diperlukan solusi penanganan limbah organik dengan memanfaatkan potensi cangkang kemiri dan tempurung kelapa, sekaligus meningkatkan nilai ekonomis limbah tersebut. Ketersediaan kedua limbah organik ini cukup banyak, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi komposit dalam pembuatan kampas rem non asbestos.

Seiring perkembangan inovasi dan teknologi yang cukup pesat, penelitian tentang pemanfaatan bahan organik sebagai komposit kampas rem sudah dikaji dan dilakukan oleh beberapa peneliti. Ufoama P.A. (2017), mengembangkan kampas rem menggunakan komposit berbahan tempurung kelapa, biji palem, dan cangkang mete. Hasil Uji keausan 0.025 mm/min - 0.06 mm/min menunjukkan peningkatan kekuatan ikat dari kampas rem 25-27 Kg/cm². Rajmohan B. (2017) mengembangkan kampas rem menggunakan

komposit berbahan tempurung kelapa, tebu, dan cangkang siput. Hasil uji keausan $3,55 \times 10^{-6}$ mg/m – $4,13 \times 10^{-6}$ mg/m sedikit lebih rendah dibandingkan asbestos.

Dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian pembuatan kampas rem menggunakan komposit bahan dasar cangkang kemiri dan tempurung kelapa. Pemanfaatan potensi alam seperti pasir besi (serbuk logam) juga akan digunakan sebagai bahan pengisi komposit.

Metode

Material

Bahan yang digunakan untuk produksi kampas rem dipilih dengan hati-hati termasuk serbuk pengisi cangkang kemiri dan tempurung kelapa, resin poliuretan sebagai bahan pengikat, karbon sebagai penguat serat, pasir besi (aluminium, tembaga dan seng) digunakan sebagai bahan abrasif. Faktor-faktor penting yang dipertimbangkan dalam memilih bahan-bahan ini termasuk koefisien gesekan yang tinggi, tingkat keausan yang rendah, pembuangan panas yang baik sambil mempertahankan kekuatan mekanik, kemampuan untuk mengeringkan, dan daya serap air.

Preparasi Komposit

Desain formulasi bahan komposit gesekan dilakukan berdasarkan empat kelas bahan gesekan yaitu pengisi, pengikat, serat penguat dan pengubah properti dengan persentase tetap berdasarkan berat. Berbagai komposisi pembentuk komposit ditunjukkan pada Tabel 1. Cangkang kemiri dan cangkang kelapa dipilih karena keseragaman dalam kualitas dan komposisi kimia dan sifat yang lebih baik dalam hal penyerapan air dan ketahanan aus.

Tabel 1. Komposisi Sampel Kampas Rem

N Sampel	Komposisi (wt.-%)					
	Cangkang kemiri	Tempurung kelapa	Pasir Besi	Fiber serat nanas	Resin poliuretan	karbon
1 S-01	35	25	5	5	25	5

2	S-02	30	20	10	5	25	5
3	S-03	25	15	15	10	25	10

Cangkang kemiri dan tempurung kelapa dibuat menjadi bentuk powder (bubuk) dengan memecahnya menjadi potongan-potongan kecil dan bubuk halus menggunakan mesin penggilingan (Gambar 1) dan disaring menggunakan kertas saring ukuran 200 mesh.



Gambar 1. Mesin Penggiling Cangkang Kemiri dan Tempurung Kelapa

Mesin penggilingan yang digunakan untuk menghancurkan bahan baku komposit dengan ukuran grid yang berbeda seperti yang diinginkan seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Banyaknya powder cangkang kemiri, tempurung kelapa, pasir besi, dan carbon yang dibutuhkan diukur menggunakan neraca digital. Bahan - bahan tersebut dicampur dengan manual selama 90 menit dengan bantuan menggunakan mortar sampai campuran homogen terbentuk. Setelah itu campuran ini dicampur dengan resin poliuretan selama 15 menit menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan tinggi. Kemudian dicampur dengan serat daun nanas yang telah dipotong menjadi ukuran 2 cm. Campuran komposit di atas dituangkan ke dalam mold plat logam yang sudah disediakan (Gambar 2).



Gambar 2. Desain *Mould* Kampas Rem

Cetakan kampas rem seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Kemudian didiamkan selama 30 menit dimana gel mulai terbentuk (permukaan sampel pada cetakan yang panas tersebut menunjukkan bahwa terjadi reaksi eksotermik). Pada kondisi ini diberikan tekanan 15 kN / m² menggunakan mesin press hidrolis dan dibiarkan selama 4 jam setelah sampel memenuhi bagian mould dan disintering pada suhu 100 °C selama 10 menit. Kemudian sampel dikarakterisasi untuk berbagai sifat fisik dan mekanik.



Gambar 3. Sample Komposit Kampas Rem

Hasil dan Pembahasan

Daya Serap Air

Material komposit gesekan mempengaruhi kinerja pengereman saat

menyerap air, perlu untuk menguji penyerapan air untuk menentukan ketahanan kampas rem terhadap air. Tes penyerapan air dilakukan sesuai dengan ASTM 570-98. Spesimen dipotong menjadi 30 mm × 30 mm × 10 mm dan dilakukan penimbangan. Sampel disimpan dalam air selama 24 jam di bawah suhu kamar. Persentase air yang diserap dihitung dari rumus berikut :

$$\% \text{ water absorption} = \frac{w_0 - w_1}{w_1} \quad (1)$$

dimana,

w_0 = massa sampel sebelum direndam di dalam air,

w_1 = massa sampel setelah direndam di dalam air

Setelah direndam, komposit dikeluarkan dan dibersihkan dari kelembaban permukaannya. Kemudian ditimbang lagi, dan perbedaan massa saat sesudah dan sebelum menyerap air dan menghitung persentase penyerapan. Tabel 2 menunjukkan persentase penyerapan air untuk berbagai variasi sampel.

Tabel 2. Persentase Penyerapan Air dalam Sampel

No	Sample	Massa kondi basah (gr)	Massa kondisi kering (gr)	Massa yang terserap	a % daya serap air
1	S-01	9.84	9.91	0.07	0.00706
2	S-02	10.04	10.09	0.05	0.00496
3	S-03	10.21	10.27	0.06	0.00584

Uji Keausan

Uji keausan digunakan untuk menghitung hilangnya material dari permukaan benda padat sebagai akibat dari gerakan mekanis. Keausan umumnya analog dengan hilangnya material karena interaksi mekanis dari dua permukaan yang bergerak meluncur dan saling bergesekan. Hal ini merupakan fenomena normal yang terjadi jika dua benda permukaan saling bergesekan, maka akan timbul keausan atau pergerakan materi yang terjadi antara dua benda yang saling bergesekan. Tingkat keausan dihitung dengan rumus:

$$N = \frac{w_0 - w_1}{A \cdot t} \quad (2)$$

Dimana ,

N = Nilai laju keausan (g/ mm². sekon)

w_0 = berat awal benda uji (g)

w_1 = berat akhir benda uji (g)

A = luas daerah kontak (mm²)

t = waktu kontak (s)

Gesekan tipe pin-on-disc digunakan untuk mengevaluasi karakteristik keausan komposit dalam kondisi sliding kering pada suhu kamar. Spesimen itu dipegang diam dan disk diputar sementara gaya normal diterapkan melalui mekanisme tuas selama 120 detik. Permukaan disk dibersihkan dengan etanol sebelum dimulainya percobaan baru. Data uji keausan kampas rem untuk keadaan kering ditunjukkan pada tabel 4. Dari tabel tersebut, diperoleh tingkat keausan tertinggi pada sampel S-01 dengan komposisi kemiri dan tempurung kelapa (35 wt .-%, 25 wt .-%).

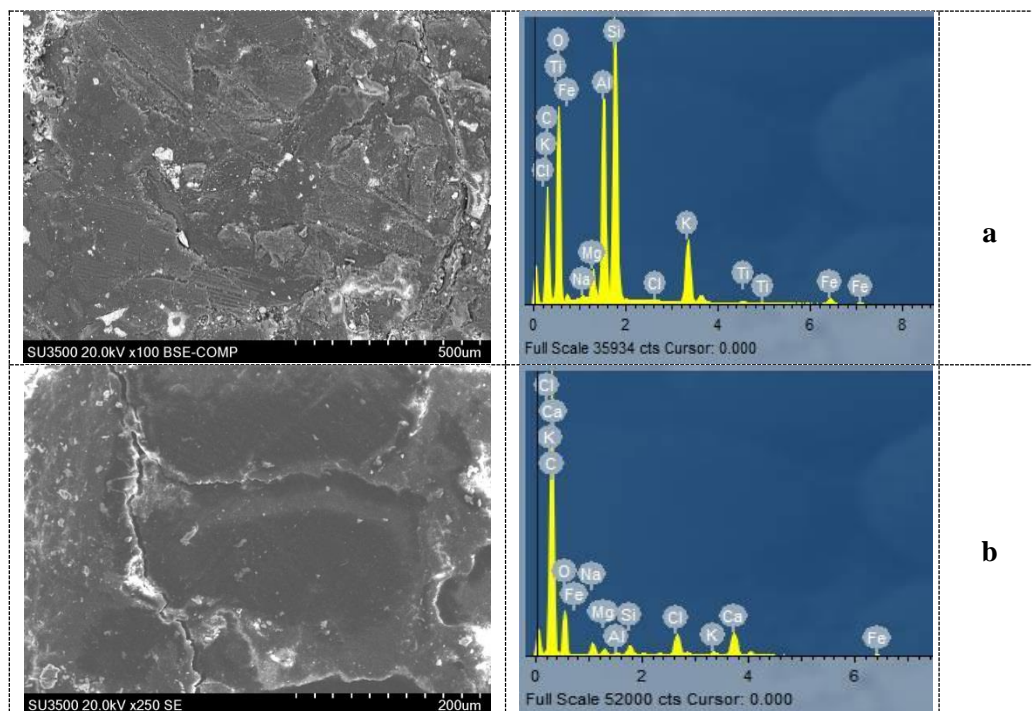
Tabel 4. Hasil Uji Tingkat Aus untuk sampel

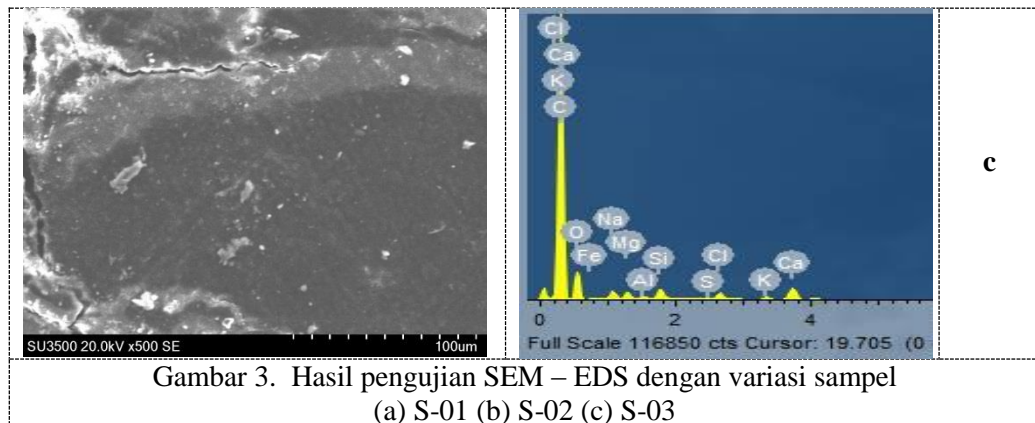
No	Sample	w0 (g)	w1 (g)	time (s)	A (mm ²)	N (g/mm ² .s)
1	S-01	62.24	62.01	120	36.27	5.28 x 10 ⁻⁵
2	S-02	62.96	62.75	120	36.27	4.82 x 10 ⁻⁵
3	S-03	64.57	64.41	120	36.27	3.67 x 10 ⁻⁵

3.3. Karakterisasi SEM – EDS

Morfologi komposit dilakukan dengan pemindaian mikroskop elektron (SEM) dan analisis unsur menggunakan Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) JEOL merek JSM-6390A dengan Analisis resolusi sistem:

61 eV, Geometri ED: Elevasi = 350, Tegangan percepatan: 20 kV. Hasil pengujian SEM dengan masing-masing sampel ditunjukkan pada Gambar 3.





Gambar 3. Hasil pengujian SEM – EDS dengan variasi sampel
(a) S-01 (b) S-02 (c) S-03

Dari hasil tersebut, dapat dilihat distribusi partikel pada bahan gesekan yang berbeda untuk masing-masing sampel. Hasil komposisi unsur berdasarkan analisis EDS menunjukkan bahwa karbon hadir dalam jumlah yang kurang lebih sama dalam semua formulasi. Persentase oksida yang tinggi ditemukan pada sampel S-01, dimana dapat melemahkan ikatan antar atom dan mengurangi kekuatannya. S-03 mengandung jumlah oksida paling sedikit. Dominansi kehadiran logam pada kampas rem meliputi : besi (Fe), magnesium (Mg), karbon (C), dan aluminium (Al), silikon (Si), kalium (K). Salah satu kelebihan penggunaan serat daun nanas adalah tidak dapat diserang oleh karat dan meningkatkan fungsionalitasnya sebagai serat penguat.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa data pengujian absorpsi dan keausan komposit kampas rem dengan berbagai variasi komposisi, maka hasil rata-rata terbaik pengujian daya serap air terdapat pada sampel S-03 dengan komposisi cangkang kemiri dan tempurung kelapa (25 : 15) wt.-%, dengan nilai 0.00584 %. Dan nilai rata-rata terbaik pengujian keausan terdapat pada sampel S-03 (25 : 15) wt.-%, dengan nilai 3.67×10^{-5} g/mm².s. dilihat distribusi partikel pada bahan gesekan yang berbeda untuk masing-masing sampel dengan

persentase oksida yang tinggi ditemukan pada sampel S-01, dimana dapat melemahkan ikatan antar atom dan mengurangi kekuatannya. S-03 mengandung jumlah oksida paling sedikit. Dominansi kehadiran logam pada kampas rem meliputi : besi (Fe), magnesium (Mg), karbon (C), dan aluminium (Al), silikon (Si), kalium (K).

5. Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih atas pendanaan penelitian Dosen Pemula kepada DRPM kementerian Riset dan Teknologi dengan nomor kontrak T/49/L1.3.1/PT.01.03/2019 .

Daftar Pustaka

1. Automotive brake friction materials. *Wear*, (2004); 256: 406-414.
2. B. H. Tambunan. (2014), A Preliminary Study on Use of Candlenut Shell as a Renewable Source of Energy, *Min Indonesia, Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace*, Vol 9
3. Darlington E. et all. (2015), Production of Eco-Friendly Brake Pad Using Raw Materials Sourced Locally In Nsukka, *International Journal of Energy Technology nad Policy*, 5(11) : 47 - 54

4. F.N. Onyeneke et al. (2014), Production of Motor Vehicle Brake Pad Using Local Materials (Perriwinkle and Coconut Shell), The International Journal of Engineering And Sciences (IJES), Vol. 03, Issue 09.
5. Frandi B, et al., (2014), Kaji Pembuatan Kampas Rem Sepeda Motor Bahan Komposit dengan Filler Palm Slag, Jom Fteknik Volume I No.2
6. Gbadeyan, (2017), Low Friction Hybrid Nanocomposite Material for Brake Pad Application
7. Ganguly A., (2008) George R. Asbestos free friction composition for brake linings. Bull. Mater. Sci.,; 31(1): 19-22.
8. Kryachek V.M. (2004), Friction composites: traditions and new solutions (review).II- Composite materials. Powder Metallurgy and Metal Ceramics; 44(1-2): 5-16.
9. Lemen R.A. (2004), Asbestos in Brakes: Exposure and Risk of Disease, American Journal of Industrial Medicine ; 45(3): 229-237
10. Liu Y., Fan Z., Ma H., Tan Y., Qiao, J., (2006), Application of nano powdered rubber in friction materials. Wear.; 261: 225-229.
11. Nidhi, Bijwe J., Majumdar N. (2006), Influence of amount and modification of resin on fade and recovery behavior of non-asbestos organic (NAO) friction materials. Tribology Letters ; 23(3): 215-222.
12. Rajmohan B. (2017), Predict The tribological Properties on brake pad using coconout shell/ sugarcane/ sic powder hybrid composites, International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), Vol : 7 , Issue : 3
13. Shiv Pal Singh, (2015), Analysis of Brake-Pad Friction Material Formulation, International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS), Vil. 2, Issue 8
14. Suhardiman, (2017), Analisa Keausan Kampas Rem Non Asbestos Terbuat dari Komposit Polimer Serbuk Padi dan Tempurung Kelapa, Jurnal Inovtek Polbeng, Vol. 07 No.2
15. Sutikno, et al., (2009), Pembuatan Bahan Gesek Kampas Rem Menggunakan Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Pemodelifikasi Gesek, FMIPA, UNNES
16. Ufuoma P.A. et al. (2017), The Development of Vehicle Brake Pad Using Local Materials - (Palm Kernel, Coconut And Cashew Shells As Base Materials), IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN), Vol. 07, Issue 06.