

# Sintesis Komposit Kampas Rem Bebas Asbes Berpenguat Serbuk Kulit Singkong

Widya Emilia Primaningtyas<sup>1\*</sup>, Rahma Rei Sakura<sup>2</sup>, Suheni<sup>1</sup>, Amir Biqi<sup>1</sup>, Chamim Handoyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhitama Surabaya, Indonesia,

<sup>2</sup> Teknik Mesin, Universitas Negeri Jember, Indonesia

Article history: Received: 15/10/2018; Revised:20/11/2018; Accepted: 25/12/2018

## ABSTRAK

Produksi pertanian dan perkebunan yang melimpah di Indonesia, berbanding lurus dengan limbah yang dihasilkan. Hal tersebut menjadi permasalahan yang serius di Indonesia. Penumpukan limbah akan menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan makhluk hidup. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan memberikan solusi pemanfaatan limbah pertanian untuk kebutuhan industri dibidang otomotif. Selain itu, penggunaan limbah pertanian khususnya limbah kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti kampas rem berupa komposit berpenguat serat alam. Terdapat dua kondisi limbah kulit singkong yaitu dengan pengarbonan dan tanpa pengarbonan. Limbah yang digunakan berupa serbuk kulit singkong dengan ukuran partikel 50, 80, dan 100 Mesh. Komposisi perbandingan fraksi volume antara serbuk kulit singkong dan resin epoxy pada komposit yaitu 20:80 ; 30:70 ; dan 40:60. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa variasi komposisi serat dan resin mempunyai dampak terhadap nilai keausan. Nilai ketahanan aus yang paling baik dihasilkan oleh penambahan 20% serbuk kulit singkong dengan nilai keausan  $0,00061 \pm 0,00039$ .

**Kata kunci:** Komposit, Serbuk Kulit Singkong, Kampas Rem, Bebas Asbes

## ABSTRACT

*An agricultural waste production in Indonesia is increasing as well as the growth of agricultural production. This has become a serious problem in Indonesia. A massive waste will have a negative impact on the health of living things. Therefore, this study aims to provide solutions for the utilization of agricultural waste for the needs of the industry in the automotive sector. In addition, the use of agricultural waste, especially cassava peel waste, can be used as a substitute for brake pads in the form of composite reinforced natural fibers. There are two conditions for cassava peel waste, carbonized and uncarbonized. 50,80,100 Mesh particle size of cassava peel powder used. The composition of the ratio of volume fraction between cassava peel powder and composite epoxy resin used are 20:80; 30:70; and 40:60. The results show that variations in the composition of fibers and resins have an impact on wear values. The best wear resistance shown from the added of 20% cassava peel powder in 100 mesh sizes of particle with  $0,00061 \pm 0,00039$ .*

**Keywords :** Composite, Cassava Skin Powder, Brake Pad, Asbes-free

## PENDAHULUAN

Selama 50 tahun, perkembangan area pertanian singkong dari  $1.3 \times 10^6$  ha menjadi  $1.5 \times 10^6$  ha. Hal tersebut memberikan dampak terhadap peningkatan produktivitas produksi singkong dari  $11.3 \times 10^6$  ha menjadi  $24.5 \times 10^6$  ha [1]. Peningkatan produksi singkong, sebanding dengan peningkatan limbah yang dihasilkan. Salah satu limbah yang dihasilkan dari singkong berupa kulit yang saat ini menjadi limbah pertanian. Material bio-polimer berbahan dasar sumber daya alam terbarukan seperti kulit, selulosa, *polylactic acid*, *polyhydroxy alkanooates*, sebagai bahan alternatif

material untuk polimer sintetik [2]. Serat berdasarkan sumber daya alam terbarukan, seperti serat kelapa, serat ampas tebu, bagase, dan selulosa dari kayu pinus disebut *bio-composites* atau *green composites* [3,4]. Komposit biodegradable dan ramah lingkungan, dapat berguna untuk kehidupan mendatang, karena tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan [5]. Manfaat dari serat alam sebagai penguat material komposit, tidak hanya menjadi bahan alternatif sebagai pemanfaatan limbah, tetapi juga memiliki keunggulan dapat diperbarui, ketersediaan yang melimpah, dapat didaur ulang, dan biaya yang rendah [6]. Komposit merupakan suatu material yang terdiri dari dua komponen atau lebih yang memiliki sifat atau struktur yang berbeda kemudian dicampur secara fisik menjadi satu membentuk ikatan

\*Corresponding author.

E-mail address: [widyaemilia@itats.ac.id](mailto:widyaemilia@itats.ac.id)

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2018 Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, All right reserved, This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

mekanik dengan struktur homogen secara makroskopik dan heterogen secara mikroskopik. Material campuran tersebut akan menghasilkan material baru yang memiliki sifat unggul dari material pembentuknya [7]. Salah satu penggunaan bahan komposit yang dikembangkan yaitu dengan menggunakan serbuk kulit singkong. Aplikasi penggunaan komposit menggunakan serbuk kulit singkong digunakan untuk pengganti bahan baku kampas rem asbestos. Hal tersebut dikarenakan singkong memiliki kadar karbon yang tinggi yaitu 59.31% [8]. Larangan terhadap penggunaan bahan asbestos menjadi motivasi untuk dapat menciptakan bahan pengganti asbestos berbasis *biodegradable composites*. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan *biodegradable composites* sebagai pengganti asbestos pada kampas rem. Serat kulit singkong dalam kondisi pengarbonan dan tanpa pengarbonan. Ukuran partikel yang digunakan yaitu 50, 80, dan 100 mesh, dengan variasi fraksi volume antara serbuk kulit singkong dan resin epoxy. Hasil yang didapat dilakukan pengujian keausan untuk mengetahui ketahanan aus pada material komposit kulit singkong, dan dilakukan perbandingan dalam skala makro.

**METODE**

Penelitian ini menggunakan limbah kulit singkong dari produksi kripik singkong di Semarang, Jawa Tengah. Selain itu, bahan yang harus disiapkan antara lain aluminium foil, resin epoxy beserta katalisnya ,dan *rubber silicon* beserta hardenernya. Alat yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu, tungku listrik, blender, gunting, timbangan digital, ayakan 50, 80 dan 100 mesh, amplas grade 600, mesin poles, jangka sorong, dan *vacuum cleaner*. Proses produksi specimen model kampas rem komposit berpenguat kulit singkong dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama yaitu persiapan serat, limbah kulit singkong dicuci dengan menggunakan air untuk menghilangkan tanah atau pengotor lain yang menempel, setelah itu kulit singkong di keringkan dengan menggunakan panas matahari selama 1 minggu, selanjutnya dilakukan pengeringan didalam tungku listrik bertemperatur 70 °C selama 3 jam agar kadar air dalam singkong terdapat pada batas mendekati minimum. Kulit singkong yang sudah dikeringkan, dibagi menjadi 2 kelompok, untuk persiapan proses pengarangan, sekelompok kulit singkong diblender untuk menjadikan serbuk kulit singkong, sedangkan kelompok yang lain di arangkan dengan cara di bungkus menggunakan alumunium foil [9] dan dimasukkan dalam tungku bertemperatur 500°C selama 30 menit [10]. Serbuk kulit singkong berukuran 50, 80, dan 100 mesh dihasilkan dari proses pengayakan baik untuk serbuk yang di arangkan maupun yang tidak di arangkan. Tahap selanjutnya adalah tahap pembuatan komposit, tiap-tiap ukuran partikel dicampur dengan berbagai variasi komposisi resin epoxy (20,30,40 %Vt) dan katalisnya. Selanjutnya tiap-tiap adonan komposit di cetak dalam cetakan yang terbuat dari rubber silicon dengan bentuk tabung berdiameter 1 inch seperti yang tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Cetakan spesimen komposit kampas rem Campuran yang telah dmasukkan dalam cetakan dibiarkan 24 jam sampai mengeras sempurna, dan dikeluarkan dari cetakan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Spesimen model komposit kampas rem berpenguat kulit singkong

Nampak pada Gambar. 2, spesimen yang berwarna lebih gelap adalah specimen komposit dengan partikel penguat yang dikarbonkan. Tahap terakhir, yaitu tahap pengujian, specimen model kampas rem non asbestos pertama-tama di ukur dimensi dan beratnya, kemudian di lakukan pengujian keausan. Pengujian keausan dilakukan dengan menggunakan mesin poles, mengadopsi prinsip uji keausan dengan menggunakan metode ogoshi [11], dimana menggunakan media abrasive untuk mendapatkan nilai ketahanan aus dengan parameter diantaranya putaran searah jarum jam, kecepatan 300 RPM, dan menggunakan kertas amplas grid 600 menggunakan persamaan dibawah ini [12]:

$$W_s = \frac{\Delta V}{F_n \cdot L} = \frac{\Delta m}{\rho \cdot F_n \cdot L} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

- $W_s$  : Ketahanan aus spesifik dari sampel
- $\Delta V$  : Volume material yang hilang (m<sup>3</sup>)
- $\Delta m$  : Berat yang hilang (kg)
- $F_n$  : Gaya Normal yang berlaku (kg.m/s<sup>2</sup>)
- $L$  : Total jarak tempuh (m)
- $\rho$  : Densitas (kg/m<sup>3</sup>)

Volume atau berat yang hilang merupakan selisih dari volume atau berat mula-mula dikurangi volume/ berat akhir. Total jarak tempuh (L) didapat dari jumlah putaran piringan dikalikan dengan keliling piringan.



Gambar 3. Uji keausan menggunakan mesin poles

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang disajikan adalah hasil uji keausan dengan 3 kali pengulangan untuk tiap-tiap variasi variable bebas. Tabel 1 sampai Tabel 6 beturut-turut merupakan tabel hasil untuk serbuk kulit singkong yang diarangkan dan yang tidak diarangkan dengan variasi ukuran partikel. Nilai ketahanan aus dihitung sesuai dengan rumus pada Persamaan. 1, dinyatakan dengan kecepatan pemakanan kampas rem per kilogram. Dinyatakan semakin tinggi nilai keausan yang didapatkan maka semakin rendah nilai ketahanan aus spesifik sampel tersebut.

Tabel 1. Hasil Uji keausan partikel 50 mesh yang diarangkan

Ukuran Partikel (mesh)		50			
Partikel yang Diarangkan	Rep No.	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	Nilai Keausan (Ws)	Rata-Rata Nilai Keausan (Ws)	
Komposisi (Matrix : Filler) %Vt	80:20	1	4,9	1	0,00106
		2	6,1	1,25	0,00133
		3	9,1	1,85	0,00197
70:30	1	5,9	1,2	0,00128	
	2	4,9	1	0,00106	
	3	5,6	1,15	0,00122	
60:40	1	5,4	1,1	0,00117	
	2	4,9	1	0,00106	
	3	5,2	1,05	0,00112	

Tabel 2. Hasil Uji keausan partikel 80 mesh yang diarangkan

Ukuran Partikel (mesh)		80			
Partikel yang Diarangkan	Rep No.	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	Nilai Keausan (Ws)	Rata-Rata Nilai Keausan (Ws)	
Komposisi (Matrix : Filler) %Vt	80:20	1	9,9	0,0021	0,0016
		2	9,2	0,0020	±
		3	3,6	0,0008	0,0007
70:30	1	5,7	0,0012	0,0013	
	2	7,1	0,0015	±	
	3	5,1	0,0011	0,0002	
60:40	1	17,0	0,0037	0,0028	
	2	12,1	0,0026	±	
	3	10,0	0,0022	0,0008	

Tabel 3. Hasil Uji keausan partikel 100 mesh yang diarangkan

Ukuran Partikel (mesh)		100			
Partikel yang Diarangkan	Rep No.	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	Nilai Keausan (Ws)	Rata-Rata Nilai Keausan (Ws)	
Komposisi (Matrix : Filler) %Vt	80:20	1	1,2	0,00026	0,00061
		2	1,8	0,00102	±
		3	1,0	0,00055	0,00039
70:30	1	0,6	0,00036	0,00114	
	2	3,3	0,00187	±	
	3	2,1	0,00119	0,00076	
60:40	1	0,8	0,00045	0,00152	
	2	4,6	0,00261	±	
	3	2,6	0,00149	0,00108	

Tabel 4. Hasil Uji keausan partikel 50 mesh yang tidak diarangkan

Ukuran Partikel (mesh)		50			
Partikel yang tidak diarangkan	Rep No.	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	Nilai Keausan (Ws)	Rata-Rata Nilai Keausan (Ws)	
Komposisi (Matrix : Filler) %Vt	80:20	1	5,6	0,00122	0,0025
		2	18,2	0,00393	±
		3	10,5	0,00229	0,0014
70:30	1	9,8	0,00213	0,0019	
	2	9,6	0,00207	±	
	3	7,1	0,00154	0,0003	
60:40	1	9,6	0,00207	0,0015	
	2	5,4	0,00117	±	
	3	6,4	0,00138	0,0005	

Pada kampas rem komposit berpenguat serbuk kulit singkong dengan ukuran partikel 50 mesh, penambahan jumlah elemen pengisi mengakibatkan nilai keausan yang semakin rendah baik pada serat yang dikarbonkan maupun yang tidak dikarbonkan. Untuk ukuran partikel 50 mesh, nilai keausan komposit berpenguat serat yang dikarbonkan lebih tinggi dari komposit yang berpenguat serat yang tidak dikarbonkan. Artinya, pada ukuran partikel ini, perlakuan pengarbonan berpengaruh pada peningkatan sifat ketahanan aus komposit. Untuk ukuran partikel yang lain, seiring dengan penambahan unsur pengisi akan mengakibatkan kenaikan nilai keausan. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan selulosa dan lignin yang terdapat pada kulit singkong, memiliki volume yang lebih besar apabila dibandingkan

dengan serat alam lainnya. Sehingga akan berdampak pada struktur serat yang dimiliki kulit singkong.

Tabel 5. Hasil Uji keausan partikel 80 mesh yang tidak diarangkan

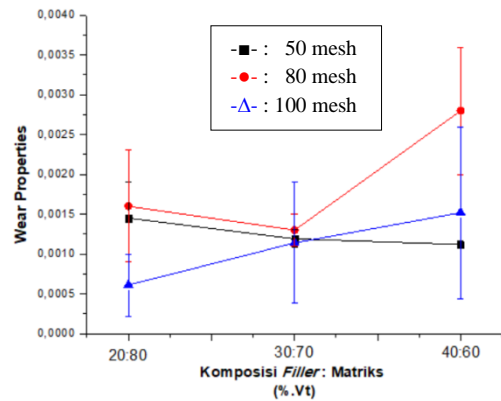
Ukuran Partikel (mesh)		80		
Partikel yang tidak diarangkan	Rep No.	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	Nilai Keausan (Ws)	Rata-Rata Nilai Keausan (Ws)
80:20	1	6,6	0,0014	0,0013
	2	6,2	0,0013	±
	3	4,7	0,0010	0,0002
70:30	1	6,8	0,0015	0,0015
	2	4,3	0,0009	±
	3	10,3	0,0022	0,0007
60:40	1	11,3	0,0025	0,0019
	2	13,2	0,0029	±
	3	1,9	0,0004	0,0013

Tabel 6. Hasil Uji keausan partikel 100 mesh yang tidak diarangkan

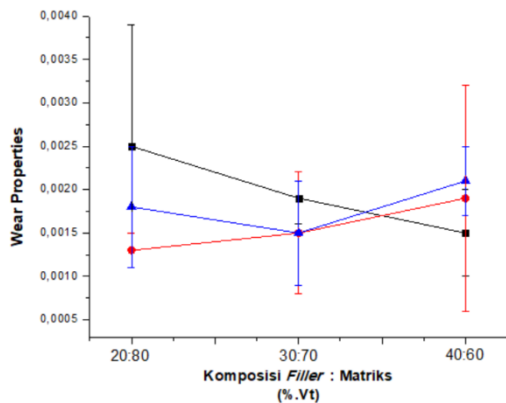
Ukuran Partikel (mesh)		100		
Partikel yang tidak diarangkan	Rep No.	$\Delta V$ (mm <sup>3</sup> )	Nilai Keausan (Ws)	Rata-Rata Nilai Keausan (Ws)
80:20	1	4,2	0,0024	0,0018
	2	3,3	0,0019	±
	3	1,8	0,0010	0,0007
70:30	1	3,9	0,0022	0,0015
	2	1,8	0,0010	±
	3	2,1	0,0012	0,0006
60:40	1	4,4	0,0025	0,0021
	2	3,3	0,0019	±
	3	3,4	0,0019	0,0004

Untuk partikel yang dikarbonkan nilai keausan paling rendah dihasilkan oleh penambahan elemen pengisi tersedikit dengan ukuran partikel yg paling kecil, sedangkan pada partikel yang tidak dikarbonkan nilai keausan terendah dihasilkan oleh jumlah penambahan elemen pengisi tersedikit akan tetapi pada ukuran partikel 80 mesh. Meningkatnya nilai keausan disebabkan oleh besarnya ukuran partikel pada komposit berpenguat kulit singkong. Semakin besar ukuran partikel pada komposit, maka semakin tinggi

nilai keausan yang diperoleh. Begitu juga dengan perbandingan komposisi *filler* dan matriks, semakin banyak penambahan *filler* yang ditambahkan, maka semakin besar nilai keausannya. Banyaknya elemen pengisi yang terdapat pada komposit menyebabkan kekuatannya menurun. Hal tersebut disebabkan oleh struktur serat yang dimiliki kulit singkong mudah terabrasi, sehingga apabila dipadukan dengan resin dan menjadi komposit, maka akan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas komposit kampas rem.



Gambar 4. Nilai Keausan untuk serbuk kulit singkong yang dikarbonkan.



Gambar 5. Nilai Keausan untuk serbuk kulit singkong yang tidak dikarbonkan

Sebagai pembanding, berikut adalah hasil pengujian keausan untuk spesimen kampas rem berbasis asbestos dengan menggunakan metode pengujian yang sama dengan yang digunakan pada spesimen komposit kampas rem berpenguat serat kulit singkong.

Repetition Number	$\Delta W$ (gr)	$\Delta H$ (mm)	Wear Resistance Value (Ws)	Wear Resistance Value Average (Ws)
1	2	1,1	0,00117	0,00124
2	1,8	1	0,00106	±
3	2,23	1,4	0,00149	0,00022

## KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan dalam penelitian ini, dapat ditarik kesimpulan bahwa mengacu pada hasil nilai ketahanan aus pada rem komposit berpenguat serbuk kulit singkong menunjukkan bahwa serbuk kulit singkong dapat digunakan untuk elemen pengisi dalam rem komposit berbahan penguat bebas asbes. Dimana memberikan nilai ketahanan aus yang lebih baik daripada kampas rem berbasis asbes sekitar 50,8 % dengan ukuran partikel 100 mesh dalam kondisi dikarbonkan di komposisi 20% *filler*, artinya serbuk kulit singkong dapat menggantikan material pengisi yang mengandung asbes pada kampas rem komposit. Proses pengarangan pada serbuk kulit singkong memberikan peningkatan nilai ketahanan aus untuk komposit yang dihasilkan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini mendapatkan pembiayaan dari Direktorat Riset Dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jendral Penguatan Riset Dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia

## REFERENSI

- [1] BPS (Badan Pusat Statistik Republik Indonesia) Statistics Indonesia. [Internet]. Accessed on April 7th, 2014 from <http://bps.go.id> (nd).
- [2] Ma, X., Yu, J., & Kennedy, J. F., "Studies on the properties of natural fibers-reinforced thermoplastic starch composites," *Carbohydrate Polymers*, 62(1),19–24, 2005.
- [3] Avérous, L., & Halley, P. J., "Biocomposites based on plasticized starch," *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 3(3), 329–343, 2009.
- [4] Mohanty, A. K., Misra, M., & Drzal, L. T. , "Sustainable bio-composites from renewable resources: Opportunities and challenges in the green materials world," *Journal of Polymers and the Environment*, 10(1–2), 19–26, 2002.
- [5] Dobircau, L., Sreekumar, P. A., Saiah, R., Leblanc, N., Terrié, C., Gattin, R., et al., "Wheat flour thermoplastic matrix reinforced by waste cotton fibre: Agro-green-composites," *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 40(4), 329–334, 2009.
- [6] Kuciel, S., & Liber-Knec, A., "Biocomposites on the base of thermoplastic starch filled by wood and kenaf fiber," *Journal of Biobased Materials and Bioenergy*, 3, 1–6, 2009.
- [7] Sulistijono, *Mekanika Material Komposit*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2012.
- [8] Bram Subakti, "Manfaat Kulit Singkong" Universitas Palangkaraya, Palangkaraya, 2013.
- [9] Andi Cahyanto. *Sifat Mekanis dan Sifat Fisis Komposit Berpenguat Serat Kulit Jagung dan Serbuk Gergaji Kayu Jati dengan Perbandingan Fraksi Berat 30%:70%, 50%:50%, 70%:30% Berskin Aluminium Foil untuk Penggunaan Pelapis Dalam Atap*, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2012.
- [10] Asbestos-free Brake Pad Using Composite Polymer Strengthened With Rice Husk Powder, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018.
- [11] M. Taufik Qurohman and Syarifudin, "Analisa Beban Pengereman Terhadap Kualitas Kampas Rem Tromolmobil Dengan Metode Oghosi," *Jurnal Matematika*, Vol. 19, No.1, 8 -12, 2016.
- [12] Emre G, Akkus A, et al., "Wear resistance of Polymethyl Methacrylate (PMMA) with the Addition of Bone Ash, Hydroxylapatite and Keratin," *9th International Conference on Tribology (Balkantrib'17)*, 2004.