

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI BAHAN KOMPOSIT LIMBAH KULIT  
METE/PHENOLIC DENGAN PENGUAT SKRAP ALUMINIUM TERHADAP  
SIFAT FISIK DAN MEKANIK SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF  
KAMPAS REM NON ASBESTOS**

**Bambang Hari Priyambodo<sup>\*</sup>, Martinus Heru Palmiyanto**  
Program Studi Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta  
Jl. Raya Solo-Baki Km.2 Kwarasan, Solo Baru, Sukoharjo.  
<sup>\*</sup>Email: bambang.hari.priyambodo@gmail.com

**Abstrak**

*Kampas rem adalah produk pendukung kendaraan bermotor yang sangat penting untuk mengurangi laju kendaraan dan memberikan keselamatan bagi pengguna jalan. Penggunaan bahan asbes friksi asbes memiliki kelemahan yaitu dapat menyebabkan resiko penyakit kanker bagi para pekerja dan pemakai. Oleh karena itu, penggunaan abu mete yang dicampur dengan serbuk aluminium dijadikan bahan alternative pengganti kampas rem yang berbahan dasar asbes. Penelitian ini menggunakan limbah kulit mete sebagai bahan dasar serta serbuk aluminium sisa permesinan sebagai bahan penguat dan resin phenolic sebagai bahan pengikat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat fisik dan mekanik dari komposisi berdasarkan variasi fraksi berat serbuk limbah kulit mete/geram aluminium sebagai bahan gesek untuk kampas rem. Variasi fraksi berat terdiri dari phenolic resin dijaga konstan sebesar 10 %, sedangkan serbuk kulit mete dan serbuk skrap aluminium divariasikan sebesar (70:20; 65:25; 60:30; 55:35; 50:40)%. Pengujian mekanik meliputi uji keausan uji kekerasan dan uji lentur. Pengamatan fisik secara makro dan mikro agar dapat terlihat karakteristik keausan kampas rem untuk masing-masing komposisi. Hasil pengujian diperoleh nilai kekerasan tertinggi pada komposisi 20% skrap aluminium dan 70% serbuk kulit mete sebesar 42,5 BHN. Nilai laju keausan paling rendah sebesar 0.485 mm<sup>2</sup>/kg pada komposisi 20% skrap aluminium dan 70% serbuk kulit mete. Sedangkan nilai defleksi paling tinggi sekitar 8.56 N/mm<sup>2</sup> pada komposisi 20% skrap aluminium dan 70% serbuk kulit mete.*

**Kata kunci :** Kampas Rem, Limbah Kulit Mete, Phenolic Resin, Laju Keausan

## **1. PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan salah satu negara produsen utama jambu mete (*anacardium occidentale*) di pasar dunia. Tanaman mete memiliki keunggulan karena dapat dikembangkan di daerah yang kondisi lahannya marginal dan beriklim kering, sekaligus dapat berfungsi merehabilitasi lahan kritis. Keunggulan inilah yang menjadikan tanaman jambu mete sebagai komoditas andalan diantaranya Sulawesi Tenggara, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur dan beberapa daerah di Kabupaten Wonogiri Jawa Tengah.

Kabupaten Wonogiri yang terkenal dengan sebutan Kota Gapek, merupakan salah satu kabupaten di Propinsi Jawa Tengah yang memiliki potensi bisnis cukup berlimpah. Potensi bisnis di wilayah Kabupaten Wonogiri yang berhasil menembus pasar ekspor salah satunya adalah produksi mete. Produksi mete di Kabupaten Wonogiri memang luar biasa. Bahkan dari delapan provinsi di Indonesia yang dikenal sebagai produsen mete terbesar, Wonogiri sangat mendominasi pasar dengan berhasil memasok mete hingga 70% lebih dan menembus pasar ekspor ke beberapa negara tetangga. (sumber: bisnisukm.com)

Saat ini produk jambu mete yang diperdagangkan hanya dalam bentuk gelondong mete dan biji mete. Biji mete banyak diolah sebagai komunitas bahan pangan, dimana terlebih dahulu harus dipisahkan dari kulitnya. Sedangkan kulit biji mete yang mengandung cairan yang dikenal sebagai CNSL (*Cashew Nut Shell Liquid*) telah digunakan secara luas dalam industri kimia (Risfaheri dan Kailaku, 2005). Minyak CNSL diperoleh dengan proses pengepresan, sedangkan limbah kulit mete dari pengolahan minyak CNSL hanya dimanfaatkan sebagai pengganti kayu bakar pada industri kapur gamping atau dibuang sebagai limbah. Limbah padat hasil olahan yang tidak dimanfaatkan

dengan baik akan memberikan dampak terhadap pencemaran lingkungan. (Ohler, 1979 dalam Awaludin, 1995).

Skrap atau chip, adalah logam atau metal yang terpotong dari benda kerja oleh karena adanya gerak utama dan gerak potong pada mesin-mesin perkakas. Skrap aluminium merupakan hasil pemotongan dari proses permesinan pada industri logam. Tebal skrap saat dipotong atau dalam pemotongan tidak sama dengan tebalnya skrap setelah dipotong. Aluminium merupakan logam yang memiliki beberapa keunggulan yaitu ringan daripada baja, mudah dibentuk, mempunyai konduktivitas panas yang baik dan dapat didaur ulang.

Pada komponen kendaraan bahan tahan gesek diantaranya adalah kampas rem dan kampas kopling. Saat ini material yang digunakan sebagai bahan tahan gesek pada umumnya dibuat dari bahan dasar asbestos, bahan asbestos cenderung ringan dan mudah menempel di pelek serta susah dibersihkan. Karena ringan-nya debu asbestos mudah terhirup, dan menempel di tangan sehingga mudah masuk dalam pencernaan kita bersama makanan. Asbestos adalah bahan yang paling banyak dibicarakan sebagai penyebab mesotelioma dan kanker paru (Jusuf dkk. 2010).

Secara umum penyusun bahan gesek terdiri dari bahan pengisi, bahan penguat dan bahan pengikat. Bahan pengikat terdiri dari berbagai jenis resin diantaranya phenolic, epoxy, silicone dan rubber. Resin berfungsi sebagai bahan pengikat dapat membentuk sebuah matriks pada suhu yang relative stabil. Sedangkan penguat berfungsi sebagai penekan untuk meningkatkan koefisien gesek dan meningkatkan kekuatan mekanik bahan.

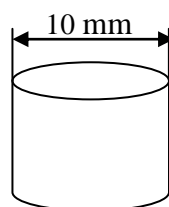
## 2. METODOLOGI

### Preparasi Spesimen

Bahan pembuatan spesimen menggunakan limbah kulit mete yang sudah diperas getahnya untuk dijadikan sebagai bahan penguat (*reinforce*) serta menggunakan resin *phenolic* sebagai bahan pengikatnya (*binder*). Bahan penyusun tersebut diolah berdasarkan perbandingan fraksi berat yang berbeda. Proses pembentukan spesimen menggunakan alat cetak tekan dengan penekanan sebesar 20 Mpa dan dilakukan sintering pada suhu 175 °C. Spesimen hasil cetakan dipotong menggunakan gergaji besi untuk proses uji keausan, kekerasan, bending dan struktur mikro.

### Uji Keausan

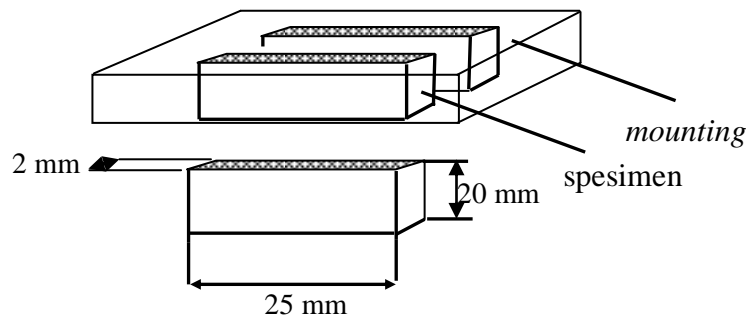
Pengujian keausan menggunakan alat uji keausan dengan metode *pin on disk ASTM G99-04*. Kecepatan putar yang diberikan sebesar 100 rpm serta dilakukan pembebanan sebesar 1 kg. pengujian keausan dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.



Gambar 1. Spesimen Uji Keausan

### Uji Kekerasan

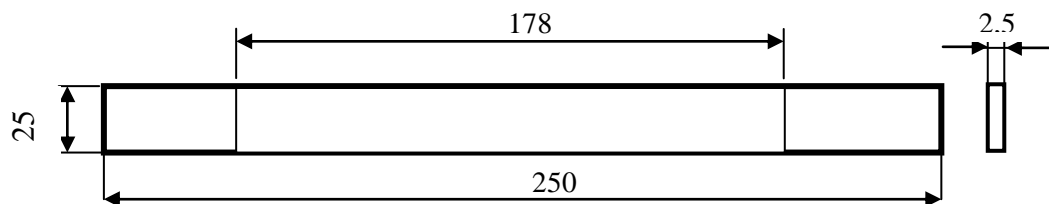
Pengujian kekerasan *vickers ASTM E 384* menggunakan alat *digital micro hardness tester HVS-1000Z-CCD* dengan beban indenter 10 gram dan waktu pembebanan selama 10 detik. Spesimen terlebih dahulu dilakukan penghalusan permukaan agar diperoleh permukaan yang rata sebelum diindentasi. Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Akademi Teknologi Warga Surakarta.



**Gambar 2. Spesimen uji kekerasan**

### Uji Kelenturan

Pengujian kelenturan menggunakan alat uji bending *UTM WEW-300D*. Metode pengujian *three point bending ASTM D790* dengan pembebanan sebesar 1 ton. Pengujian kelenturan dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Akademi Teknologi Warga Surakarta.



**Gambar 3. Spesimen Uji Lentur**

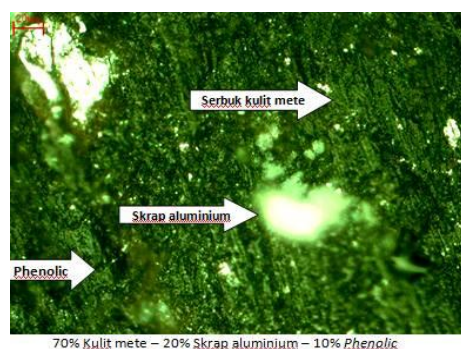
### Uji Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro menggunakan *digital microstructure tester HVS-1000Z-CCD*, dengan melakukan pengamatan pada permukaan spesimen menggunakan pembesaran 50X. Spesimen terlebih dahulu dilakukan preparasi dengan melakukan penghalusan permukaan menggunakan amplas secara bertahap mulai dari ukuran 200 sampai dengan ukuran 2000. Pengujian struktur mikro dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Akademi Teknologi Warga Surakarta. Dari hasil pengujian akan diperoleh data karakteristik awal bahan pembuatan Kampas rem dan sebagai pembandingan terhadap data standar bahan Kampas rem yang sudah ada.

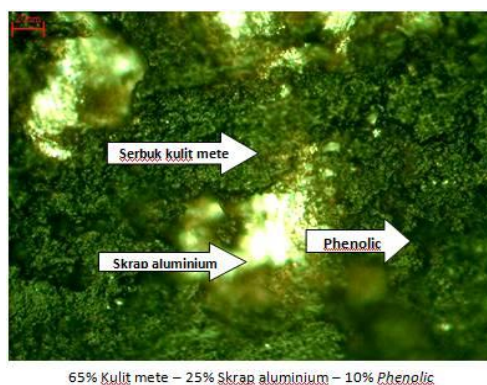
## 3. HASIL dan PEMBAHASAN

### Pengujian Struktur Mikro

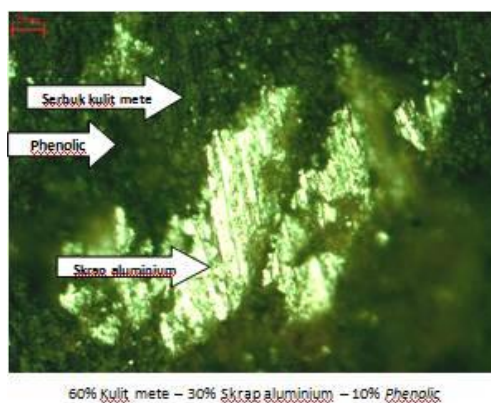
Karakterisasi permukaan bertujuan untuk menentukan struktur mikro dari bahan komposit limbah kulit mete/geram alumunium berdasarkan variasi berat. Hasil karakteristik menunjukkan adanya efek komposisi dari masing-masing variasi berat penyusun bahan komposit limbah kulit mete/geram alumunium. Pengaruh fraksi berat komposit limbah kulit mete/geram alumunium dapat terlihat pada gambar dibawah ini.



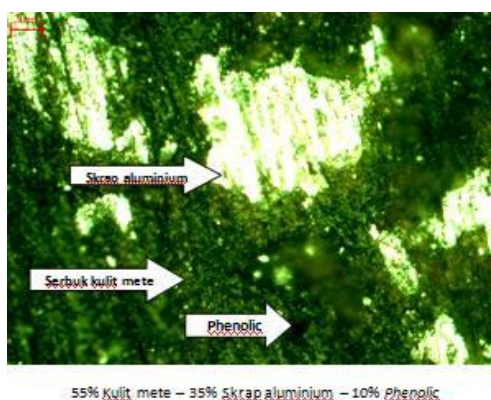
**Gambar 4. Struktur mikro komposisi 70% serbuk kulit mete – 20% skrap aluminium**



**Gambar 5. Struktur mikro komposisi 65% serbuk kulit mete – 25% skrap aluminium**



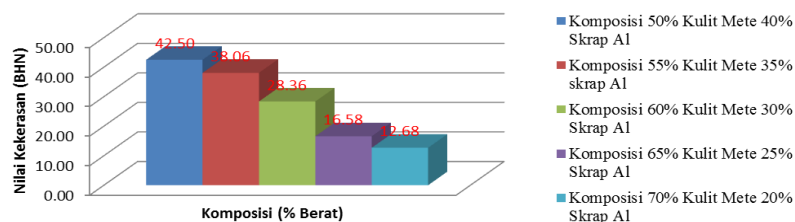
**Gambar 6. Struktur mikro komposisi 60% serbuk kulit mete – 30% skrap aluminium**



**Gambar 7. Struktur mikro komposisi 55% serbuk kulit mete – 35% skrap aluminium**

Hasil pengamatan struktur mikro dengan pembesaran 400X menunjukkan komposisi penyusun antara serbuk kulit mete sebagai *filler*, skrap aluminium sebagai *reinforce* dan *phenolic* sebagai *binder*. Dari tiap-tiap variasi komposisi memperlihatkan perbedaan nyata yang ditunjukkan oleh jumlah komposisi antara *filler*, *reinforce* dan *binder* yang menyusun spesimen tersebut. Dari pengamatan struktur mikro menunjukkan perbedaan struktur yang menyusun spesimen tersebut. Semakin besar fraksi berat skrap aluminium maka struktur yang terlihat cenderung semakin banyak *reinforce*-nya, dimana *reinforce* sendiri berfungsi sebagai penguat spesimen. Semakin kuat spesimen maka kekerasan dan ketahanan aus spesimen juga meningkat.

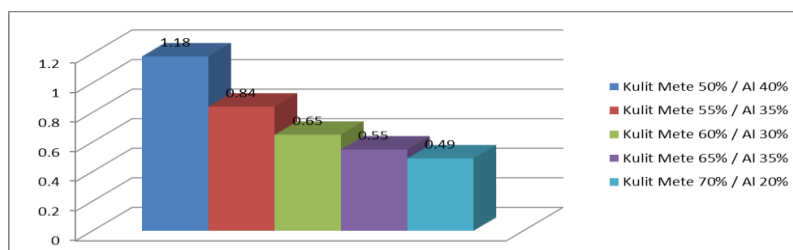
## Pengujian Kekerasan



**Gambar 8. Grafik hubungan antara komposisi serbuk kulit mete terhadap kekerasannya**

Pada grafik kekerasan ditemukan bahwa penambahan sekrap alumunium dan pengurangan persentase berat serbuk kulit mete memberikan peningkatan terhadap nilai kekerasannya. Untuk nilai kekerasan yang paling tinggi yaitu 42.5 BHN komposisi 40% skrap alumunium dan 50% serbuk kulit mete dan nilai kekerasan terkecil 12.68 BHN komposisi 20% skrap alumunium dan 70% serbuk kulit mete. Kekerasan suatu bahan dipengaruhi oleh komposisi bahan penyusunnya dan juga struktur mikronya. Semakin keras suatu bahan semakin baik struktur mikronya serta semakin kecil nilai keausannya. Pada pembuatan bahan friksi non-asbes dicari kandungan yang paling optimum yang artinya bukan yang paling keras atau paling tahan aus. Akan tetapi, dicari yang paling sesuai digunakan untuk pembuatan kampas rem serta sesuai dengan standar keamanannya.

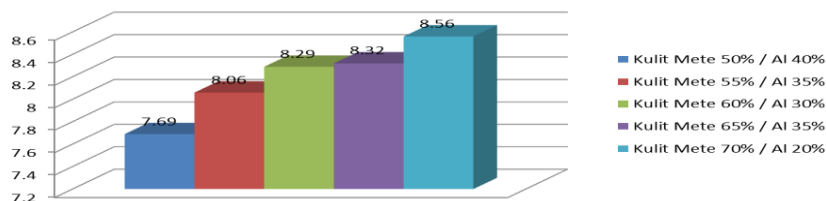
## Pengujian Keausan



**Gambar 9. Grafik hubungan antara komposisi serbuk kulit mete terhadap keausan**

Secara teoritis, peningkatan fraksi berat sekrap alumunium akan meningkatkan kekuatan tekan. Hal ini dikarenakan sifat penguatannya yang semakin tinggi dan akibatnya pengikatan antar komponen matriks dan penguat semakin tinggi, sehingga beban mekanis yang diberikan akan mampu ditahan oleh material. Hasil pengujian keausan pada komposisi kulit mete 50% dan skrap alumunium 40% mempunyai nilai keausan yang terbesar yaitu 1,176 mm<sup>2</sup>/kg, sedangkan terkecil yaitu sebesar 0,485 mm<sup>2</sup>/kg, hal ini dikarenakan ikatan antara serbuk kulit mete dan skrap alumunium mempunyai kepadatan yang kurang seragam. Serbuk-serbuk yang kasar seperti pada serbuk alumunium yang cenderung irregular pada saat dikompaksi luas kontak antar partikel relatif lebih kecil menyebabkan banyak porositas sehingga kepadatan kurang dan menurunkan sifat tahan keausan.

## Pengujian Kelenturan



**Gambar 10. Grafik hubungan antara komposisi serbuk kulit mete terhadap kelenturan**

Pada Gambar 10 menunjukkan penambahan serbuk kulit mete meningkatkan nilai kekuatan bending dari spesimen. Nilai kelenturan tertinggi dicapai pada komposisi fraksi berat kulit mete 70% dan skrap alumunium 20% yaitu sebesar 8,56 N/mm<sup>2</sup>. Sedangkan terendah dicapai pada komposisi fraksi berat kulit mete 50% dan skrap alumunium 40%. Hal ini terjadi karena jumlah serbuk alumunium lebih banyak mengakibatkan kemampuan matrik *phenolik* untuk membasahi (*wettability*) serbuk kulit mete yang rendah. Perbedaan keterbasahan (*Wettability*) didalam komposit berbasis serbuk yang kurang baik dapat menurunkan sifat mekanik bahan (spesimen) yang dihasilkan, karenakan ikatan antarmuka yang terbentuk antara matriks dan penguat tidak sempurna.

#### 4. KESIMPULAN

Perbedaan struktur dari variasi fraksi berat penyusun spesimen memberikan pengaruh terhadap struktur material komposit. Semakin banyak fraksi berat butiran serbuk kulit mete maka bentuk kerapatan atau kepadatan yang lebih baik dibandingkan dengan peningkatan fraksi berat serbuk skrap alumunium. Penambahan fraksi berat serbuk kulit mete dan pengurangan persentase berat sekrap alumunium memberikan peningkatan terhadap nilai kekerasannya. Serbuk-serbuk yang kasar seperti pada serbuk alumunium yang cenderung irregular pada saat dikompaksi luas kontak antar partikel relatif lebih kecil menyebabkan banyak porositas sehingga kepadatan kurang dan menurunkan sifat tahan keausan. Penambahan fraksi berat sekrap alumunium memberikan pengaruh terhadap kemampuan membasahi (*wettdability*) oleh matriks (*phenolic*) kepada serbuk kulit mete menyebabkan penurunan nilai kelenturan dari material komposit serbuk.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anwar Jusuf, Agus Dwi Susanto, Mukhtar Ikhsan dan Menaldi Rasmin, Kanker Paru, Mesotelioma dan Pajanan Di Lingkungan Kerja Departement Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi FKUI-RS Persahabatan, Jakarta, 2010.
- ASTM, "Annual Book of ASTM Standard", West Conshohocken, 2003.
- Courtney, TH., 1999, Mechanical Behavior Of Material, Mc. Graw, Hill International Engineering, Material Science/Metallurgy Series.
- Direktorat Jendral Perkebunan, 2012, Jakarta
- Haroen, W. K. (2010). *Peningkatan Standar Kanvas Rem Kendaraan Berbahan Baku Asbestos dan Non Asbestos (Selulose) untuk Keamanan*. Jakarta: Balai Besar Pulp dan Kertas, Departemen Perindustrian.
- Hutchings, I.M. 1992. *Tribology Friction and Wear of Engineering Materials*. London: Hodder. Headline PLC
- Kiswiranti, D., Sugiantoro, Hindarto, N., & Sutikno. (2009). Pemanfaatan Serbuk Tempurung Kelapa sebagai Alternatif Serat Penguat Bahan Friksi Non Asbes Pada Kampas Rem Sepeda Motor. *Pendidikan Fisika Indonesia* 5, 62-66.
- Risfaheri, & Kailaku, S. I. (2005). *Teknologi Pengembangan Produk Turunan Minyak Kulit Biji Mete*.
- SAE J 661 :1997 Brake Lining Quality Control Test Procedure
- SNI 09-2775-1992 Cara Uji Massa Jenis Kanvas Rem
- Waskito, Arief Tri. 2008. *IBP Brake Pad Kampas Berbasis Karbon*