

DOI: doi.org/10.21009/SPEKTRA.022.06

SIFAT MEKANIK BAHAN KOMPOSIT KAMPAS REM BERBAHAN DASAR SERBUK ARANG KULIT BUAH MAHONI

Herwidhi Tri Prabowo^{1,a)}, Sulhadi, Mahardika Prasetya Aji^{2,b)}, Teguh Darsono

¹*Program Studi Magister Pendidikan Fisika Pascasarjana UNNES, Jl. Kelud Utara III, Semarang 50237*

²*SMK NU Ma'arif 2 Kudus, Jl. Siliwangi Gg.1 No.99, Kudus 59382*

Email: ^{a)}herwidhi13@gmail.com, ^{b)}mahardika190@gmail.com

Abstrak

Kulit buah mahoni menjadi salah satu bahan yang belum termanfaatkan secara optimal dalam masyarakat. Jumlah kulit buah mahoni yang melimpah akan menimbulkan permasalahan baru berupa sampah. Tingginya jumlah kulit buah mahoni di lingkungan masyarakat menuntut cara penanganan alternatif yang kreatif dan inovatif menjadi produk berdaya guna. Sebuah upaya yang dilakukan adalah pemanfaatan kulit buah mahoni sebagai bahan komposit organik untuk kampas rem. Pembuatan bahan komposit dilakukan dengan mereduksi kulit buah mahoni hingga berbentuk serbuk karbon yang homogen yaitu dengan mengasap kulit buah mahoni menjadi arang kemudian dilakukan proses pencampuran sederhana dengan serbuk tempurung kelapa dan resin poliester sebagai bahan perekatnya. Kampas rem yang dihasilkan diuji kekerasan dan ketahanan aus dengan memvariasikan persentase komposisi serbuk arang kulit buah mahoni terhadap bahan penyusun lain. Terdapat lima variasi persentase komposisi bahan komposit yang dilakukan pengujian. Hasilnya diperoleh persentase komposisi paling tepat yaitu 60% arang kulit mahoni, 15% arang tempurung kelapa, dan 25% resin polyester yang memiliki nilai kekerasan dan massa keausan mendekati nilai Standar Nasional Indonesia (SNI).

Kata-kata kunci: kulit buah mahoni, bahan komposit, kampas rem, uji kekerasan, uji gesek.

Abstract

Mahogany bark is one of natural material which not used optimally in society. The overabundance of mahogany bark appearing new problem of garbage which charges an alternative solution creatively and innovatively becomes a new efficient and effective product. An alternative solution of mahogany bark utilization is as organic composite material of disk brake. The making of organic composite material of brake disk firstly is reducing the mahogany bark becomes a homogeneous carbon powder. The mahogany bark was smoked being of carbon and mixed with coconut shell and resin polyester as an adhesive. The organic composite material was produced, tested by Brinell Hardness test and attrition test by varied of composition percentage. There are five kinds of composite material composition had been tested. The result is obtainable of the most precise composition percentage 60% mahogany bark carbon, 15% coconut shell carbon, and 25% resin polyester which has brinell hardness number and attrition massa identically with Standar Nasional Indonesia (SNI).

Keywords: mahogany bark, composite material, disk brake, Brinell hardness test, attrition test

PENDAHULUAN

Sampah menjadi salah satu permasalahan bagi kota-kota urban di Indonesia yang belum terselesaikan dengan baik hingga kini. Jumlah dan ragam sampah yang sangat banyak menjadi kendala bagi efektifnya pengelolaan sampah. Berbagai solusi telah diterapkan dalam penyelesaian permasalahan sampah seperti konsep daur ulang sampah berupa pembuatan kompos, biomassa, biodiesel, dan beragam pembenahan manajemen sampah. Dengan berbagai langkah inovasi

pengolahan sampah yang telah dilakukan, sampah masih saja menjadi permasalahan yang sangat kompleks dan berkelanjutan.

Produksi sampah yang sangat tinggi di Indonesia menuntut cara penanganan alternatif yang kreatif dan inovatif menjadi produk yang berdaya guna. Langkah ini penting dilakukan sebagai daya dukung untuk sistem pengelolaan sampah yang telah dilakukan. Pada umumnya, cara sederhana yang dilakukan untuk mereduksi sampah adalah dengan proses pembakaran. Proses ini berhenti setelah sampah terbakar seluruhnya dan tidak ada pemanfaatan lebih lanjut dari hasil proses pembakaran tersebut.

Salah satu jenis sampah yang keberadaannya cukup banyak di masyarakat adalah kulit buah mahoni. Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Tengah tahun 2014 menyebutkan bahwa mahoni menempati posisi kedua setelah kayu jati dalam daftar potensi kayu di Jawa Tengah. Mengingat potensi pohon mahoni yang begitu besar sebanding dengan produksi sampah kulit buah mahoni yang besar pula [1].

Kayu mahoni memiliki keunikan warna dan tekstur yang keras, sehingga memiliki daya tahan yang tinggi [2]. Sama halnya pada kayu pohonnya, kulit buah mahoni juga memiliki tekstur yang kuat dan keras. Kulit buah mahoni termasuk salah satu limbah perkebunan yang belum dimanfaatkan dengan baik namun memiliki potensi sebagai alternatif bahan komposit [3].

Bahan komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level makroskopik selagi membentuk komponen tunggal. Komposit terdiri dari suatu bahan utama (matriks) dan suatu jenis penguat yang ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan matriks [4]. Melimpahnya jumlah kulit buah mahoni di alam dinilai mampu dimanfaatkan sebagai salah satu bahan komposit dalam pembuatan kampas rem, tentunya dikombinasikan dengan bahan-bahan penguat lainnya. Selain bertujuan untuk memanfaatkan limbah secara inovatif, pemanfaatan limbah kulit buah mahoni sebagai bahan komposit kampas rem dapat menghilangkan kandungan asbestos pada kampas rem yang menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan [5]. Campuran beberapa bahan dapat menghasilkan bahan komposit yang memiliki kualitas lebih baik, diantaranya silika. Silika memiliki sifat kekerasan yang cukup tinggi sehingga meningkatkan gaya gesek pada kampas rem [6].

Konsumsi kampas rem di pasaran yang tinggi mengakibatkan kebutuhan bahan komposit kampas rem juga tinggi. Bahan komposit kampas rem yang selama ini digunakan di dunia industri merupakan bahan-bahan kimia yang terbatas dan berbahaya bagi lingkungan dalam dosis tinggi, seperti asbestos [7]. Pemanfaatan bahan alternatif sangat dianjurkan mengingat keterbatasan sumber daya di alam [8]. Penulis melakukan riset sederhana guna mendapatkan bahan komposit alternatif dalam pembuatan kampas rem. Riset sederhana dilakukan dengan menggunakan arang kulit buah mahoni sebagai bahan komposit kampas rem.

METODE PENELITIAN

Bahan utama penelitian ini adalah arang kulit buah mahoni. Kulit buah mahoni yang digunakan adalah kulit buah mahoni yang telah masak dan terjatuh dari pohon. Bahan sampingan sebagai campuran arang kulit buah mahoni yaitu arang tempurung kelapa dan resin poliester. Peralatan pendukung meliputi tungku pembakaran untuk membuat arang, mortar untuk menghaluskan arang, saringan untuk menyaring arang, dan alat press untuk mencetak sampel.

Penelitian awal dilakukan dengan membuat arang kulit buah mahoni dan tempurung kelapa. Pembuatan arang dilakukan didalam tungku untuk mendapatkan kadar oksigen yang rendah. Arang hasil pembakaran dihaluskan dan disaring menggunakan alat saring dengan ukuran 40 mesh.

Pembuatan bahan komposit kampas rem dilakukan dengan melakukan variasi komposisi arang kulit buah mahoni, arang tempurung kelapa, dan resin poliester sebagai berikut:

TABEL 1. Persentase Komposisi Bahan Komposit Kampas Rem

Label Sampel	Komposisi		
	Arang kulit mahoni	Arang tempurung kelapa	Resin poliester
1	40%	35%	25%
2	45%	30%	25%
3	50%	25%	25%
4	55%	20%	25%
5	60%	15%	25%

Proses pencetakan sampel dilakukan guna memadatkan bahan komposit. Pencetakan dilakukan menggunakan alat press hidrolik dengan beban sebesar 3 ton. Sampel dicetak berbentuk silinder dengan diameter sebesar 2,5 cm dan tinggi 7,5 cm.

Pengujian dilakukan guna mengetahui sifat mekanik sampel yaitu kekerasan dan keausan bahan komposit. Uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode *Brinell*. Sampel yang telah dicetak dilakukan penghalusan permukaan dan pemolesan agar diperoleh permukaan yang rata sehingga tekanan yang diberikan oleh alat uji dapat terdistribusi merata. Sampel diletakkan secara sentris terhadap alat uji dan dilakukan penekanan sampai sampel terlihat retak dan hancur. Tepat saat sampel terlihat retak dan hancur, dilakukan pembacaan dan pencatatan pada skala *Brinell*.



GAMBAR 1. Alat Pengujian Kekerasan *Brinell*

Persamaan yang digunakan untuk menghitung kekerasan Brinell adalah sebagai berikut :

$$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

Dengan, BHN : Brinell Hardness Number, P : beban yang menekan (Kg), D : diameter penetrator (mm), d : diameter injakan penetrator (mm).



GAMBAR 2. Alat Pengujian Keausan

Pengujian gesek atau keausan dilakukan dengan mengukur massa bahan komposit yang tereduksi selama proses penggesekan. Sampel yang telah dicetak dilakukan pelubangan pada bagian tengah sehingga dapat diletakkan dalam alat uji. Sampel diputar dengan kecepatan tertentu sehingga terjadi gesekan dan massa sampel akan tereduksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

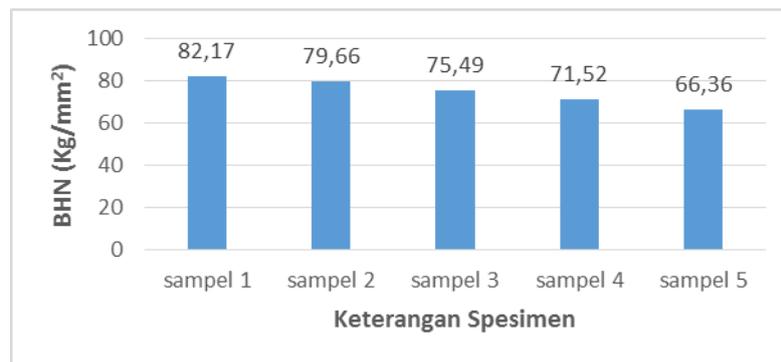
Pada penelitian ini sampel yang digunakan berjumlah 5 sampel dengan persentase komposisi bahan yang berbeda-beda pada tiap sampelnya, ditunjukkan pada tabel 1. Bahan yang digunakan untuk membuat sampel antara lain arang kulit buah mahoni, arang tempurung kelapa, dan resin polyester. Penggunaan arang tempurung kelapa dimaksudkan untuk menambah tekstur kasar pada bahan komposit, sehingga tidak mudah terkikis. Berikut ini sampel bahan komposit yang dihasilkan dari proses karbonisasi dan proses *pressing* (kompaksi).



GAMBAR 3. Bahan Komposit yang Dihasilkan dengan Variasi Persentase Komposisi

Peneliti membuat sampel bahan komposit berbentuk silinder dengan ukuran tingginya 2 kali diameter sesuai dengan benda uji yang diperkenankan oleh alat uji kekerasan *brinell*. Tiap sampel memiliki struktur permukaan yang berbeda sebagai akibat dari perbedaan persentase komposisi bahan yang digunakan. Pada sampel 1 memiliki tekstur lebih kasar dikarenakan persentase komposisi arang tempurung kelapa yang digunakan paling banyak dibandingkan sampel lain. Tekstur arang tempurung kelapa yang kasar dijadikan sebagai bahan pendukung agar bahan komposit yang dihasilkan tidak mudah terkikis dan lebih kasar. Pada sampel 5 memiliki tekstur lebih halus dikarenakan persentase komposisi arang tempurung kelapa yang digunakan paling sedikit dibandingkan sampel-sampel lain

Pengujian kekerasan sampel menggunakan metode *brinell* disajikan dalam GAMBAR 4 berikut



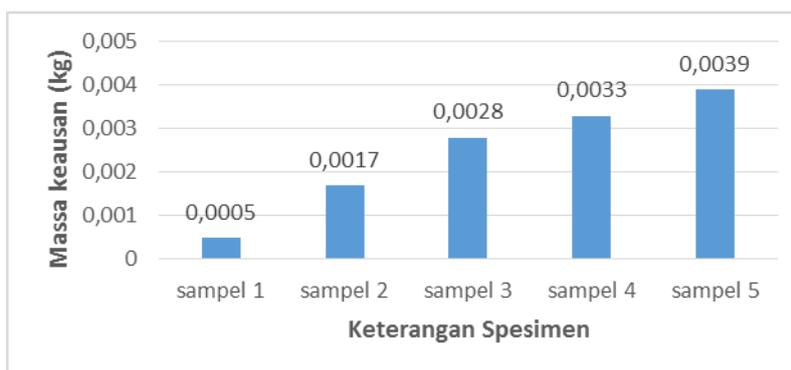
GAMBAR 4. Grafik Nilai Kekerasan *Brinell* pada Bahan Komposit Kampas Rem

Hasil pengujian kekerasan *Brinell* pada sampel menunjukkan bahwa sampel 1 memiliki nilai kekerasan *Brinell* tertinggi dibandingkan keempat sampel lainnya. Nilai kekerasan *Brinell* ini dipengaruhi oleh persentase komposisi arang dan resin yang digunakan. Sampel 1 memiliki persentase komposisi resin paling banyak diantara 4 sampel lainnya, sehingga memiliki nilai kekerasan paling tinggi. Uji kekerasan *Brinell* yang dilakukan untuk mengestimasi tingkat kekuatan

maksimum bahan komposit dapat menahan beban yang diterimanya. Estimasi dilakukan dengan mengukur beban yang mampu ditahan oleh permukaan sampel bahan komposit.

Grafik pada GAMBAR 4 menunjukkan terjadinya penurunan. Bahan komposit pada sampel 5 dengan komposisi 60% arang kulit buah mahoni, 15% arang tempurung kelapa, dan 25% resin polyester memiliki nilai kekerasan terendah yaitu 66.36 kg/mm^2 . Nilai kekerasan Brinell ini identik dengan nilai kekerasan pada kampas rem pasaran yang memenuhi Standar Nasional Indonesia yaitu 63.49 kg/mm^2 [9]. Nilai kekerasan yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor persentase komposisi bahan komposit.

Pengujian kedua yang dilakukan terhadap sampel bahan komposit adalah uji keausan atau uji gesek. Uji keausan dilakukan untuk mengetahui besar penyusutan material komposit. Pengukuran dilakukan dengan mengukur massa bahan komposit yang hilang setelah melalui proses gesekan. Hasil pengujian keausan disajikan dalam GAMBAR 5 berikut.



GAMBAR 5. Grafik Massa Keausan pada Bahan Komposit Kampas Rem

Hasil pengujian keausan pada sampel menunjukkan bahwa sampel 1 memiliki massa keausan terendah dibandingkan keempat sampel lainnya. Massa keausan ini dipengaruhi oleh persentase komposisi arang dan resin yang digunakan. Sampel 1 memiliki persentase komposisi resin paling banyak diantara 4 sampel lainnya, sehingga memiliki massa keausan paling rendah. Uji keausan yang dilakukan untuk mengestimasi jumlah massa sampel yang hilang selama mengalami gesekan. Estimasi dilakukan dengan menghitung massa sampel yang tergradasi setelah mengalami gesekan.

Grafik pada GAMBAR 5 tersebut menunjukkan hasil yang cukup signifikan, grafik mengalami peningkatan. Bahan komposit yang terdiri dari 60% arang kulit buah mahoni, 15% arang tempurung kelapa, dan 25% resin polyester memiliki massa keausan tertinggi yaitu sebesar 0.0039 mm^3 . Hal ini diakibatkan komposisi utama bahan komposit berupa serbuk arang kulit buah mahoni yang mudah terkikis. Nilai massa keausan yang diperoleh identik dengan bahan komposit kampas rem yang beredar di pasaran sesuai Standar Nasional Indonesia yaitu sebesar 0.004 mm^3 . Besarnya massa keausan ini dipengaruhi oleh faktor persentase komposisi bahan komposit. Kekuatan bahan komposit partikel rem, sangat dipengaruhi oleh besar partikel, bahan matriks, dan proses pembuatannya [10].

Pengujian kekerasan dan keausan pada sampel memberikan hasil bahwa sampel 5 dengan komposisi 60% arang kulit buah mahoni, 15% arang tempurung kelapa, dan 25% resin polyester memiliki keidentikan dengan standar kampas rem yang telah beredar di pasaran dan sesuai standar SNI. Kampas rem yang sesuai dengan standar SNI memiliki kekerasan yang cukup, tidak dalam kondisi keras maupun lunak. Kondisi kampas rem yang terlalu keras ataupun terlalu lunak akan mengakibatkan permasalahan pada proses pengereman, sehingga dibutuhkan tingkat kekerasan yang terstandarisasi sebesar 63.49 kg/mm^2 . Hal ini juga berlaku pada tingkat keausan yang dimiliki oleh kampas rem. Tingkat keausan kampas rem mempengaruhi daya cengkeram saat dilakukan proses pengereman. Kampas rem yang baik memiliki tingkat keausan yang cenderung tinggi. Pada tingkat keausan yang cenderung tinggi, kampas rem mampu melakukan proses pengereman dengan baik. Sebaliknya jika

kampas rem dalam kondisi tingkat keausan rendah, maka daya cengkeram saat pengereman akan rendah dan pengereman tidak berjalan dengan baik.

SIMPULAN

Variasi persentase komposisi berpengaruh pada karakteristik bahan komposit kampas rem. Nilai kekerasan meningkat seiring dengan bertambahnya komposisi arang tempurung kelapa pada bahan komposit, sedangkan massa keausan menurun. Diperoleh persentase komposisi bahan komposit yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia yaitu 60% arang kulit buah mahoni, 15% arang tempurung kelapa, dan 25% resin polyester.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada keluarga besar Pascasarjana Pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan sumbangsih dalam bentuk motivasi, bimbingan, dan ide pemikiran.

REFERENSI

- [1] F. Lucyana. "Pemanfaatan Briket Kulit Buah Mahoni sebagai Sumber Energi Alternatif". Skripsi. Fakultas MIPA. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 2014.
- [2] S. H. Brown. Mahogany: Swietenia mahagoni, Horticulture Agent Bronwyn Mason, Master Gardener Lee Country Extension, Fort Myers. Florida. 2012.
- [3] S. Salamah. Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Buah Mahoni dengan Perlakuan Perendaman dalam Larutan KOH. Diseminarkan pada Seminar Nasional Teknoin. 2008.
- [4] Pratama, "Analisa Sifat Mekanik Komposit Bahan Kampas Rem dengan Penguat Fly Ash Batubara". Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin, Makassar. 2011.
- [5] T. Singh et.al. "Influence of Wollastonite Shape and Amount on Tribo-Performance of Non-Asbestos Organic Brake Friction Composites". International Journal on The Science and Technology of Friction Lubrication and Wear, Vol. 6(11). 2017.
- [6] A. I. Olabisi. "Development and Assessment of Composite Brake Pad Using Pulverized Cocoa Beans Shells Filler". International Journal of Materials Science and Applications, Vol.5(2): 66-78. 2016.
- [7] T. Singh, A. Patnaik. "Assessment of Braking Performance of Lapinus-Wollastonite Fibre Reinforced Friction Composite Materials". Journal of King Saud University-Engineering Sciences, Vol. 29(1): 183-190. 2015.
- [8] A. K. Telang et.al. "Alternate Materials in Automobile Brake Disc Applications With Emphasis on Al-Composites". Journal of Engineering Research and Studies, Vol. 1(1): 35-46. 2010.
- [9] R. W. Asmoro. "Pengaruh Prosentase Serbuk Arang Batok Kelapa Bermatrik Polyester pada Komposit Bahan Kampas Rem Sepeda Motor". Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. 2012.
- [10] P. I. Purboputro. "Pengembangan Ketahanan Keausan pada Bahan Kampas Rem Sepeda Motor dari Komposit Bonggol Jagung". Jurnal Media Mesin, 15: 1411-4348. 2014.