

# Pengaruh Kalium Permanganat terhadap Kekerasan Hibridisasi Serat dan Partikel Bambu Betung dengan Metode Compression Moulding

Aryan Deeva Priana<sup>1</sup>, Zaid Sulaiman<sup>2\*</sup>, Fabrobi Fazlur Ridha<sup>3a</sup>

<sup>a</sup>Teknik Mesin, Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia  
[aryan.deevap\\_tm21@nusaputra.ac.id](mailto:aryan.deevap_tm21@nusaputra.ac.id), [zaid.sulaiman@nusaputra.ac.id](mailto:zaid.sulaiman@nusaputra.ac.id).  
\* corresponding author

## ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pengaruh kalium permanganat terhadap kekerasan hibridisasi serat dan partikel bambu betung sebagai bahan penguat pada kampas rem dengan metode compression moulding. Serat bambu betung digunakan karena memiliki kekuatan tarik tinggi, ketersediaan yang melimpah, dan kemampuan meredam getaran, sedangkan phenolic resin berfungsi sebagai matriks. Perlakuan KMnO<sub>4</sub> dilakukan untuk meningkatkan interaksi antara serat dan matriks serta meningkatkan kekerasan komposit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan KMnO<sub>4</sub> meningkatkan kekerasan spesimen dari 74,9 menjadi 79,6 Shore D, serta meningkatkan densitas dari 1,96 g/cm<sup>3</sup> menjadi 2,22 g/cm<sup>3</sup>. Peningkatan ini disebabkan oleh penghilangan hemiselulosa yang memperkuat permukaan serat dan meningkatkan interlocking mekanis.

## Kata kunci

Kalium Permanganat (KMnO<sub>4</sub>)  
Hibridisasi Serat dan Partikel  
Kampas Rem  
Compression Moulding Kekerasan  
Komposit

## 1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah kendaraan di Indonesia terus mengalami pertumbuhan yang signifikan, seiring dengan belum diberlakukannya regulasi terkait batas usia pakai kendaraan. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), terjadi kenaikan jumlah kendaraan setiap tahun. Khususnya untuk sepeda motor, peningkatan mencapai sekitar 3 juta unit per tahun [1].

Setiap tahunnya terdapat perkembangan pesat dalam teknologi dan material yang digunakan pada kendaraan bermotor, termasuk pada sistem rem. Salah satu komponen utama dalam sistem ini adalah kampas rem, yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan kendaraan dengan aman. Biasanya, kampas rem dibuat dari asbestos karena memiliki ketahanan terhadap panas dan aus. Meskipun demikian, penggunaan asbestos berbahaya bagi kesehatan manusia karena bersifat karsinogenik dan dapat memicu penyakit kanker [2].

Oleh karena itu, diperlukan kampas rem yang menggunakan bahan non-asbestos. Produksi rem berbahan dasar bebas asbestos telah banyak dikembangkan, salah satunya adalah penggunaan komposit berbahan serat alam. Serat alam dipilih karena sebagai alternatif yang sedang dikembangkan untuk digunakan sebagai salah satu bahan komposisi kampas rem yang didasari oleh *green composite concept*. *green composite concept* adalah bahan yang memiliki satu atau dua komponen (matriks dan serat penguat) sebagai komponen berbasis biologis [3].

Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat kampas rem adalah serat bambu betung. Serat bambu betung dipilih karena memiliki kekuatan tarik yang tinggi, ketersediaan yang melimpah, serta ringan [4]. Selain itu, serat bambu betung juga memiliki kemampuan yang baik dalam meredam getaran, sehingga cocok digunakan pada aplikasi kampas rem, serta pemanfaatan serat bambu betung juga sejalan dengan konsep *green composite*, karena serat ini dapat terurai secara alami dan memiliki dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan serat sintetis [5].

Selain serat bambu betung yang digunakan sebagai penguat, pembuatan kampas rem juga membutuhkan matriks yang berfungsi sebagai pengikat serat. Matriks yang paling sering digunakan sebagai kampas rem adalah resin fenolik yang memiliki pengaruh kuat terhadap perilaku tribologi dan ketahanan panas yang baik [6]. adapun hal lain yang harus diperhatikan yaitu meningkatkan interface antara serat dan matriks yang memiliki peran penting dalam menentukan sifat mekanik komposit. Proses perlakuan kimia pada serat tidak hanya meningkatkan kemampuan interlocking antara serat dan matriks, tetapi juga memperkuat ketahanan permukaan terhadap kerusakan yang mungkin terjadi selama penggunaan. Hal ini dibuktikan oleh anand *et. al.* [7] Melakukan perlakuan dengan kalium

permanganate pada serat selubung kelapa anyam, yang mendapatkan hasil kekerasan sebesar 78,98 Shore D dimana nilai tersebut lebih besar dibandingkan dengan sebelum dilakukannya perlakuan dengan hasil kekerasan 71.54 Shore D. Oleh karena itu penelitian ini dibuat untuk mengetahui pengaruh perlakuan Kalium Permanganat terhadap kekerasan dari hibridisasi serat dan serbuk bambu betung sebagai penguat pada kampas rem.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Proses Pembuatan serat dan partikel bambu betung

Proses pembuatan serat dan partikel bambu betung dimulai dengan pemukulan batang bambu menggunakan bilah besi hingga membentuk serat bambu halus. Kemudian dilakukan pencucian serat menggunakan air mengalir untuk menghilangkan zat pengotor. Lalu serat di potong menggunakan gunting dengan panjang bambu  $\pm 5$  cm. Setelah itu dikeringkan menggunakan oven dengan suhu  $80^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 2$  hari. Selanjutnya melakukan *grinding* menggunakan *high speed grinder machine* hingga membentuk serbuk kasar. Setelah itu serbuk kasar di masukan kedalam *shieve machine* lalu memasuki proses pengayakan dengan hasil ukuran serat sebesar 250-500 micron dan partikel sebesar 63 micron.

### 2.2. Proses Perendaman $\text{KMnO}_4$

Proses perendaman  $\text{KMnO}_4$  diawali memasukkan kalium permanganate merk SAP sebesar 5% ke dalam gelas beaker 1000 ml. Masukan 25 gr serbuk  $\text{KMnO}_4$  kemudian larutkan dengan aquades sebesar 500 ml. Lalu masukkan serat dan partikel bambu ke dalam gelas beaker tersebut. Diamkan selama 15 menit sambil sesekali di aduk agar merata. Setelah itu serat dan partikel di angkat menggunakan filter nilon sebesar 400mesh. kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu  $80^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 1$  hari.

### 2.3. Pembuatan Spesimen

Pemilihan bahan baku untuk komposit kampas rem ditunjukkan pada Tabel 1. Pada dasarnya komposit terdiri dari Matriks dan serat. Matriks sendiri berfungsi sebagai pengikat antara serat, Adapun matriks yang paling sering digunakan adalah phenolic resin. Resin fenolik memiliki pengaruh paling kuat terhadap perilaku tribology pada bahan semi logam [8]. Serat alam yang sudah dilakukan sebagai kampas rem adalah bambu. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh R.J. Talib [9], penambahan bambu hingga 20% memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan penambahan bambu hingga 10%. Penambahan kekerasan hingga 20% bambu memiliki kekerasan 78,7 HRs. Selain bentuk serat, penguat bentuk lainnya adalah bentuk serbuk. Adapun kelebihan penguat bentuk serbuk adalah pembuatan manufakturnya yang lebih murah, dan bebannya tersebar secara merata [10]. Selain serat dan matriks, filler ditambahkan pada komposit serat alam dengan tujuan untuk meningkatkan sifat dari komposit. Adapun filler yang ditambahkan seperti grafit yang digunakan sebagai pelumas kering [11], vermikulat sebagai pengurangan suara bising ketika dilakukan pengereman [12], barium sulfat untuk meningkatkan ketahanan aus dan kestabilan pada temperature tinggi [13], Alumina dan silikon karbida yang berfungsi sebagai material abrasive dan memiliki kekerasan yang tinggi [14].

Tabel 1. Detail Komposisi Spesimen

| Raw Material %  | Spesimen |
|-----------------|----------|
| Phenolic Resin  | 30%      |
| Serat Bambu     | 15%      |
| Partikel Bambu  | 15%      |
| Grafit          | 5%       |
| Alumina         | 10%      |
| Barium Sulfat   | 15%      |
| Vermikulit      | 5%       |
| Silikon Karbida | 5%       |

Pembuatan sampel menggunakan metode Hot Compress diawali dengan Melakukan penimbangan pada semua bahan. Kemudian mencampurkan semua bahan dalam gelas beaker, lalu aduk selama 15 menit menggunakan stirrer dengan kecepatan 190Rpm [15]. Sebelum dituang pada moulding, lapis moulding terlebih dahulu dengan Release Agent. Lalu tuang campuran sampel pada moulding setelah itu ratakan pada cetakan. Setelah penuangan, selanjutnya moulding di masukan kedalam compression moulding, lalu hot compress moulding dengan 4 tahapan suhu yang di mulai dari 80°C selama 15 menit, 175 °C selama 15 menit ,200 °C selama 30 menit, dan 210 °C selama 15 menit dengan tekanan sebesar 50 bar.

#### 2.4. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan metode ASTM D2240 [16]. Alat yang digunakan adalah durometer dengan stand operasi. Sebelum pengujian, jarak vertikal dari kaki penekan ke permukaan kontak spesimen diatur pada  $25,4 \pm 2,5$  mm. Lima pengukuran kekerasan dilakukan pada posisi berbeda di spesimen dengan jarak minimal 6,0 mm, dan hasilnya dihitung dalam bentuk rata-rata. Adapun alat yang digunakan Shore-D-Hardness Durometer dengan merk SHR-D-GOLD.

#### 2.5. Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan dengan metode ASTM D 792 [17]. Pengujian ini menggunakan cairan ethanol sebagai medianya dengan massa jenis  $0,78592 \text{ g/cm}^3$ . Alat yang dipakai adalah Sartorius Balance. Rumus perhitungan massa jenis sesuai dengan standar ASTM D 792 adalah sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m_u}{m_u - m_a} \times \rho_a$$

dimana  $\rho$  adalah massa jenis komposit ( $\text{g/cm}^3$ ),  $m_u$  adalah massa komposit di udara (gr),  $m_a$  adalah massa komposit di air (gr) dan  $\rho_a$  adalah massa jenis cairan ( $\text{gr/cm}^3$ ).

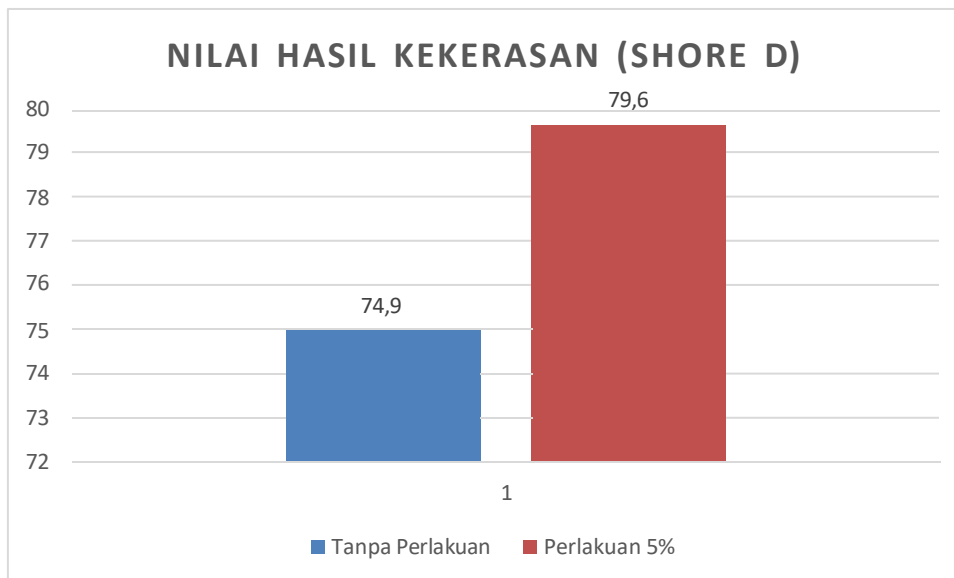
### 3. Results and Discussion

Data dan hasil perhitungan komposit yang telah dilakukan pengujian kekerasan dan pengujian densitas kemudian dapat disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah proses analisis dan pembahasan. Adapun analisis pembahasan dari masing-masing pengujian adalah sebagai berikut

#### 3.1. Analisis Hasil Uji Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan didapatkan nilai dari komposit bambu betung. Hasil pengujian kekerasan dapat dilihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan dari nilai hasil uji kekerasan pada variabel perbedaan kadar  $\text{KMnO}_4$ . Sebelum perlakuan, rata-rata nilai kekerasan spesimen tercatat

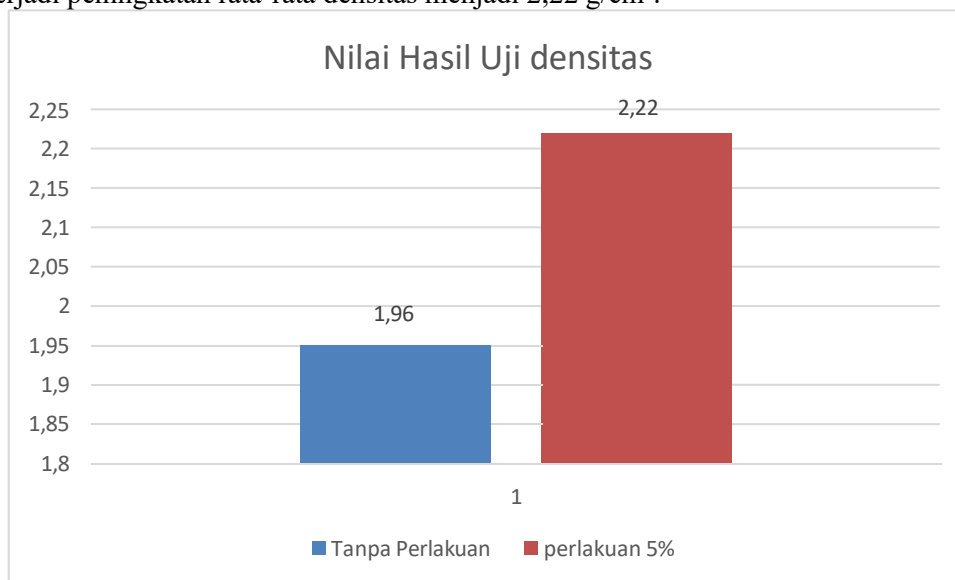
sebesar 74,9 Shore D. Namun, setelah perlakuan, nilai kekerasan meningkat menjadi 79,6 Shore D secara rata-rata.



Gambar 2. Hasil Uji Kekerasan berdasarkan kadar kalium permanganat

### 3.2. Analisis Hasil Uji Densitas

Dari hasil pengujian densitas didapatkan nilai dari komposit bambu betung. Hasil pengujian densitas dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan nilai hasil uji densitas pada variabel perbedaan kadar  $KMnO_4$ . Sebelum perlakuan, rata-rata densitas spesimen tercatat sebesar  $1,96 \text{ g/cm}^3$ . Setelah perlakuan, terjadi peningkatan rata-rata densitas menjadi  $2,22 \text{ g/cm}^3$ .



Gambar 3. Hasil Uji Densitas berdasarkan kadar kalium permanganat

### 3.3. Pembahasan

Peningkatan sifat kekerasan terjadi pada setelah spesimen dilakukan perlakuan  $KMnO_4$ , hal ini disebabkan oleh perubahan pada serat akibat penghilangan hemiselulosa dari serat bambu. Ada dua faktor utama yang bisa meningkatkan kekerasan komposit yang telah melakukan perlakuan: (1) perlakuan terhadap serat menyebabkan permukaan menjadi lebih kasar, sehingga memberikan

interlocking mekanis yang lebih baik; dan (2) perlakuan ini juga meningkatkan selulosa di permukaan serat, sehingga meningkatkan jumlah titik reaksi yang tersedia [18].

Dalam pengujian densitas, peningkatan kadar  $\text{KMnO}_4$  dapat menaikkan massa jenis komposit bambu betung. Hal ini terjadi karena perlakuan  $\text{KMnO}_4$  mampu mengikis senyawa amorf seperti lignin dan hemiselulosa pada serat. Pengikisan tersebut mengakibatkan area kristalin bertambah, yang pada akhirnya meningkatkan massa jenis komposit [19].

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa sifat mekanis material mengalami peningkatan setelah perlakuan. Nilai kekerasan material setelah perlakuan sebesar 79,6 ShoreD, lebih tinggi dibandingkan nilai sebelum perlakuan yang hanya mencapai 74,9 ShoreD. Sementara itu, nilai densitas rata-rata material juga mengalami peningkatan setelah perlakuan, yaitu dari  $1,96 \text{ g/cm}^3$  menjadi  $2,22 \text{ g/cm}^3$ .

#### Referensi

- [1] A. Novianto, R. Ismail, and B. A. Saputra, "Karakteristik Kampas Rem Dari Komposit Serbuk Arang Tempurung Kelapa dan Serbuk Tulang Sapi," *J. Rotasi*, vol. 25, no. 3, pp. 52–58, 2023.
- [2] A. Kholil, S. T. Dwiwati, R. Wirawan, and M. Elvin, "Brake pad characteristics of natural fiber composites from coconut fibre and wood powder," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2019, no. 1, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2019/1/012068.
- [3] Y. Sukrawan, A. Hamdani, and S. A. Mardani, "Effect of bamboo weight fraction on mechanical properties in non-asbestos composite of motorcycle brake pad," *Mater. Phys. Mech.*, vol. 42, no. 3, pp. 367–372, 2019, doi: 10.18720/MPM.4232019\_12.
- [4] H. P. S. Abdul Khalil, I. U. H. Bhat, M. Jawaid, A. Zaidon, D. Hermawan, and Y. S. Hadi, "Bamboo fibre reinforced biocomposites: A review," *Mater. Des.*, vol. 42, pp. 353–368, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.06.015>.
- [5] H. TAKAGI and Y. ICHIHARA, "Effect of Fiber Length on Mechanical Properties of 'Green' Composites Using a Starch-Based Resin and Short Bamboo Fibers," *JSME Int. J. Ser. A Solid Mech. Mater. Eng.*, vol. 47, no. 4, pp. 551–555, 2004, doi: 10.1299/jsmea.47.551.
- [6] R. J. Talib, O. Eliasidi, M. H. Basri, N. I. Ismail, and K. Ramlan, "Effect of phenolic resin on the friction behaviors with respect to temperature and operating speed," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1774, 2016, doi: 10.1063/1.4965113.
- [7] W. J. Jappes T and M. K. John Vasanth, "Effect of Surface Treatments on Mechanical & Tribological Behavior of the Coconut Sheath Reinforced Polyester Composites," *J. Manuf. Eng.*, vol. 10, no. 1, pp. 49–54, 2015, [Online]. Available: [www.smenec.org](http://www.smenec.org)
- [8] P. Nawangsari, Jamasri, and H. S. B. Rochardjo, "Effect of Phenolic Resin on Density, Porosity, Hardness, Thermal Stability, and Friction Performance as A Binder in Non-Asbestos Organic Brake Pad," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 547, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/547/1/012012.
- [9] R. J. Talib, K. Ramlan, N. I. Ismail, M. F. Ismail, and A. O. Eliasidi, "Bamboo Fibre-reinforced Semi-Metallic Brake Friction Materials for Automotive Applications," *MATEC Web Conf.*, vol. 82, pp. 0–5, 2016, doi: 10.1051/mateconf/20168202003.
- [10] P. D. I. Sulistijono, "Mekanika Material Komposit," *Surabaya: ITSpress*, 2012.
- [11] M. Naidu, A. Bhosale, Y. Munde, S. Salunkhe, and H. M. A. Hussein, "Wear and Friction Analysis of Brake Pad Material Using Natural Hemp Fibers," *Polymers (Basel)*, vol. 15, no. 1, 2023, doi: 10.3390/polym15010188.

- 
- [12] Sutikno, P. Marwoto, and H. Santiko, "Pembuatan Bahan Gesek Kampas Rem otomotif," pp. 1–63, 2011.
- [13] H. Öktem, S. Akıncioğlu, İ. Uygur, and G. Akıncioğlu, "A novel study of hybrid brake pad composites: new formulation, tribological behaviour and characterisation of microstructure," *Plast. Rubber Compos.*, vol. 50, no. 5, pp. 249–261, 2021, doi: 10.1080/14658011.2021.1898881.
- [14] W. Song, J. Gweon, J. S. Park, J. Kim, J. Kim, and H. Jang, "Role of contact plateaus on velocity-dependent friction of brake friction composite with steel fibres," *Tribol. Int.*, vol. 171, p. 107568, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2022.107568>.
- [15] H. Yavuz and H. Bayrakçeken, "Investigation of friction and wear behavior of composite brake pads produced with huntite mineral," *Int. J. Automot. ...*, 2022, [Online]. Available: <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijastech/issue/68442/1022247>
- [16] American Society for Testing and Materials, "ASTM D2240-15 Standard Test Methods for Rubber Property-Durometer Hardness," *Annu. B. ASTM Stand.*, pp. 1–13, 2015, doi: 10.1520/D2240-15.2.
- [17] ASTM-D792–20, "Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement," vol. i, pp. 1–4, 2015, doi: 10.1520/D0792-20.2.
- [18] S. Sahay, "A STUDY ON THE EFFECT OF CHEMICAL TREATMENT ON THE MECHANICAL BEHAVIOUR OF BAMBOO-GLASS FIBER REINFORCED EPOXY BASED HYBRID COMPOSITES Bachelor of Technology TREATMENT ON THE MECHANICAL BEHAVIOUR OF BAMBOO-GLASS FIBER REINFORCED EPOXY BASED HYBRID COMPOSI," no. 108, 2012.
- [19] M. Ghozali, D. Ariawan, and E. Surojo, "The Effect of Alkali Treatment And Microcrystalline Cellulose Addition on Density Value of Cantala Fiber Reinforced Unsaturated Polyester Composites," *Mek. Maj. Ilm. Mek.*, vol. 20, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.20961/mekanika.v20i1.47460.