

PROSES PEMBUATAN BIOKOMPOSIT POLIMER SERAT UNTUK APLIKASI KAMPAS REM

Aminur^{1*} Muhammad Hasbi² Yuspian Gunawan³

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo
Jl. H.E.A Mokodompit, Kampus Baru Tridharma Anduonohu, Kendari 93132

*n.aminur@yahoo.com

ABSTRAK

Kecenderungan teknologi biokomposit polimer berpenguat serat khususnya serat alam saat ini mulai diminati alasannya ramah lingkungan, ketersediaan dialam banyak, dan biaya produksi yang rendah. Biokomposit merupakan jenis komposit yang terdiri dari bahan matriks polimer dan penguat serat alam. Penelitian ini bertujuan untuk membuat biokomposit polimer serat kulit buah pinang yang ditambahkan serbuk alumina dan melakukan pengujian kekerasan dan keausan untuk aplikasi kampas rem. Serat alam dari kulit buah pinang diberikan perlakuan 5% NaOH selama 1 jam dan didekortikasi secara manual. Polyester dicampurkan masing-masing 0, 3, 5, 7, dan 9% berat serbuk alumina selama 30 menit menggunakan pengaduk. Campuran resin dan serbuk alumina dituangkan kedalam serat sampai merata (homogen). Campuran tersebut dicetak untuk menghasilkan biokomposit polimer kampas rem. Biokomposit yang telah jadi dibentuk spesimen uji dan dilakukan pengujian kekerasan dan keausan. Hasil penelitian didapatkan bahwa serat dari kulit buah pinang yang dicampur dengan polyester ditambahkan 5% serbuk alumina dapat dibuat produk biokomposit kampas rem. Biokomposit kampas rem didapatkan sifat nilai kekerasan Vickers 23,26 kg/mm² dan keausan 2.506E-06 gr/mm².detik. Hasil pengujian kekerasan dan keausan dapat diaplikasikan pada proses pembuatan kampas rem pengganti kampas rem dari bahan asbestos.

Kata kunci : Biokomposit, serat dan kampas rem.

ABSTRACT

The tendency of polymer composites technology berpenguat fibers particularly natural fibers are now starting to demand environmentally friendly reasons, many dialam availability, and low production costs. Biocomposite is a kind of composite material comprising a polymer matrix and reinforcing natural fibers. This study aims for producing polymer biocomposite betel nut skin fibers are added alumina powder and tested for hardness and wear of brake application. Natural fibers from the skin of betel nut given treatment 5% NaOH for 1 hour and didekortikasi manually. Polyester blended respectively 0, 3, 5, 7, and 9% by weight of alumina powder for 30 minutes using a stirrer. A mixture of resin and alumina powder is poured into the fiber until uniform (homogeneous). The mixture is molded to produce a polymer biocomposite brake. Biocomposite that has so shaped test specimens and testing the hardness and wear. The result showed that the fibers of the skin betel nut mixed with polyester added 5% alumina powder can be made biocomposite product brake lining. Biocomposite brake properties obtained Vickers hardness value of 23.26 kg / mm² and wear 2.506E-06 gr / mm².detik. Hardness and wear test results can be applied in the production of brake replacement brake lining of asbestos material.

Keywords: biocomposites, fiber and brake.

PENDAHULUAN

Kampas rem merupakan salah satu komponen yang terdapat dalam setiap kendaraan yang berfungsi memperlambat dan menghentikan laju kendaraan. Kampas rem dipasaran umumnya dibuat dari bahan serat *asbestos* yang tidak ramah lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia, terutama pada pernapasan dan dapat menyebabkan kanker paru-paru (Fitrianto, 2013). Oleh karena itu, dibuat bahan kampas rem dari *non-asbestos* dengan teknologi biokomposit yang memanfaatkan serat buah pinang dan pengisi serbuk alumina yang direkat matriks *polyester*.

Kecenderungan teknologi biokomposit polimer berpenguat serat khususnya serat alam saat ini mulai diminati alasannya ramah lingkungan, ketersediaan dialam banyak, dan biaya produksi yang rendah (Mallick, 2007). Biokomposit merupakan jenis komposit yang terdiri dari bahan matriks polimer dan penguat serat alam. Polimer jenis *polyester* sering digunakan karena harganya lebih murah dan sifat mekaniknya baik (Davallo, 2010).

Biokomposit yang diperkuat oleh serat alam memiliki kelemahan ikatan antar-muka serat dan matriks antara *hydrophilic cellulose* serat dan *hydrophobic* resin yang menyebabkan ketidak sesuaian pada ikatannya. Untuk meningkatkan ikatan serat dan resin dapat dilakukan dengan perlakuan kimia atau perendaman *Natrium Hidroksida* (NaOH) pada serat (Rokbi et. Al, 2011).

Konsenterasi NaOH dan waktu perendaman yang tepat dapat menghasilkan sifat mekanik biokomposit yang optimal. Konsenterasi NaOH yang banyak digunakan para periset adalah 0,5-20%, sedangkan waktu perendaman 15-96 menit (Jefferjee et. al, 2003). Umumnya konsenterasi 5% NaOH dan waktu perendaman 1 jam sering digunakan dalam penelitian untuk mendapatkan sifat mekanik yang optimum.

Diantara semua serat alam, serat buah pinang tampaknya merupakan bahan penguat yang menjanjikan karena murah, ketersediaan dialam melimpah dan masih belum ditemukan pemanfaatannya oleh masyarakat. Serat buah pinang adalah bagian keras berserat meliputi endosperma yang memiliki 30-45% total volume serat yang mengandung selulosa sebagai unsur penting kekuatan serat (Jenie, 2004).

Alumina (Al_2O_3) banyak digunakan dalam aplikasi teknik untuk aplikasi peralatan yang memerlukan ketahanan panas, kejutan, kekuatan tekan yang tinggi dan tahan korosi. Bahan alumina banyak ditemukan pada peralatan furnace namun ada juga digunakan sebagai filler pada bahan komposit.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat biokomposit polimer serat kulit buah pinang yang ditambahkan serbuk alumina dan melakukan pengujian kekerasan dan keausan untuk diaplikasikan pada kampas rem.

METODE

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan sebagai berikut :

Alat berupa kompaksi hidrolik, cetakan ukuran 20x20 cm, mesin pengaduk, unit pemanas, timbangan digital, mesin gergaji, lempengan dudukan kampas rem, alat uji kekerasan Vickers dan keausan jenis *pin on disk*. Sedangkan bahan serat dari kulit buah pinang, polimer jenis resin *polyester* dan serbuk alumina dan *mirror glaze*.

Alat dan bahan yang telah disiapkan kemudian dilakukan proses pembuatan biokomposit. Biokomposit polimer serat dengan pengisi serbuk alumina terlebih dahulu melakukan formulasi campuran dengan penambahan berat alumina 0, 3, 5, 7, dan 9 % dalam fraksi volume 30% serat.

Dari masing-masing campuran itu dibuatlah biokomposit dengan penekanan kompaksi hidrolik. Biokomposit yang telah selesai dicetak, dilanjutkan proses pembuatan spesimen uji kekerasan dan keausan masing-masing 5 buah spesimen untuk dilakukan pengujian mekanis berupa kekerasan dan keausan.

Data-data dari hasil pengujian kekerasan dan keausan dihitung nilai rata-rata dan ditabelkan. Hasil pengujian ini dibuat grafik untuk mempermudah analisa dan pembahasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pembuatan Biokomposit Polimer Serat Untuk Aplikasi Kampas Rem

Proses pembuatan biokomposit polimer serat untuk aplikasi kampas rem (BCS-A) dilakukan dengan tahapan berikut :

Tahap pertama, penyiapan serat dari kulit buah pinang dan resin *polyester* serta serbuk alumina dengan prosedur sebagai berikut:

1. Mula-mula buah pinang dipilih yang sudah matang atau sudah lepas dari tangkainya, buah ini kemudian dipukul-pukul sampai terlihat berserabut dan selanjutnya diberikan perlakuan kimia dengan perendaman 5% NaOH selama 1 jam. Untuk menghilangkan sifat kimia NaOH dinetralkan dengan cara dibilas dengan air bersih dan diangin-anginkan pada suhu kamar sampai kering. Serat yang telah kering didekortikasi secara manual sampai bersih dan nampak terlihat berserabut atau berserat serat tunggal.



Gambar 1. Proses perlakuan dan perendaman serat 5% NaOH selama 1 jam.

2. Untuk bahan matriks menggunakan polimer termoset resin *polyester* dengan perbandingan 1% katalis. Proses pencampuran menggunakan mesin pengaduk selama 5 menit.



Gambar 2. Resin polyester dan *hardener*

3. Pengisi (*filler*) yang digunakan sebagai bahan serbuk yaitu jenis alumina (Al_2O_3) berukuran 64 μm .



Gambar 3. Bahan pengisi Al_2O_3 (serbuk alumina)

Tahapan kedua, pembuatan biokomposit polimer serat dengan pengisi serbuk alumina untuk aplikasi kampas rem dengan prosedur sebagai berikut:

1. Resin *polyester* dicampur dengan 0, 3, 5, 7, dan 9% berat serbuk alumina dan diaduk dengan mesin pengaduk pada putaran konstan selama 30 menit.



Gambar 4. Proses pencampuran resin *polyester* dan serbuk alumina

2. Resin *polyester* yang telah tercampur dengan serbuk alumina ditambahkan 1% berat bahan katalis dan diaduk lagi selama 5 menit.



Gambar 5. Resin *polyester* dan alumina ditambahkan 1% berat katalis

3. Serat kulit buah pinang diatur sedemikian rupa pada cetakan .



Gambar 6. Serat kulit buah pinang dimasukkan dalam cetakan

4. Campuran ketiga bahan serat kulit buah pinang, resin *polyester* dan serbuk alumina ditiriskan kedalam cetakan biokomposit sampai setiap bagian terisi dengan sempurna dan diratakan.



Gambar 7. Campuran resin, alumina dan katalis ditirkan kedalam cetakan

5. Tekan secara hidrolik pada cetakan dengan gaya 10 Ton dan biarkan biokomposit sampai mengering.



Gambar 8. Pencetakan dengan tekanan hidrolik

6. Lepaskan biokomposit dari cetakan setelah mengering.



Gambar 9. Panel biokomposit yang telah selesai dicetak

Tahapan ketiga, pembuatan kampas rem dengan bahan biokomposit polimer serat dengan pengisi alumina dengan langkah-langka sebagai berikut:

1. Memilih biokomposit yang memiliki nilai kekerasan dan keausan yang optimum berdasarkan hasil pengujian.



Gambar 10. Biokomposit polimer serat fraksi volume serat 30%, dengan penambahan berat alumina 0, 3, 5, 7, dan 9%

2. Bentuk biokomposit sesuai dengan ukuran dan bentuk kampas rem.



Gambar 11. Biokomposit kampas rem

3. Menyiapkan lempeng dudukan kampas rem, dioleskan pada permukaannya, dipasang dies dan ditekan selama 10 menit.



Gambar 12. Pemasangan kampas pada lempeng dudukan

4. Kampas rem dilepaskan dari mesin cetak dan dilanjutkan dengan pemanasan 90 °C pada oven selama 15 menit.



Gambar 13. Pemanasan dengan menggunakan oven

b. Pengujian Sifat Mekanik Kekerasan dan Keausan Biokomposit Polimer Serat

Sifat mekanik material, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Sifat kekerasan sangat diperlukan oleh setiap bahan yang dibuat.

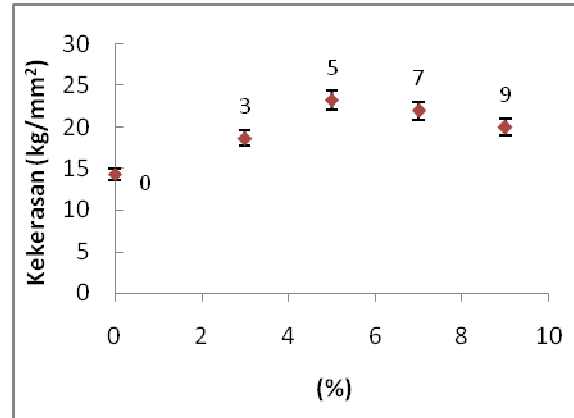
- 1) Sifat kekerasan

Kekerasan yaitu kemampuan material menahan deformasi plastis lokal akibat penetrasi pada permukaan. Kekerasan suatu bahan biokomposit erat kaitannya atau sangat tergantung dengan sifat-sifat kedua penyusunnya yaitu penguat (*reinforcement*) dan perekat (*matrix*). Pada biokomposit yang telah dibuat dilakukan serangkaian pengujian kekerasan dan keausan untuk mengetahui sifat dari biokomposit tersebut.

Tabel 1. Kekerasan biokomposit kampak rem penguat serat kulit buah pinang dengan penambahan serbuk alumina.

Spesimen	Alumina (%)	Kekerasan (kg/mm ²)
BCS-0	0	14,31
BCS-A3	3	18,64
BCS-A5	5	23,26
BCS-A7	7	21,98
BCS-A9	9	19,96

Berdasarkan Tabel 1, memperlihatkan nilai rata-rata hasil pengujian kekerasan yang berbeda-beda pada setiap penambahan komposisi alumina 3, 5, 7, dan 9% berat. Penambahan komposisi signifikan memberikan peningkatan kekerasan pada batas tertentu, seperti terlihat pada grafik dimana 0, 3, dan 5% meningkat nilai kekerasannya, namun seiring penambahan komposisi yang semakin tinggi kekerasan cenderung mengalami penurunan. Nilai kekerasan terendah 14.31 kg/mm² terjadi pada biokomposit polimer serat tanpa adanya pengisi serbuk alumina dan biokomposit dengan pengisi 9% berat serbuk alumina dengan nilai kekerasan 19.96 kg/mm². Sedangkan nilai tertinggi terjadi pada biokomposit polimer serat dengan penambahan serbuk alumina 5% berat.



Gambar 14. Grafik hubungan kekerasan Vickers terhadap persentase penambahan Alumina pada biokomposit.

Peningkatan nilai kekerasan biokomposit disebabkan karena meningkatnya unsur penguat, dimana unsur penguat ini terdistribusi secara merata keseluruh matriks biokomposit. Penambahan serbuk alumina pada biokomposit ini masih berada pada kondisi yang sesuai dengan jumlah matriks, sehingga matriks dapat mengikat secara efektif pada serat dan pengisi alumina. Matriks berfungsi meneruskan gaya yang diterima oleh serat ketika serat mengalami kegagalan akibat gaya yang bekerja padanya. Namun peningkatan serbuk alumina yang terlalu tinggi 9% berat, menjadikan serbuk alumina teraglomerasi dengan serbuk lamin sehingga terjadi penumpukkan dan penggumpalan secara setempat pada saat bercampur dengan resin karena ukuran serbuk yang sangat halus. Ukuran serbuk yang halus ini dapat beraglomerasi secara spontan bila bercampur dengan cairan resin. Biasanya aglomerasi serbuk memerlukan penambahan cairan resin yang tepat dengan kata komposisi campuran resin serat dan Alumina.

2) Sifat keausan

Suatu komponen struktur dan mesin agar berfungsi dengan baik sebagaimana mestinya sangat tergantung pada sifat-sifat yang dimiliki material. Sifat yang dimiliki oleh material terkadang membatasi kinerjanya. Namun demikian, jarang sekali kinerja suatu material hanya ditentukan oleh satu sifat, tetapi lebih kepada kombinasi dari beberapa sifat. Salah satu contohnya adalah ketahanan-aus (*wear resistance*) merupakan fungsi dari beberapa sifat material (kekerasan, kekuatan, dll), friksi serta pelumasan. Material apapun

dapat mengalami keausan disebabkan oleh mekanisme yang beragam.

Keausan dapat didefinisikan sebagai rusaknya permukaan padatan, umumnya melibatkan kehilangan material yang progresif akibat adanya gesekan (friksi) antar permukaan padatan. Keausan bukan merupakan sifat dasar material, melainkan respon material terhadap sistem luar (kontak permukaan). Keausan merupakan hal yang biasa terjadi pada setiap material yang mengalami gesekan dengan material lain. Keausan bukan merupakan sifat dasar material, melainkan response material terhadap sistem luar (kontak permukaan). Material apapun dapat mengalami keausan disebabkan oleh mekanisme yang beragam.

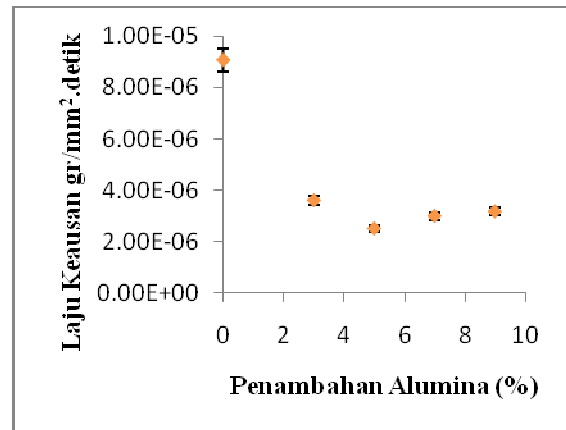
Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagaimacam metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual. Salah satunya adalah metode Ogoshi dimana benda uji memperoleh beban gesek dari cincin yang berputar (*revolving disc*). Pembebanan gesek ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Semakin besar dan dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume material yang terkelupas dari benda uji.

Tabel 2. Laju keausan komposit kanvas rem penguat serat dengan penambahan serbuk alumina.

Spesimen	Alumina (%)	Laju Keausan $\text{gr/mm}^2 \cdot \text{detik}$
BCS-0	0	9.065E-06
BCS-A3	3	3.601E-06
BCS-A5	5	2.506E-06
BCS-A7	7	2.994E-06
BCS-A9	9	3.174E-06

Tabel 2, diketahui hasil pengujian keausan dengan nilai rata-rata yang menunjukkan adanya perbedaan disetiap penambahan komposisi alumina 3, 5, 7, dan 9% berat. Adanya penambahan persen berat komposisi alumina memberikan pengaruh terhadap nilai laju keausan. Nilai laju keausan tertinggi terjadi pada biokomposit tanpa penambahan alumina yaitu $9.065\text{E-}06 \text{ gr/mm}^2 \cdot \text{detik}$, dan dengan penambahan alumina 3%

dengan nilai laju keausan $3.601\text{E-}06 \text{ gr/mm}^2 \cdot \text{detik}$. Sedangkan nilai laju keausan terendah terjadi pada biokomposit dengan penambahan 5% alumina yaitu $2.506\text{E-}06 \text{ gr/mm}^2 \cdot \text{detik}$. Pada grafik gambar 2 memperlihatkan adanya penurunan nilai rata-rata laju keausan seiring dengan meningkatnya komposisi berat alumina pada batas tertentu.



Gambar 15. Grafik hubungan laju kekerasan terhadap persentase penambahan Alumina pada biokomposit.

Laju keausan terendah terjadi pada biokomposit polimer serat dengan penambahan 5% berat alumina. Laju keausan yang rendah menunjukkan tingkat kekerasan biokomposit polimer serat yang tinggi. Hal ini didukung dari hasil pengujian kekerasan pada biokomposit, dimana pada komposisi 5% memiliki kekerasan yang paling optimum.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pembuatan biokomposit polimer serat kulit buah pinang yang ditambahkan serbuk alumina dapat dilakukan dengan proses yang sederhana, menggunakan alat cetak tekan hidrolik dan hasil pengujian kekerasan serta keausan secara mekanik memenuhi syarat sehingga dapat diterapkan untuk aplikasi pada kanvas rem pengganti kanvas rem dari bahan asbestos.

Penelitian lanjutan sebaiknya perlu dipikirkan lagi komposisi serat dan serbuk yang lebih bervariasi untuk menghasilkan kanvas rem yang baik. Kanvas rem dari biokomposit polimer serat sebaiknya diterapkan pada industri pembuat kanvas rem untuk mengurangi ketergantungan kanvas rem dari bahan asbestos, perlu pengujian spesifikasi pada skala lapangan, untuk

memproduksi secara massal, proses pembuatan diperlukan pengaduk dan cetakan yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Davallo, M., H. Pasdar, M. Mohseni., 2010. *Mechanical Properties of Unsaturated Polyester Resin*, Department of Chemistry, Islamic Azad University, International Journal of Chem Tech Research Coden (USA) ISSN : 0974-4290 Vol.2, No.4, pp 2113-2117.
- Fitrianto. F.D., Estriyanto. Y., Harjanto., B., 2013. *Pemanfaatan Serbuk Tongkol Jagung Sebagai Alternatif Bahan Friksi Kampas Rem Non-Asbestos Sepeda Motor*. Jurnal teknik Mesin FKIP.
- Jefferje, B., Heyleys, dan Zylyon. 2003. *Composite Application using Coir Fibres in Sri Lanka. Final Report of Fast Track Project from Common Fun for Commodities*. Netherlands. Delft Unive. Of Tech.
- Jenie. 2004. *Serat Buah Pinang*. Universitas Sains Malaysia.
- Mallick, P.K., 2007, *Fiber-reinforced Composites Materials Manufacturing, and Design*. 3rd ed. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Rokbi, M., Osmani, H., Imad, A., Benseddiq, N. 2011. *Effect of Chemical treatment on Flexure Properties of Natural Fiber-reinforced Polyester Composite*. ICM11 doi:10.1016/j.proeng.2011.04.346.