

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: Karakterisasi Sifat Mekanis Komposit Serat Nanas/Epoksi dengan Penambahan Serbuk Kuningan dan MgO sebagai Bahan Alternatif Kampas Rem Sepeda Motor

Judul Naskah Publikasi: Karakterisasi Sifat Mekanis Komposit Serat Nanas/Epoksi dengan Penambahan Serbuk Kuningan dan MgO sebagai Bahan Alternatif Kampas Rem Sepeda Motor

Nama Mahasiswa: Hawari Thoha Pangestu

NIM: 20140130110

Pembimbing 1: Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

Pembimbing 2: Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., Ph.D

Hal yang dimintakan persetujuan *:

<input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia	<input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*beri tanda \checkmark di kotak yang sesuai



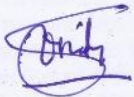
Tanda Tangan

Hawari Thoha Pangestu

Tanggal 28 Mei 2018

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

Disetujui



Tanda Tangan

Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

Tanggal 28 Mei 2018

Tanda Tangan

Berli Paripurna Kamil, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.



Tanggal 28 Mei 2018

28/5/18

KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS KOMPOSIT SERAT NANAS/EPOKSI DENGAN PENAMBAHAN SERBUK KUNINGAN DAN MgO SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF KAMPAS REM SEPEDA MOTOR

Hawari Thoha Pangestu^a, Harini Sosiati^b, Sudarisman^c

^aProgram Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
thohaa32@gmail.com

Abstrak

Di Indonesia, banyaknya produksi buah nanas dan seratnya serta limbah serbuk kuningan belum dimanfaatkan secara optimal. Sementara kedua bahan tersebut berpotensi untuk menggantikan asbes sebagai filler sebagai bahan rem alternatif. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat bahan komposit epoksi resin dengan *filler* serat nanas, kuningan, dan MgO sebagai bahan alternatif kampas rem, dan mengetahui pengaruh variasi perbandingan ketiga bahan *filler* tersebut terhadap sifat tarik, kekerasan dan keausan material komposit. Komposit dengan perbandingan *filler* dan matriks epoxy resin 40/60 (fraksi volume) difabrikasi dengan metode press dingin. *Filler* yang terdiri dari serat nanas (panjang 2 mm), serbuk logam kuningan 80-100 mesh, dan magnesium oksida divariasi dengan perbandingan 50/30/20 (%), 60/20/20 (%) dan 70/10/20 (%). Pengujian keausan dengan metode *ogoshi*, pengujian tarik (ASTM D 638-02 TYPE IV) dan pengujian kekerasan (ASTM E10) dilakukan pada semua spesimen komposit. Selain itu, karakterisasi struktur patahan hasil uji tarik dan struktur mikro dari sisi penampang lintang masing-masing dilakukan dengan *scanning electron microscope* (SEM, TESCAN VEGA3 LMU) dan mikroskop optik (OM, Olympus SZ61TR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai keausan, kekerasan dan modulus elastisitas komposit serat nanas/epoksi meningkat dengan bertambahnya fraksi volume serat nanas. Nilai tertinggi dari ketiga sifat mekanis tersebut ditunjukkan pada komposit dengan perbandingan *filler* 50/30/20 (%) yaitu masing-masing adalah nilai keausan $3,728 \times 10^{-8}$ mm²/kg yang masih relatif jauh dibanding nilai keausan kampas rem komersial ($8,7 \times 10^{-9}$ mm²/kg), kekerasan 20,41 BHN dan modulus elastisitas 407,34 MPa. Selain itu, hasil karakterisasi strukturmikro menunjukkan distribusi filler didalam matriks relatif merata. Namun, masih terjadi *debonding* dan *void* akibat penekanan yang kurang baik pada proses fabrikasi, menyebabkan kekuatan mekanis komposit menurun.

Kata Kunci : Kampas rem, serat nanas, serbuk kuningan, magnesium oksida, epoksi.

Abstract

Pineapple fruit is widely produced in Indonesia. Thus it can generate a lot of pineapple fiber. However, the fiber has not been utilized optimally. Pineapple fiber combined with brass powder waste and MgO powder have been potentially developed as filler of the brake material to replace asbestos. This research aims to fabricate the epoxy resin composite with three kinds of fillers (pineapple fiber, brass and MgO powders), and to study the effect of fillers ratio on the mechanical properties (tensile, hardness and wear rate) of the brake composites. The epoxy resin composites with 40% volume fraction of fillers were fabricated using a cold press method. Fillers (pineapple fiber 2 mm length, brass and MgO powders) were varied in three ratios: i.e. (50%:30%:20%), (60%:20%:20%) and (70%:10%:20%). Tensile (ASTM D 638-02 TYPE IV), hardness (ASTM E10) and wear rate (Ogoshi method) tests were conducted on all composite specimens. A scanning electron microscope (SEM TESCAN VEGA3 LMU) and an optical microscope (OM, Olympus SZ61TR) were used to characterize the tensile fracture surface and the cross-section view microstructure of the composites, respectively. The results showed that increase in volume fraction of pineapple fiber increases the wear rate, hardness and modulus elasticity of the composites. The highest value of those mechanical properties reached by the composite with filler ratio 50%:30%:20%: i.e. wear resistance $3,728 \times 10^{-8}$ mm²/kg which is still relatively different with that of commercial brake pad ($8,7 \times 10^{-9}$ mm²/kg), hardness 20,41 BHN and modulus elasticity 407,34 MPa, respectively. Besides, relatively uniform distribution of the fillers in the epoxy matrix was confirmed from the microstructure characterization. However, de-bonding and voids were still identified, leading to reduction of mechanical strength of the composites.

Keywords : Brake pad, pineapple fiber, brass powder, magnesium oxide, epoxy, composite

1. Pendahuluan

Penggunaan asbes pada kampas rem yang ada di pasaran memiliki dampak buruk bagi kesehatan manusia. Debu dari kampas rem berbahan asbes apabila terhirup oleh manusia dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti kanker paru-paru dan penyumbatan saluran pernapasan, sehingga penggunaannya kini mulai digantikan dengan material komposit yang lebih ramah lingkungan. Material komposit merupakan material yang tersusun dari 2 jenis material atau lebih yang memiliki sifat fisis dan mekanik yang berbeda. Bahan penyusun komposit pada umumnya terdiri dari 2 komponen, yaitu *filler* sebagai bahan penguat dan matriks sebagai bahan pengikat (Matthews dkk, 1994).

Nanas (*Ananas Comosus* L.) merupakan salah satu tanaman unggulan di Indonesia yang menempati posisi ketiga setelah pisang dan mangga (Hadiati, 2008). Pemanfaatan tanaman nanas selama ini hanya sebatas pada buahnya saja sedangkan pada daun nanas masih belum banyak dimanfaatkan. Setelah dua atau tiga kali panen, tanaman nanas akan dibongkar dan menghasilkan limbah daun nanas yang akan terus bertambah seiring berjalannya waktu (Setiawan dkk, 2017). Serat yang terkandung dalam daun nanas memiliki kualitas yang baik dengan permukaan yang halus serta kekuatan tarik yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan penguat komposit pada dunia industri otomotif (Fahmi dkk, 2014).

Swamidoss & Prasanth (2015) pernah melakukan penelitian tentang penggunaan serat nanas dan matrik epoksi sebagai bahan alternatif kampas rem. Variasi penambahan serat yang digunakan sebanyak 10%, 20% dan 30%, dengan hasil nilai kekerasan tertinggi pada komposisi 10% serat yaitu 101,6 HBN dan laju keausan rata-rata yaitu $4,09 \times 10^{-9}$ mm²/kg. Selanjutnya, Prasetyo dkk (2013) melakukan penelitian terkait pembuatan komposit alternatif kampas rem dengan memanfaatkan serat ijuk sebagai bahan penguatnya, serta penambahan 15% serbuk kuning, 20% magnesium oksida (MgO), dan matriks *epoxyresin* sebanyak 10%. Pada penelitiannya, diperoleh hasil nilai keausan yang mendekati paling mendekati kampas rem pembanding yaitu komposisi serat ijuk 25%, serbuk kuning 45%, MgO 20%, dan resin 10 % dengan besar nilai keausan yaitu $0,087 \times 10^{-7}$ mm²/kg. Pengembangan kampas rem berbahan komposit juga pernah dilakukan oleh Purboputro (2016). *Filler* yang digunakan yaitu serat bambu, *fiberglass*, serbuk aluminium, dengan matrik poliester. Dari hasil penelitiannya didapat nilai kekerasan komposit serat bambu yaitu sebesar 14,47 BHN dan nilai keausan yaitu sebesar 0,00041 mm²/kg.

Akan tetapi penelitian tentang pembuatan komposit sebagai bahan alternatif kampas rem dengan menggunakan *filler* serat nanas, serbuk kuning dan MgO belum pernah dilaporkan atau diteliti sebelumnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini mengkaji pembuatan komposit serat nanas/epoksi dengan perbandingan komposisi *filler* dan matriks *epoxyresin* 40/60 (%), dengan tiga variasi *filler* pengisi yaitu (serat nanas, serbuk kuning, dan magnesium oksida) spesimen A sebanyak 50/30/20 (%), spesimen B 60/20/20 (%), dan spesimen C 70/10/20 (%). Untuk mengetahui besar nilai keausan dari komposit serat nanas digunakan pengujian keausan *Ogoshi*, sedangkan untuk mengetahui nilai kekerasan digunakan pengujian kekerasan *Brinell* (ASTM E10), kemudian dilakukan pengujian tarik (ASTM D638-02a) untuk mengetahui tegangan, regangan, dan modulus elastisitasnya. Hasil dari patahan uji tarik yang memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi pada tiap variasi dikarakterisasi menggunakan uji optik makro dan *scanning electro microscopy* (SEM). Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat bahan komposit serat nanas/epoksi dengan penambahan serbuk kuning dan MgO serta mengkarakterisasi sifat mekanisnya untuk mengetahui potensi komposit serat nanas/epoksi sebagai bahan alternatif kampas rem.

2. Metode Penelitian

2.1 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Serat Nanas

Serat nanas (Gambar 1) digunakan sebagai material penguat komposit. Serat nanas didapatkan dari industri rumahan di Blitar, Jawa Timur, yang diperoleh dari situs belanja *online* Tokopedia

2. Serbuk Kuningan

Serbuk kuning (Gambar 2) digunakan sebagai bahan pengisi lain (*filler*). Serbuk kuning diayak menggunakan ayakan 200 *mesh*. Serbuk kuning yang digunakan didapat dari sisa gergajian dan gerinda pengrajin kuning di Taman tirta, Kasihan, Bantul

3. Magnesium Oksida (MgO)

MgO (Gambar 3) digunakan sebagai bahan pengisi komposit. MgO didapatkan dari PT Tekno Medicalogy Indonesia yang dibeli secara online.

4. Resin *Epoxy* dan *Hardener*

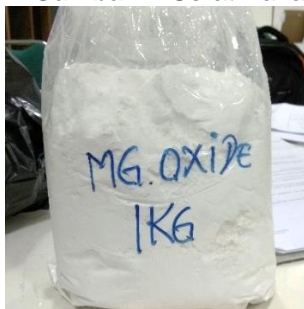
Matrik yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam penelitian ini adalah resin *epoxy* dengan merk dagang *Eposchon*, dalam pemakaian resin ini harus menggunakan campuran pengeras berupa *hardener* dengan perbandingan 1:1.



Gambar 1. Serat Nanas



Gambar 2. Serbuk Kuningan



Gambar 3. Magnesium Oksida (MgO)



Gambar 4. Epoxyresin & Hardener

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Timbangan digital
2. Cetakan benda uji
3. Wadah pencampur bahan
4. Alat uji keausan *Ogoshi* (*Ogoshi high speed universal wear testing machin Type OAT-U*)
5. Alat uji kekerasan *Brinel*
6. Alat uji tarik (*Universal Testing Machine Zwick/Roell*)
7. *Scanning Electron Microscopy (SEM TESCAN VEGA3 LMU)*
8. Mikroskop optik (*OLYMPUS-SZ61TR*)
9. Alat bantu lain

2.2 Pembuatan Spesimen Komposit

Pembuatan komposit ini dilakukan dengan perbandingan filler A 50/30/20 (%), B 60/20/20 (%), dan C 70/10/20 (%) dengan perhitungan fraksi volume spesimen uji keausan, kekerasan dan uji tarik sebagai berikut:

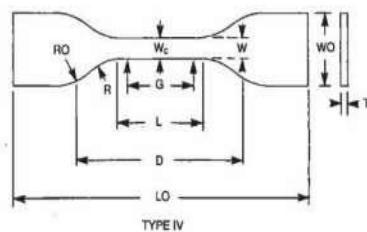
Tabel 1. Hasil perhitungan massa *filler* dan matriks *epoxyresin* spesimen uji keausan dan kekerasan

Kode	fraksi volume matrik dan <i>filler</i> 60%:40%	Massa serat daun nanas (gr)	Massa serbuk kuningan (gr)	Massa MgO (gr)	Massa epoxyresin (gr)
A	serat nanas:serbuk kuningan:Mgo (50/30/20)	1,37	4,53	1,29	3,24
B	serat nanas:serbuk kuningan:Mgo (60/20/20)	1,64	3,02	1,29	3,24
C	serat nanas:serbuk kuningan:Mgo (70/10/20)	1,92	1,51	1,29	3,24

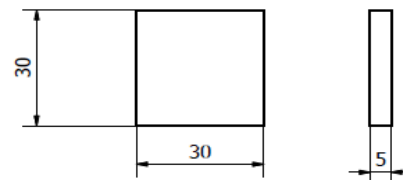
Tabel 2. Hasil perhitungan massa *filler* dan matriks *epoxyresin* spesimen uji tarik

Kode	fraksi volume matrik dan <i>filler</i> 60%:40%	Massa serat daun nanas (gr)	Massa serbuk kuningan (gr)	Massa MgO (gr)	Massa epoxyresin (gr)
A	serat nanas:serbuk kuningan:Mgo (50/30/20)	1,86	6,13	1,75	4,40
B	serat nanas:serbuk kuningan:Mgo (60/20/20)	1,75	4,11	1,75	4,40
C	serat nanas:serbuk kuningan:Mgo (70/10/20)	2,6	2,01	1,75	4,40

Komposit difabrikasi dengan menggunakan metode *press dingin (press mold)* dengan ukuran spesimen uji tarik yaitu sesuai dengan standar ASTM D638-02 TYPE IV (Gambar 5), sedangkan untuk ukuran spesimen uji keausan dan kekerasan yaitu 30x30x5 mm seperti ditunjukkan Gambar 6.



Gambar 5. Ukuran Spesimen Uji tarik (ASTM D 638-02a Tipe IV)

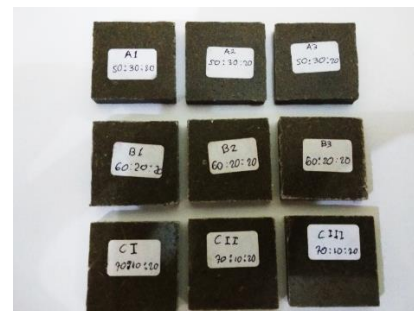


Gambar 6. Ukuran spesimen uji keausan dan kekerasan

Komposit yang sudah jadi kemudian diberi label agar tidak tertukar antara satu dengan yang lain. Gambar 7 dan 8 menunjukkan spesimen uji tarik, spesimen uji keausan dan uji kekerasan yang sudah jadi diberi label.



Gambar 7. Spesimen Uji Tarik



Gambar 8. Spesimen Uji Keausan & Kekerasan

2.3 Prosedur pengujian

Pengujian keausan dilakukan menggunakan metode *ogoshi* dengan pembebanan yang digunakan yaitu sebesar 2,12 kg dengan panjang lintasan 66,6 m dengan lama waktu pengausan/pengujian yaitu 1 menit. Pengujian ini dilakukan sebanyak 9 kali dengan masing-masing setiap variasi diambil 3 *sample*, hasil dari pengausan dilihat menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui lebar dari keausan material komposit.

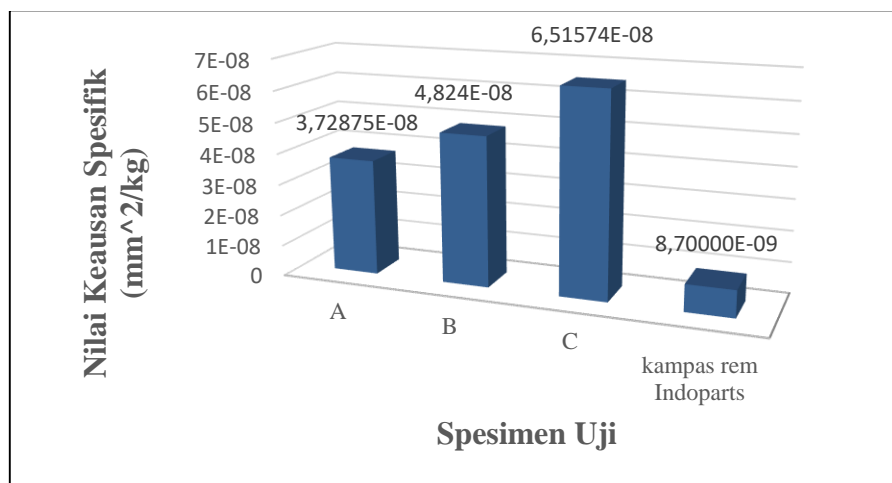
Pengujian kekerasan menggunakan metode *brinell* dengan ASTM E10. Besar pembebanan yang diberikan 16,635 kg dan diameter indentor yang digunakan sebesar 2,5 mm. Pengujian dilakukan sebanyak 5 titik disetiap spesimen dengan jumlah spesimen yang diuji sebanyak 2 buah disetiap variasinya. Hasil dari injakan indentor dilihat menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui besar diameter injakan dari indentor. Pengujian dan kekerasan dilakukan di labolatorium ilmu bahan dan logam Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Pengujian tarik dilakukan menggunakan alat uji tarik *universal testing machine* (UTM), dengan kecepatan mesin uji tarik yang digunakan 500 mm/menit sesuai dengan standar ASTM D638, jumlah spesimen yang dilakukan pengujian disetiap variasi yaitu 5 buah. Pengujian dilakukan di Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik Yogyakarta. Hasil dari patahan pengujian tarik dilakukan pengujian SEM dan foto makro untuk mengetahui karakteristik patahan terhadap sifat mekanis material komposit.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Keausan

Kampas rem indopart yang ada dipasaran digunakan sebagai pembanding, dimana Prasetyo dkk (2013) sudah melakukan pengujian keausan dengan metode yang sama (*Ogoshi*) dan didapatkan nilai keausan spesifik kampas rem yang ada di pasaran yaitu sebesar $8,7 \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{kg}$, sehingga bisa dilihat masing-masing nilai keausan rata-rata spesimen seperti pada gambar 9.



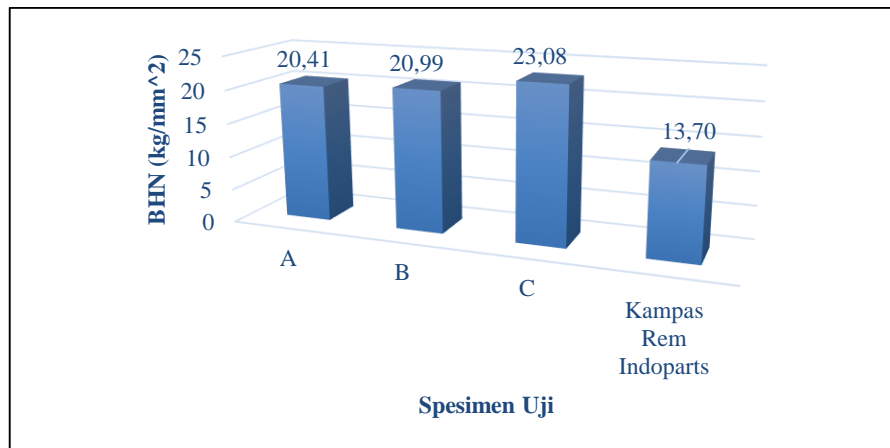
Gambar 9. Diagram nilai keausan rata-rata komposit serat nanas/epoksi

Berdasarkan diagram diatas, dapat diketahui bahwa spesimen uji A, B dan C memiliki nilai keausan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kampas rem di pasaran (Indoparts). Spesimen variasi A dengan perbandingan matrik dan *filler* sebesar 60/40 (%) dimana variasi *filler* pengisi yaitu serat daun nanas, serbuk kuningin, dan MgO masing-masing sebesar 50/30/20 (%), memiliki tingkat nilai keausan $3,72875 \times 10^{-8} \text{ mm}^2/\text{kg}$ yang paling mendekati kampas rem pembanding. Dilihat dari komposisinya, semakin banyak serat daun nanas yang digunakan maka nilai keausannya akan semakin meningkat, sedangkan kandungan serbuk kuningin yang semakin banyak akan menurunkan nilai keausan.

3.2 Hasil Uji Kekerasan

Nilai kekerasan kampas rem Indoparts digunakan sebagai pembanding, dimana Purboputro (2016) sudah melakukan penelitian nilai kekerasan *brinell* kampas rem yang

ada dipasaran yaitu sebesar 13,7 BHN. Gambar 10 menunjukkan diagram nilai kekerasan komposit serat nanas/epoksi dan kampas rem Indoparts.

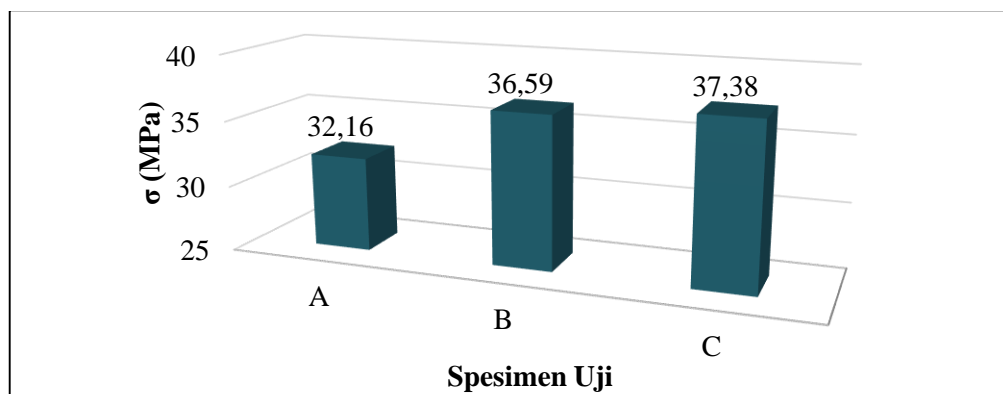


Gambar 10 Diagram nilai kekerasan *brinell* komposit serat nanas/epoksi

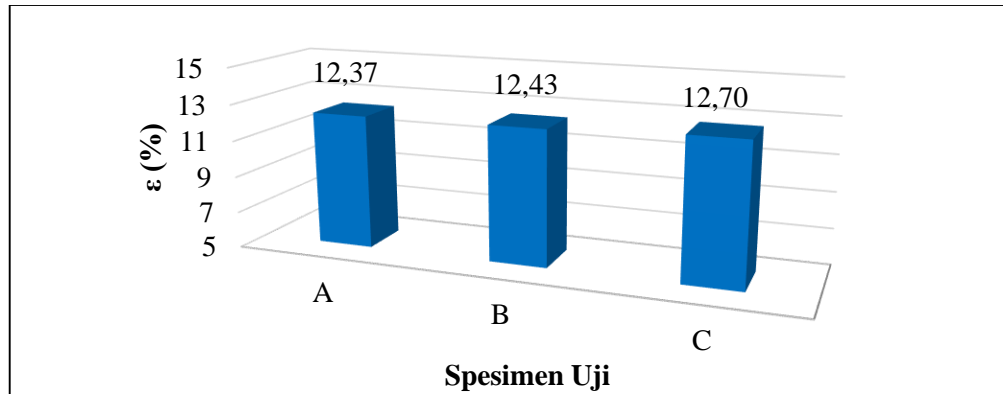
Diagram hasil uji kekerasan menunjukkan peningkatan nilai kekerasan seiring dengan bertambahnya komposisi serat nanas yang digunakan, namun peningkatan nilai kekerasan yang dihasilkan tidak begitu ada perbedaan yang cukup jauh, dimana standar deviasinya yaitu 2,67 BHN. Nilai kekerasan komposit serat nanas lebih tinggi dibandingkan kampas rem yang ada di pasaran, dimana variasi A dengan nilai kekerasan 20,41 BHN paling mendekati nilai kekerasan kampas rem pembanding yaitu 13,7 BHN. Dari hasil pengujian kekerasan dapat diketahui bahwa komposit serat nanas/epoksi memiliki nilai kekerasan yang cukup tinggi, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan sebagai bahan alternatif kampas rem.

3.3 Hasil Uji Tarik

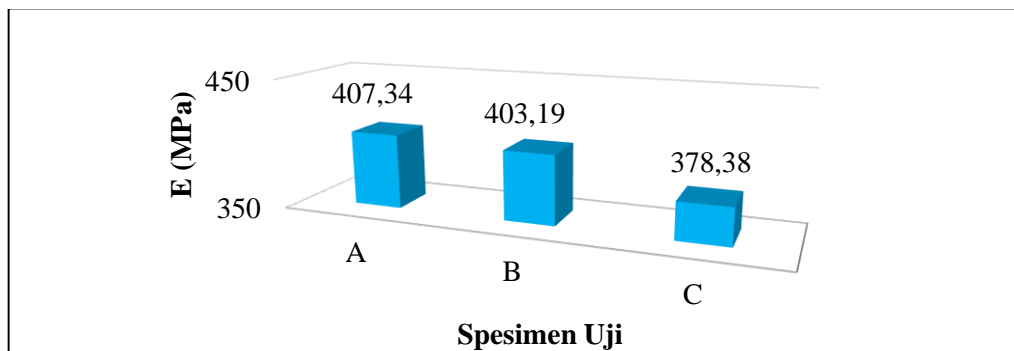
Dari pengujian tarik didapat hasil berupa nilai kuat tarik, regangan dan modulus elastisitas yang ditunjukkan gambar 11, 12, dan 13.



Gambar 11. Diagram Kuat Tarik Material Komposit Serat Nanas/Epoksi



Gambar 12. Diagram Regangan Material Komposit Serat Nanas/Epoksi

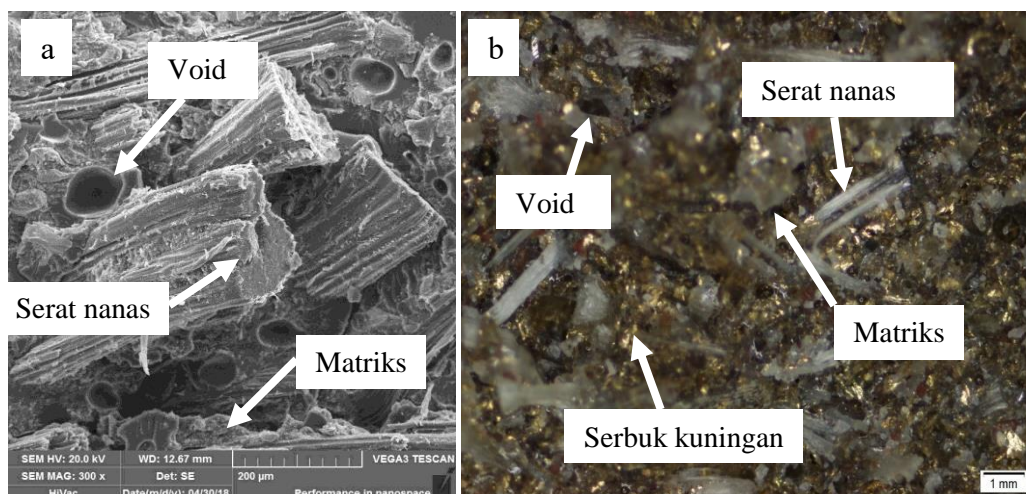


Gambar 13. Diagram Modulus Elastisitas Material Komposit Serat Nanas/Epoksi

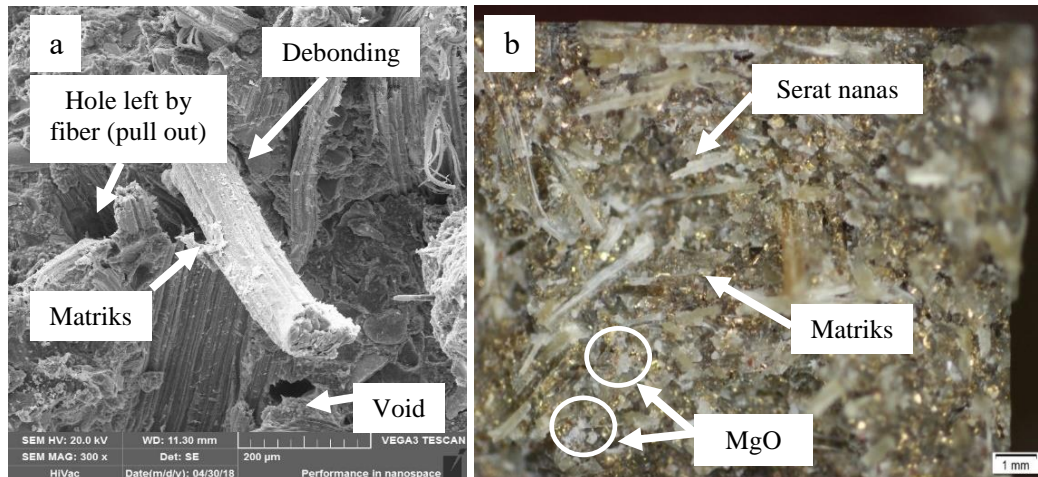
Hasil pengujian tarik seperti yang ditunjukkan pada gambar 11, 12, dan 13 menunjukkan bahwa penambahan fraksi volume serat nanas yang digunakan akan meningkatkan sifat mekanik dari material komposit tersebut. Ini disebabkan karena serat merupakan penopang kekuatan dari komposit, tegangan yang diterima komposit awalnya diterima oleh matriks kemudian akan diteruskan kepada serat, sehingga beban maksimum akan ditahan oleh serat. Spesimen variasi A memiliki nilai modulus elastisitas terbesar yaitu 407,34 MPa, yang berarti spesimen ini memiliki tingkat perubahan bentuk atau perpanjangan yang lebih kecil dibanding variasi B dan C.

3.4. Hasil Pengujian SEM dan Foto Makro

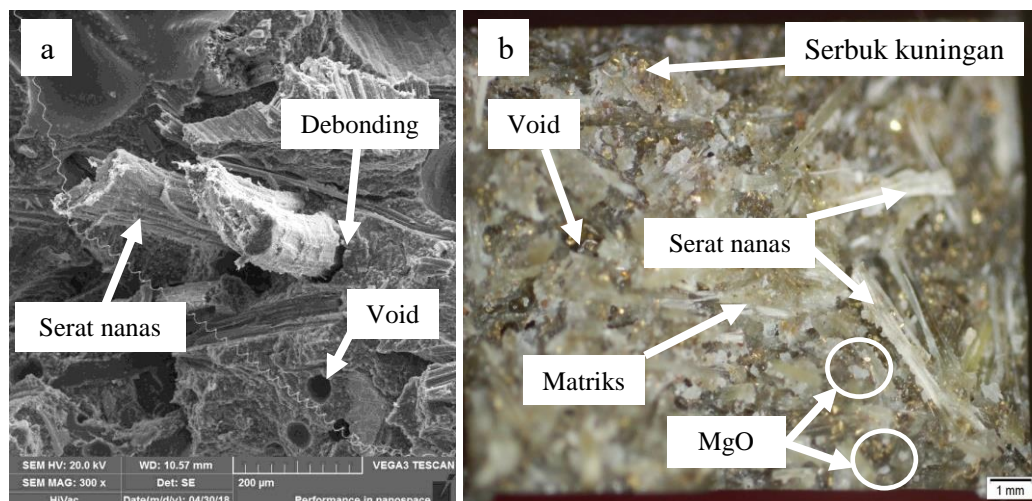
Hasil pengujian SEM dan foto makro ditunjukkan pada gambar 14, 15, dan 16.



Gambar 14. (a) Hasil SEM spesimen A, (b) foto makro spesimen A



Gambar 15. (a) Hasil SEM spesimen B, (b) foto makro spesimen B



Gambar 16. (a) Hasil SEM spesimen C, (b) foto makro spesimen C

Hasil foto makro menunjukkan bahwa distribusi *filler* (serat nanas, serbuk kuning dan MgO) cukup merata pada setiap sisi patahan komposit. Dari hasil pengujian SEM bisa dilihat bahwa matrik terlihat menempel pada serat, hal ini menunjukkan bahwa ikatan yang terjadi antara matrik dan *filler* relatif baik. Banyaknya void dan *debonding* yang terbentuk akibat dari penekanan yang kurang baik pada saat proses fabrikasi, menyebabkan penurunan kekuatan mekanis material komposit serat nanas/epoksi.

Gambar foto makro spesimen A (Gambar 14) menunjukkan penyebaran serbuk kuning cukup merata dan lebih dominan. Keberadaan serbuk kuning menyebabkan penurunan tingkat keausan material komposit, ini dibuktikan oleh hasil uji keausan dimana spesimen A memiliki nilai keausan yang paling rendah. Namun masih banyak terdapat void seperti yang ditunjukkan pada hasil uji SEM yang menyebabkan penurunan nilai kekerasan dan kuat tarik dari spesimen A. Pada hasil uji SEM spesimen B (Gambar 15) terlihat adanya lubang bekas tercabutnya serat (*pull out*), ini menunjukkan bahwa masih adanya kegagalan pada komposit. Hasil uji SEM spesimen C (Gambar 4.16) menunjukkan adanya cacat berupa void dan *debonding*, namun dikarenakan banyaknya komposisi serat yang digunakan, membuat pembebanan yang diterima komposit menyebar pada setiap serat sehingga nilai kuat tarik dari spesimen C menjadi lebih tinggi dibanding spesimen A dan B.

4. Kesimpulan

1. Hasil pengujian keausan, kekerasan dan tarik menunjukkan bahwa penambahan fraksi volume serat nanas meningkatkan nilai keausan, nilai kekerasan dan juga meningkatkan kuat tarik dari komposit serat nanas/epoksi.

2. Hasil pengujian SEM menunjukkan bahwa ikatan antara matriks dan *filler* yang terbentuk relatif kuat dan distribusi *filler* cukup merata, namun masih banyak *void* yang terbentuk akibat udara yang terjebak karena penekanan yang kurang baik, serta masih adanya *debonding* sehingga membuat sifat mekanis material komposit tersebut menurun.
3. Dari *point* 1 dan 2, dapat disimpulkan bahwa komposit serat nanas/epoksi yang paling optimum pada penelitian ini ada pada variasi spesimen A dengan perbandingan *filler* serat nanas, serbuk kuning dan MgO 50/30/20 (%). Spesimen variasi A memiliki nilai keausan dan nilai kekerasan yang paling mendekati pembanding, serta memiliki nilai modulus elastisitas tertinggi, sehingga ditinjau dari sifat mekanisnya (keausan, kekerasan, dan kuat tarik) komposit serat nanas/epoksi berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan alternatif kampas rem. Namun, perlu adanya tinjauan lebih lanjut terkait sifat mekanis lainnya (uji geser dan koefisien gesek) agar didapat hasil komposit serat nanas/epoksi yang mendekati standar kampas rem yang ada di pasaran.

Daftar Pustaka

- Hadiati, S., & Indriyani, N. P. (2008). *Petunjuk Teknis Budidaya Nenas*. Solok: Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika. pp 42-44
- Matthews, F. L., & Rawlings, R. D. (1994). *Composite Materials: Engineering and Science*. Chapman & Hall. pp 105-107.
- Prasetyo, D., Estriyanto, Y., & Harjanto, B. (2013). Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Bahan Gesek Alternatif Kampas Rem Sepeda Motor. *Nosel Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, vol. 1, no. 4. pp 1-8.
- Purboputro, P. I. (2016). Pengembangan Bahan Kampas Rem Sepeda Motor dari Komposit Serat Bambu Terhadap Ketahanan Aus pada Kondisi Kering dan Basah. *ISSN*, vol. 17, pp 1-5..
- Setiawan, A. A., Shofiyan, A., & Syahbanu, I. (2017). Pemanfaatan Limbah Daun Nanas (*Ananas comosus*) Sebagai Bahan Dasar Arang Aktif Untuk Adsorpsi Fe(II). Vol 6, no. 3, pp. 66-74.
- Swamidoss, V. F., & Prasanth. (2015). Fabrication and Characterization of Brake Pad Using Pineapple Leaf Fiber (PALF). *International Journal of Research In Computer Applications and Robotics*, Vol. 3, pp 107-111.