

Pengaruh Penambahan Jenis Mikropartikel *Filler* Terhadap Sifat Mekanis Komposit Kenaf/Epoksi

Ryan Mahendra P^a, Harini Sosiati^b, Cahyo Budiyanoro^c

^a Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

JL. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183

ryan.mahendra.2014@ft.umy.ac.id

e-mail: ryan.mahendra.2014@ft.umy.ac.id

Intisari

Komposit merupakan salah satu material yang banyak digunakan pada bidang keteknikan. Ini dikarenakan komposit memiliki sifat ringan dan relatif kuat. Serat alam digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan ketangguhan dan kekakuan komposit, namun serbuk juga dapat digunakan sebagai bahan penguatnya. Kenaf alkalisasi dengan merendam serat dalam 6% NaOH selama 4 jam pada suhu ruangan. Panjang serat 6mm yang memuat 20% dan 10% mikropartikel *filler* difabrikasi menggunakan mesin press dingin dengan tekanan 600 psi pada suhu ruangan selama 7 jam. Variasi serbuk mikropartikel 400 mesh (CaCO_3 , Serbuk cangkang telur bebek, Serbuk limbah *coating*). Pengujian mekanis mengacu pada standar ASTM D6110-04 untuk uji impak. Pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada permukaan patahan dilakukan pada spesimen yang telah diuji impak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit kenaf/epoksi dengan penambahan mikropartikel serbuk CaCO_3 memiliki ketangguhan impak terbesar dengan nilai $513 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$. Nilai ketangguhan terkecil impak dengan nilai $363 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ untuk penambahan jenis mikropartikel serbuk limbah *coating*. Penambahan jenis mikropartikel serbuk CaCO_3 ke dalam komposit kenaf/epoksi lebih efektif sebagai bahan penguat komposit dibandingkan dengan penambahan jenis mikropartikel serbuk cangkang telur bebek dan serbuk limbah *coating*.

Kata kunci: Kenaf, alkalisasi, CaCO_3 , Serbuk limbah *coating*, SEM

1. PENDAHULUAN

Serat alam mulai dilirik sebagai bahan penguat komposit karena ringan, relatif murah, ramah lingkungan, mempunyai kekuatan mekanis tinggi. Perkembangan komposit serat alam meningkat setiap tahunnya dan diaplikasikan untuk berbagai kebutuhan manusia, diantaranya industri otomotif, aerospace dan perangkat biomedis. Jenis serat alam yang berpotensi untuk aplikasi dibidang industri otomotif adalah Kenaf (*Hibiscus cannabius L*) karena memiliki keunggulan seperti mampu teruraikan, densitas rendah, *nonabrasive* selama pemrosesan dan ramah lingkungan (Nishino, 2003)

Material penguat untuk komposit biasanya dalam bentuk serat, tapi serbuk juga bisa digunakan sebagai bahan penguatnya, baik itu serbuk logam maupun non logam (Utomo, 2016). Salah satu contoh serbuk non logam yaitu berasal dari cangkang telur bebek. Serbuk cangkang telur bebek dipilih karena ketersediaannya yang melimpah dan dapat meningkatkan ketangguhan impak dan sifat keausan. Felicio dkk (2000) dan Prabakaran dkk (2005) telah melakukan penelitian tentang memanfaatkan limbah cangkang telur ayam dan bebek sebagai sumber kalsium (Ca) karena cangkang telur mengandung (94-97%) CaCO_3 . Pemakaian CaCO_3 sebagai *filler* dalam industri polimer mencapai hingga 700 juta ton/tahun karena harganya relatif murah, tidak beracun, memiliki titik leleh yang tinggi, bersifat inert, dan dapat mengontrol sifat reologi polimer yang dihasilkan (Zebarjad dkk, 2007). Serbuk *coating* telah banyak digunakan oleh industri maupun peneliti guna

membuat suatu material logam menjadi tahan lama, tahan panas, kualitas tinggi, dan tampilan menarik (Forgesen, 2006).

Penelitian tentang kenaf/*epoxyresin* pernah dilakukan oleh Fauzi dkk (2016). Perdana (2016) meneliti penambahan CaCO_3 sebagai penguat bahan green composite pada body kendaraan. Utomo (2016) meneliti tentang komposit matrik epoksi diperkuat serbuk cangkang telur itik untuk roda gigi transporter pada mesin bubut. Sudirman (2012) tentang sifat mekanis dari biokomposit limbah polipropilen/kenaf dengan variasi penambahan nano CaCO_3 , *Diammonium Phosphate* dan *Natrium Polyphosphate*. Penelitian komposit serat kenaf pada komposit epoksi/kenaf sudah dilakukan, namun untuk penelitian penambahan serbuk mikropartikel belum dilaporkan. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai komposit serat kenaf dengan matrik epoksi dan ditambahkan serbuk mikropartikel. Pemilihan dengan penambahan serbuk mikropartikel karena bahannya yang relatif murah dan mampu dimanfaatkan guna untuk meningkatkan sifat mekanis.

2. METODE

2.1 Preparasi Serat

Serat kenaf yang digunakan dalam penelitian ini telah diberi perlakuan (treated kenaf). Serat kenaf alkalisasi dalam larutan NaOH 6% pada temperatur ruangan selama 4 jam. Serat kenaf alkalisasi yang sudah dikeringkan dipotong 6mm. Matriks Epoksi disiapkan dengan perbandingan dengan *hardener* 1:1. Serbuk mikropartikel diayak menggunakan ayakan 400 mesh. Serbuk yang telah lolos ayakan 400 mesh lebih mudah untuk terdispersi pada serat dan matriks. Perhitungan serat menggunakan fraksi volume serat 20%, serbuk mikropartikel 10%, dan matriks 70%. Volume mengikuti cetakan spesimen yang mengacu pada standar ASTM D6110-04 untuk uji impak. Serbuk CaCO_3 , Serbuk cangkang telur bebek, dan Serbuk limbah *coating* merupakan variasi yang digunakan dalam penelitian ini.

2.2 Pembuatan Komposit

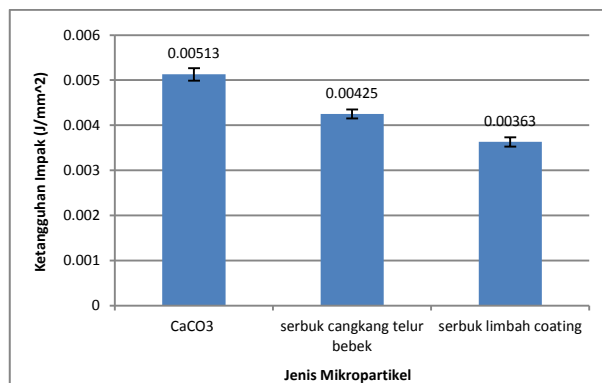
Komposit yang dibuat dari serat kenaf, serbuk mikropartikel yang telah lolos ayakan 400mesh, dan matriks yang sudah dihitung dan ditimbang. Menggunakan metode hand lay-up ditekan menggunakan alat *cold press* dengan tekanan 600 psi selama 7 jam dalam temperatur ruangan. Ada tiga variasi komposit yang dibuat, yaitu kenaf/ CaCO_3 , kenaf/serbuk cangkang telur bebek, dan kenaf/serbuk limbah *coating*. Spesimen dibuat satu jenis, untuk pengujian impak mengacu pada standar ASTM D6110-04.

2.3 Uji Mekanis dan Karakterisasi

Pengujian impak dilakukan mengacu pada standar ASTM D6110-04 yang dimana spesimen diberi *v-notch*. Pembuatan *v-notch* dimaksudkan agar terjadi konsentrasi patahan pada takikan yang berbentuk lancip dan akan terjadinya *triaxial stress*. *triaxial stress* ini sangat penting apabila tidak adanya notch maka akan terjadinya deformasi plastik dan material akan menjadi getas. Pengujian mekanis dilakukan pada semua spesimen yang telah difabrikasi. Pengujian impak dilakukan mengacu pada standar ASTM D6110-04 menggunakan alat Zwick Hit 5.5P di Akademi Teknik Mesin Industri Surakarta (ATMI) dengan beban pendulum 1.8N, jarak pendulum kepusat rotasi 0.33m. lima sampel untuk setiap variasi telah diuji. Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Pengujian Mekanis



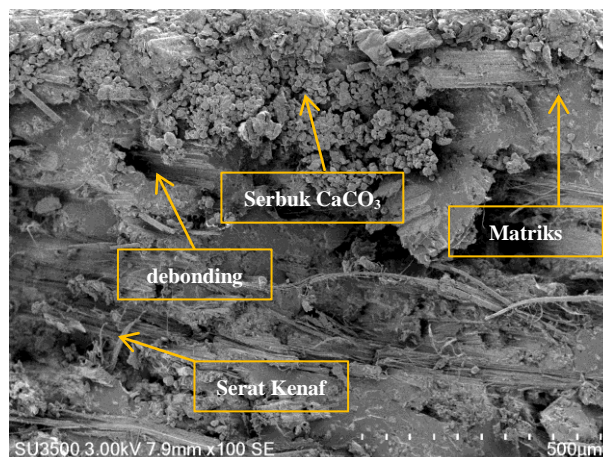
Gambar 3.2 Grafik ketangguhan impact terhadap jenis mikropartikel

Dari Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 terlihat bahwa hasil pengujian impact dan tarik komposit kenaf/epoksi dengan penambahan jenis mikropartikel CaCO₃ memiliki nilai ketangguhan impact yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit kenaf/epoksi dengan penambahan jenis mikropartikel serbuk cangkang telur bebek maupun dengan penambahan jenis mikropartikel serbuk limbah *coating* dengan nilai masing-masing 0.00513 J/mm², 0.00423 J/mm², dan 0.00363 J/mm². Hal ini membuktikan bahwa penambahan serbuk CaCO₃ sangat mempengaruhi ketangguhan impact dan membuat komposit menjadi lebih kuat dan kaku yang dikarenakan ikatan yang baik antara matriks dengan CaCO₃ dibandingkan dengan seratnya. Sesuai hasil penelitian oleh Adeosum dkk (2013) melaporkan penambahan kalsium karbonat (CaCO₃) pada komposit akan meningkatkan sifat mekanis komposit.

3.2 Analisis SEM

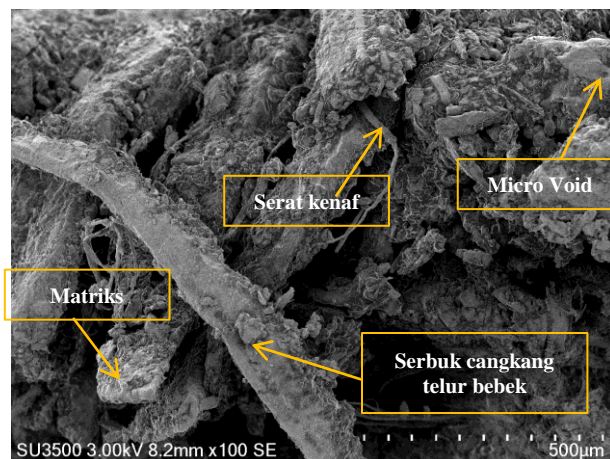
Untuk mengetahui morfologi dan struktur patahan dari hasil uji impact maka dilakukan karakterisasi pada hasil patahan tersebut dengan uji SEM.

3.2.1 Permukaan Patahan Komposit



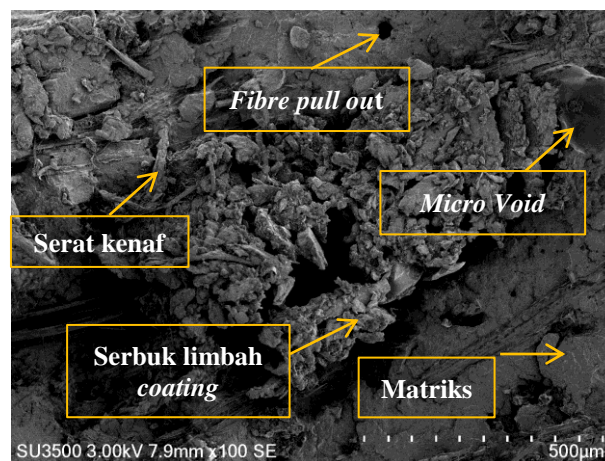
Gambar 3.3. Struktur patahan komposit epoksi/kenaf dengan penambahan CaCO₃

Struktur patahan komposit Eposki/kenaf dengan penambahan CaCO₃ Gambar 3.3. menunjukkan terdapat debonding dengan jarak antara serat dengan matriks cukup besar karena perbedaan sifat kedua material. Masih terdapat serbuk CaCO₃ yang mengumpul dibagian atas yang dikarenakan durasi saat proses pengadukan kurang lama. Tetapi ikatan antara serat dengan matriks dan serbuk dengan matriks dikatakan baik. Penambahan serbuk CaCO₃ dapat mengatasi kekurangan dari komposit serat kenaf dan matriks epoksi. Terbukti dengan hasil ketangguhan impact dan nilai kekerasan memiliki nilai yang paling optimal.



Gambar 3.4. Struktur patahan komposit epoksi/kenaf dengan penambahan serbuk cangkang telur bebek

Struktur patahan komposit Eposki/kenaf dengan penambahan serbuk cangkang telur bebek Gambar 3.4. menunjukkan ikatan antar matrik dengan *filler* sudah baik, hal tersebut dikarenakan kandungan serbuk telur bebek yang mengandung $\pm 94\%$ CaCO_3 sehingga sifat ikatan serbuk cangkang telur bebek dikatakan sama dengan serbuk CaCO_3 murni. Menurut penelitian Utomo (2016) melaporkan bahwa dengan penambahan serbuk cangkang telur bebek dapat mempengaruhi ketangguhan impact suatu komposit. Meskipun ikatan antar matrik dengan filler dikatakan baik, tetapi kerapatan antara matrik dengan filler tidak sebaik dengan serbuk CaCO_3 murni. Hal tersebut akan mempengaruhi sifat mekanis mekanisnya, sebagaimana komposit dengan penambahan serbuk CaCO_3 memiliki nilai ketangguhan impact yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit penambahan serbuk cangkang telur bebek. Gambar 3.4 masih terdapat *micro void*, hal tersebut dikarenakan ada udara yang terjebak saat proses fabrikasi.



Gambar 3.5. Struktur patahan komposit epoksi/kenaf dengan penambahan serbuk limbah *coating*

Dari citra SEM pada gambar 4.9 menunjukkan tidak adanya ikatan yang bagus antara matrik dengan *filler* (serat). Dapat diketahui serbuk limbah *coating* lebih cenderung berikatan dengan matrik sehingga sedikit matrik yang berikatan dengan serat. Hal inilah yang menyebabkan tidak adanya ikatan yang bagus antara matrik dengan *filler*. Sehingga mengakibatkan sifat ketangguhan impact dan kekerasan komposit ini rendah. Cacat berupa *micro void* berupa ruang kosong didalam komposit yang terjadi karena udara terjebak saat proses fabrikasi. *Fibre pull out* pun terdapat komposit ini (serat tertarik keluar) yang dikarenakan ikatan serat dengan matrik kurang baik. Hasil uji SEM ini sesuai dengan sifat mekanis yang dihasilkan, dimana nilai ketangguhan impact dan kekerasan pada komposit adalah yang terendah dan dapat dikatakan pemanfaatan serbuk limbah *coating* ini belum efektif digunakan sebagai *filler* komposit.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan jenis mikropartikel CaCO_3 sangat berpengaruh pada hasil ketangguhan impact. Hal ini dikarenakan sifat CaCO_3 memiliki ikatan yang baik dengan matriks.
2. Hasil SEM menunjukkan bahwa ikatan antara matriks dengan *filler* relatif kuat tetapi lain hal dengan variasi penambahan serbuk limbah *coating*. Namun masih banyak *micro void* yang terbentuk akibat udara yang terjebak saat proses fabrikasi, serta masih adanya *debonding* yang menyebabkan sifat mekanis material komposit menurun.
3. Hasil ketangguhan impact yang paling optimal yaitu pada variasi penambahan serbuk CaCO_3 sebesar 0.00513 J/mm^2

REFERENCES

- Adeosun, S.A., Usman, M. A., Ayola, W. A., & Bodude, M.A (2013). *Physico Mechanical Responses of Polypropylene-CaCO₃ Composite*. *Journal of Materials and Materials Characterization and Engineering*, pp. 145-152.
- American Society for Testing and Materials-ASTM.ASTM D6110-04: *standard test method for determining the chsrpy impact resistance of notched specimens of plastics*. West Conshohocken: ASTM International; 2004.
- Fauzi, F., Hazalli, Z., & Siregar, J. (2016). *Effect of Various Kenaf Fibre Content on the Mechanical Properties of Composites*. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, Vol. 10, pp. 2226-2233.
- Felicio, G. (2000). *Calcium Phosphate Biomaterials from Marine Algae, Hydrothermal Synthesis and Characterisation*. *Journal of Quimica Nova*, vol. 23: 41-445.
- Nishino, T., Rirao, K., Kotera, M., Nakamae, K., Inagaki, R. (2003). *Kenaf Reinforced Biodegradable Composite*. *Composite Science and Technology*, Vol. 63, pp: 1281-1286.
- Perdana, M., Perdana, R. (2016). Pengaruh Fraksi Volume Penguat Terhadap Kekuatan Lentur *Green Composite* Untuk Aplikasi Pada Bodi Kendaraan. *Jurnal IPTEKS Terapan*, Vol. 8, pp, 1-9.
- Prabakaran K., Balamurugan A., Rajeswari S. (2005). *Development of Calcium Phosphate based Apatite from Hen's Eggshell*. *Journal of Bull. Mater. Sci*, 28: 115-119.
- Sosiati, H., Widyorini, R (2014). *Properties of the Treated/Polypropylene (PP) Composite*. *Advanced Materials Research*, Vol. 896, pp 566-569
- Sudirman., Almanar, i., Astasari, N. (2012). *Mechanical Properties of Bio-Composites Waste Polypropylene/Kenaf Fibre Containing Nano CaCO₃ with Diammonium Phosphate*. *Procedia Chemistry*, Vol. 4. 282-287
- Utomo, M., Rustana, S. (2016). Analisa Sifat Mekanis Komposit Metrik Epoksi Diperkuat Serbuk Cangkang Telur Titik untuk Roda Gigi Transportir Pada Mesin Bubut. *Jurnal Rekayasa Mesin.*, Vol. 12. pp. 1-7
- Zebarjad, S.M., Abdolkarim, M., Tahani, M. (2007). A Study on Thermal Behaviour of HDPE/CaCO₃ NanoComposites. *Journal of achievements in Material and Manufacturing Engineering*, vol 17, pp. 173-176.

