

PENGARUH UKURAN PARTIKEL SILICA FUME TERHADAP SIFAT TARIK dan DAYA SERAP AIR KOMPOSIT HIBRID EPOKSI/KENAF/SILICA FUME

Ilham alwi Khunaefi^a, Harini Sosiati^b, Sudarisman^c

^a Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183

e-mail: ilhamalwikhunaefi@gmail.com

Intisari

Komposit serat alam kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) sebagai bahan penguat/pengisi (*filler*) sudah banyak dikembangkan sebagai bahan untuk aplikasi pada bidang otomotif, khususnya dalam pembuatan interior panel pada mobil. Namun komposit berpenguat serat alam mempunyai kekuatan mekanis yang masih cenderung lebih rendah dibandingkan dengan komposit berpenguat serat sintesis, sehingga perlu penambahan pengisi lain supaya kekuatan mekanisnya bertambah. Salah satunya dengan penambahan partikel mikrosilika atau yang dikenal dengan sebutan *silica fume*. Pada penelitian ini serat kenaf yang digunakan merupakan serat mentah tanpa perlakuan dengan panjang serat kenaf yang digunakan ± 6 mm, dan perbandingan volume matriks dan serat adalah 73:25 vol%. Penambahan *silica fume* yaitu sebesar 2 vol% dengan variasi ukuran partikel *silica fume* yang berbeda-beda yaitu sebesar 0,1-150 μm , 74 μm , dan 37 μm . Fabrikasi komposit dengan metode serat acak satu lapisan menggunakan mesin *cold press molding* dengan tekanan terukur 8 MPa pada temperatur ruangan selama 24 jam. Pengujian mekanis yang dilakukan adalah uji tarik yang mengacu pada standar ASTM D638-01 dan uji daya serap air yang mengacu standar ASTM D570-98 dengan waktu perendaman 48 jam. Patahan komposit hasil uji tarik dikarakterisasi menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM) untuk mengetahui struktur mikro dan foto makro menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui persebaran serat pada komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *silica fume* 2 vol% meningkatkan kekuatan mekanis komposit epoksi/kenaf. Komposit epoksi/kenaf dengan penambahan partikel *silica fume* yang berukuran 37 μm mempunyai kekuatan tarik yang paling tinggi dan mempunyai daya serap air terendah daripada yang berukuran 74 μm dan 0,1-150 μm . Nilai kekuatan tarik epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 37 μm sebesar 64,1 MPa dan nilai modulus elastisitas 6,6 GPa serta persentase daya serap air untuk *thickness swelling* sebesar 5,72-7,23% dan *increase weight* sebesar 4,97-8,28% dalam waktu 0-48 jam. Komposit epoksi/kenaf dengan penambahan 2 wt% partikel *silica fume* berukuran 37 μm dapat menambah kekuatan mekanis yang lebih optimal jika dibandingkan partikel *silica fume* yang berukuran 74 μm dan 0,1-150 μm .

Kata Kunci: Kenaf, Epoksi, *Silica Fume*, Uji tarik, Uji daya serap air, SEM.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini semakin memicu penelitian untuk menghasilkan material yang sebagian mudah terurai (*biodegradable*) apabila material tersebut sudah tidak digunakan atau sudah menjadi sampah. Serat alam merupakan salah satu material yang dapat terurai (*biodegradable*) dan dapat digunakan sebagai bahan penguat komposit (Gowthami dkk., 2013). Serat alam merupakan serat yang mempunyai sifat ramah lingkungan, mudah dibudidayakan, tidak beracun, harganya murah, densitasnya rendah serta mempunyai kekuatan mekanis yang relatif tinggi seperti serat kenaf, serat sisal, serat ijuk dan lainnya (Mallik, 2007).

Komposit merupakan material yang tersusun dari sedikitnya dua macam material yang memiliki sifat yang berbeda yakni sebagai pengisi atau material penguat dan matriks sebagai material pengikatnya (Elmarakbi, 2014). Pada era sekarang telah banyak dikembangkan material komposit berpenguat serat alam untuk aplikasi industri otomotif, contohnya *roof inner panel*, *seat back*, *door inner panel* dll.

Polimer termoset seperti *epoxy*, *vinylester*, dan *polyester* pada umumnya digunakan sebagai matriks *continuous* dan *long fibers reinforced composites*, karena mudah dalam proses pembuatannya dan memiliki viskositas rendah. Sedangkan matrik termoplastik seperti PP (*polypropylene*), PVC (*polyvinyl chloride*), LDPE (*low density polyethylene*) dan HDPE (*high density polyethylene*) pada umumnya digunakan sebagai matriks *short fibers reinforced composites*. Namun seiring dengan perkembangan teknologi komposit yang sangat pesat, dapat dikembangkan *short fibers reinforced composites* bermatriks polimer termoset atau *Long fibers reinforced composites* bermatriks termoplastik (Mallick., 2007). Epoksi merupakan salah satu matriks polimer termoset terbaik yang sering digunakan dalam pengembangan material komposit karena mempunyai nilai densitas yang rendah, modulus elastisitas dan kekuatan tarik yang tinggi, serta mempunyai kadar air yang rendah dan mudah dalam fabrikasinya (Faruk dkk., 2012).

Kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) merupakan jenis tanaman yang dapat tumbuh sepanjang musim, mempunyai nilai ekonomis yang rendah, mempunyai kekuatan mekanik tinggi, densitasnya rendah, serta mudah dibudidayakan. Komposit berpenguat serat kenaf telah diproduksi oleh industri global, salah satunya diproduksi oleh perusahaan Toyota Motor Corporation yang diantaranya menghasilkan *composite board* atau panel otomotif (Yusoff, 2015). Namun, *composite board* yang diperkuat serat kenaf mempunyai kekurangan, yaitu kekuatan mekanisnya masih cenderung lebih rendah dibandingkan dengan komposit berpenguat serat sintesis, sehingga perlu penambahan pengisi lain supaya kekuatan mekanisnya bertambah. Salah satunya dengan penambahan partikel mikrosilika atau yang dikenal dengan sebutan *silica fume*.

Penelitian tentang komposit yang menggunakan silika sebagai bahan pengisinya (*filler*) telah dilaporkan oleh Zhang dkk. (2011) yaitu melakukan penelitian tentang pengaruh kombinasi *polypropylene* dan *silica fume* terhadap sifat mekanis pada komposit beton yang mengandung abu terbang dengan menggunakan fraksi volume *silica fume* berbeda yaitu 0, 3, 6, 9, dan 12 wt%. Yusmaniar dan Suryani (2012) melakukan penelitian tentang pemanfaatan silika dari sekam padi pada komposit poliester/silika dengan variasi ukuran partikel silika diayak 60 mesh, 230 mesh, 400 mesh. Khater (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh *silica fume* pada karakterisasi bahan *geopolimer* dengan persentase volume *silica fume* sebesar 1-10 wt%. Gowthami dkk. (2013) melakukan penelitian pengaruh penambahan silika pada sifat termal dan mekanik komposit serat sisal/silika bermatriks *polyester* dengan ukuran partikel silika yaitu 10 μm dan penambahan volume silika sebesar 5%. Bajuri dkk. (2016) meneliti sifat lentur dan kompresi komposit hibrid *kenaf/nanosilica/epoxy* dengan volume *nanosilica* sebesar 0, 0,5, 2, 3, dan 4%. Bozkurt dkk. (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh *nanosilica* terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending pada komposit hibrid laminasi *glass/epoxy/nanosilica* dengan variasi *nanosilica* sebesar 0, 1, 1,5, 2, dan 3%.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaporkan, penelitian komposit serat alam yang dihibrid menggunakan silika sebagai bahan pengisi dengan variasi ukuran partikel silika belum banyak dilaporkan. Pada penelitian ini telah dibuat komposit hibrid dengan matriks epoksi berpenguat serat kenaf dan *silica fume* yang difabrikasi menggunakan mesin press dingin (*cold press molding*) dengan variasi ukuran partikel *silica fume* tanpa diayak (0,1-150 μm), diayak 200 mesh (74 μm), diayak 400 mesh (37 μm), serta tanpa menggunakan *silica fume* sebagai pembanding. Untuk fraksi volume epoksi/kenaf/*silica fume* dibuat tetap yaitu sebesar 72:25:2%, serta ukuran panjang serat kenaf ± 6 mm. Selanjutnya uji mekanis yang dilakukan pada spesimen komposit tersebut adalah uji tarik. Sedangkan untuk uji fisis yang dilakukan pada spesimen komposit tersebut adalah uji daya serap air dan uji mikro patahan hasil uji tarik untuk mengetahui korelasi antara kekuatan tarik komposit dan struktur mikro permukaan patahan yang diamati dengan menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Preparasi Serat

Serat alam yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat kenaf tanpa perlakuan kimia (mentah). Serat kenaf dicuci menggunakan aquades dan dikeringkan pada mesin pengering serat. Serat Kenaf yang sudah dikeringkan kemudian dipotong dengan panjang 6 mm.

2.2 Preparasi Silica Fume

Silica fume yang digunakan dalam penelitian ini memiliki variasi ukuran partikel yang berbeda yaitu dengan ukuran 0-150 μm , 74 μm dan 37 μm . Untuk mendapatkan variasi ukuran tersebut, *silica fume* sebelumnya diayak terlebih dahulu.

2.3 Fabrikasi Komposit

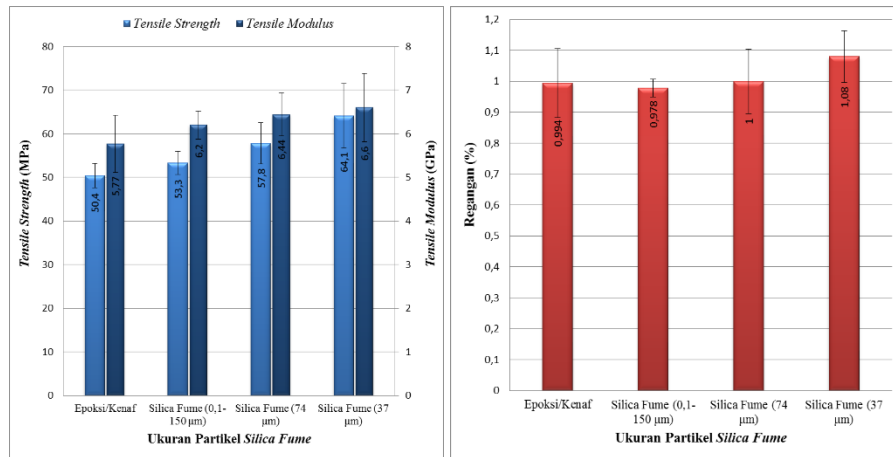
Pembuatan spesimen komposit menggunakan metode *hand lay up* dengan orientasi serat pendek yang disusun secara acak dan ditekan menggunakan mesin *cold press molding* selama 24 jam dengan tekanan terukur sebesar 8 MPa. Ukuran spesimen komposit mengacu pada ukuran standart spesimen untuk pengujian tarik yaitu standart ASTM D638-01 dan pengujian daya serap air dengan menggunakan standart ASTM D570-98. Spesimen komposit dibuat dari 3 bahan yaitu epoksi sebagai pengikat (matriks), serat kenaf dan partikel *silica fume* sebagai pengisi (*filler*), sedangkan perbandingan fraksi volume antara epoksi/kenaf/*silica fume* adalah 73%/25%/2%.

2.4 Uji Mekanis dan Karakterisasi

Pengujian mekanis dilakukan pada semua spesimen yang telah difabrikasi Pengujian tarik dilakukan dengan mengacu pada standart ASTM D638-01 menggunakan alat Zwick/Roell Z020 di Lab. Material ATMI dengan pre-load 0,1 MPa, gage length 50 mm, dan test speed pengujian 5 mm/min. Sedangkan pengujian daya serap air dilakukan dengan mengacu pada standart ASTM D570-98. Untuk waktu perendaman sampel pengujian daya serap air dilakukan selama 0-48 jam pada masing-masing variasi dan diukur setiap 12 jam dengan 2 variabel pengukuran yaitu pertambahan berat (*weight gain*) dan pertambahan tebal (*thickness swelling*). Morfologi persebaran serat diamati menggunakan mikroskop optik dan karakterisasi permukaan hasil patahan uji tarik diamati menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

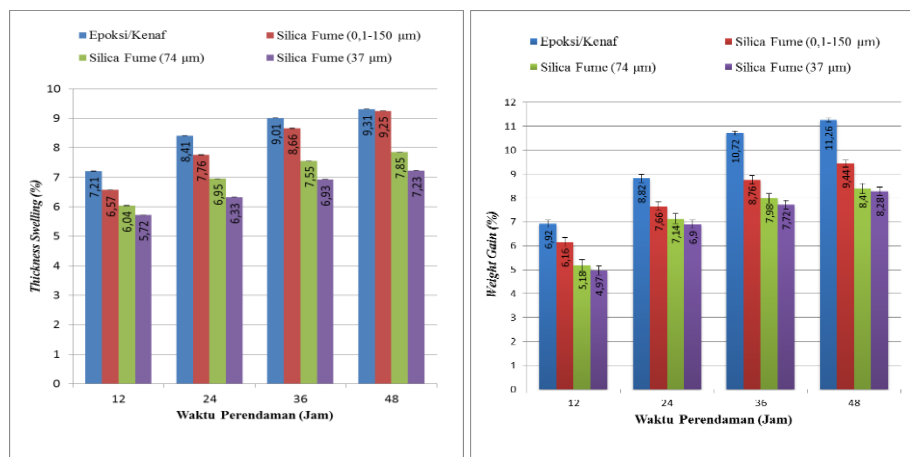
3.1 Sifat Tarik Komposit



Gambar 3.1 Grafik Sifat Tarik Komposit Epoksi/Kenaf/Silica Fume

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 adalah grafik hubungan antara kuat tarik dan modulus elastisitas tarik terhadap ukuran partikel *silica fume*. Hasil pengujian tarik menunjukkan terjadi peningkatan nilai kuat tarik dengan penambahan *silica fume* 2% dan ukuran partikel *silica fume* yang semakin kecil. Nilai kuat tarik tertinggi yaitu pada komposit epoksi/kenaf/*silica fume* yang diayak dengan ukuran 37 µm yaitu sebesar 64,1 MPa. Hal ini disebabkan oleh ukuran partikel yang semakin kecil menyebabkan ikatan yang semakin kuat antara matriks dan *filler* (Nourbakhsh dkk., 2010). Nilai modulus elastisitas juga meningkat dengan semakin kecilnya ukuran partikel *silica fume*. Nilai regangan tarik tertinggi pada komposit epoksi/kenaf/*silica fume* yaitu pada ukuran partikel *silica fume* 37 µm sebesar 1,08%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel *silica fume* semakin besar nilai regangannya serta semakin ulet materialnya, karena semakin kecil ukuran partikel *silica fume* maka akan semakin mudah terdispersi kedalam matriks dan memperlambat pemutusan pada saat dilakukan pengujian tarik (Yusmaniar dan Suryani, 2012). Namun peningkatan nilai regangan tarik komposit tidak signifikan dan mempunyai nilai regangan tarik dengan elongation yang kecil.

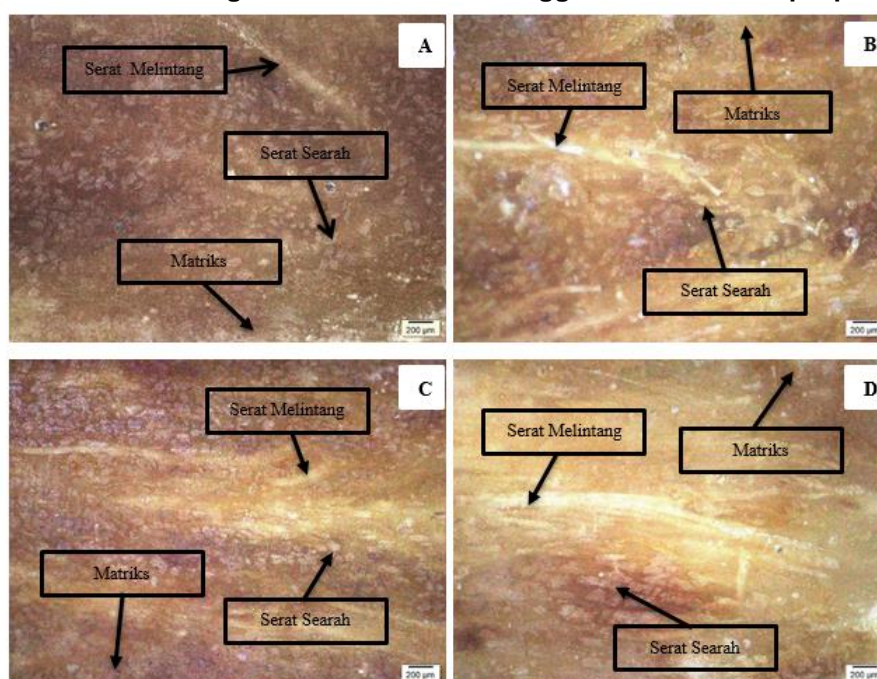
3.2 Daya Serap Air Komposit



Gambar 3.2 Grafik Weight Gain dan Thickness Swelling Akibat penyerapan Air

Dari data pada Gambar 3.2 grafik pertambahan tebal (*thickness swelling*) dan pertambahan berat (*weight gain*) menunjukkan bahwa daya serap air tertinggi yaitu pada variasi spesimen komposit epoksi/kenaf tanpa *silica fume* sedangkan daya serap air terendah yaitu pada variasi spesimen komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 37 μm disetiap waktu perendaman. Hal ini disebabkan karena sifat serat alam (kenaf) yang *hidrofilik* (menyerap air) dan tanpa terhalang oleh partikel *silica fume* akan lebih mudah dalam menyerap air. Penyerapan air akan semakin meningkat karena adanya ikatan matriks dan *filler* yang buruk kemudian mengakibatkan *micro void* akan memungkinkan penyerapan air yang lebih (Shakeri, 2010). Namun, dengan adanya partikel *silica fume* yang ukurannya semakin kecil akan lebih merata untuk menghalangi serat alam (kenaf) dalam menyerap air dan membantu menutupi *micro void*. Daya serap air akan mengakibatkan spesimen komposit bertambah berat dan tebal.

3.3 Foto Makro Morfologi Persebaran Serat menggunakan Mikroskop Optik

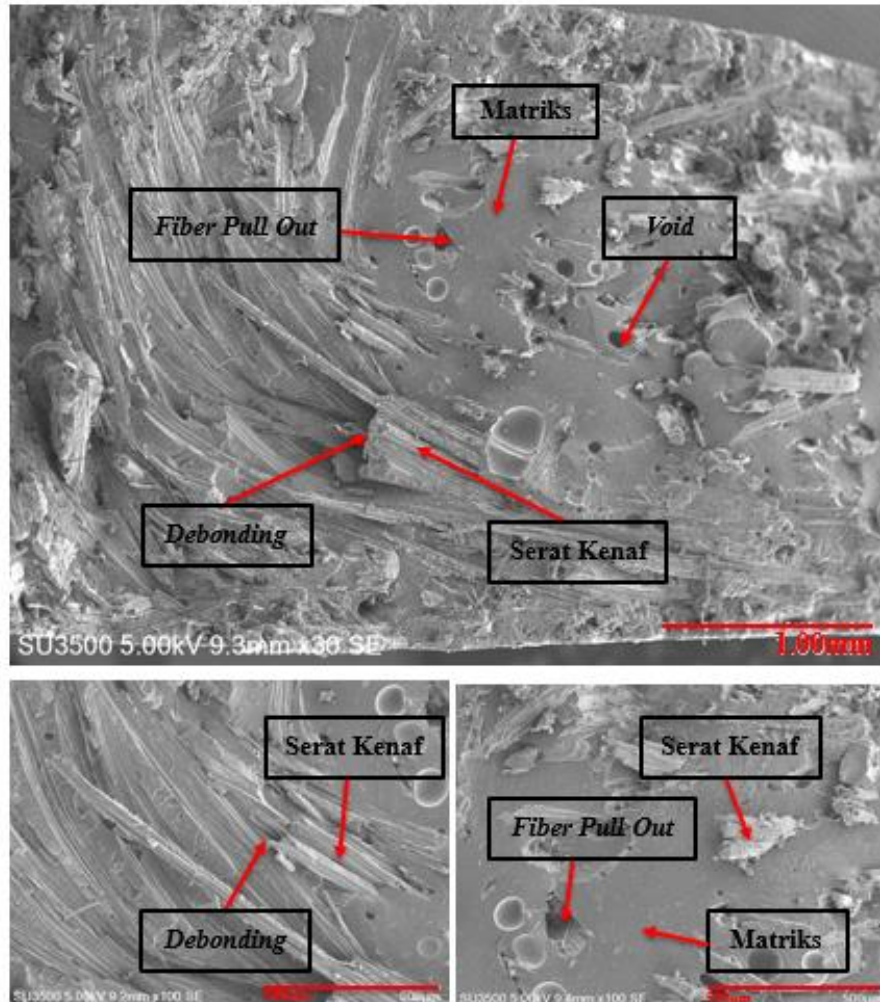


Gambar 3.3 Foto Makro menggunakan Mikroskop Optik (A) Tanpa *Silica fume*; (B) *Silica fume* 0,1-150 μm ; (C) *Silica fume* 74 μm ; dan (D) *Silica fume* 37 μm

Gambar 3.3 adalah foto makro komposit epoksi/kenaf/*silica fume* menggunakan mikroskop optik dilakukan untuk mengamati persebaran serat kenaf dan matriks epoksi. Hasil pada gambar diatas menunjukkan persebaran serat kenaf dari semua variasi komposit kurang merata, dan masih banyak susunan serat kenaf yang tidak searah dengan bentuk cetakan atau melintang. Susunan serat kenaf karena posisinya yang searah dengan bentuk cetakan akan terpotong, sebaliknya serat kenaf yang melintang atau tidak searah dengan cetakan tidak terpotong. Hal ini disebabkan karena pembuatan spesimen komposit menggunakan *hand lay up* dan penyusunan seratnya secara acak. Komposit yang persebaran seratnya merata dan searah akan menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi. Pada Gambar (B), (C), dan (D) mempunyai persebaran serat yang lebih merata dibandingkan dengan Gambar (A), hal ini dapat mempengaruhi kekuatan mekanis yang lebih baik dibanding pada Gambar (A). Dari Gambar foto makro potongan komposit diatas tidak terlihat partikel *silica fume*, hal ini disebabkan ukuran partikel *silica fume*

yang berukuran mikro tidak dapat terlihat oleh mikroskop optik. Pengamatan partikel *silica fume* akan diamati menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM).

3.4 Foto Mikro Patahan Hasil Pengujian Tarik Komposit Menggunakan SEM

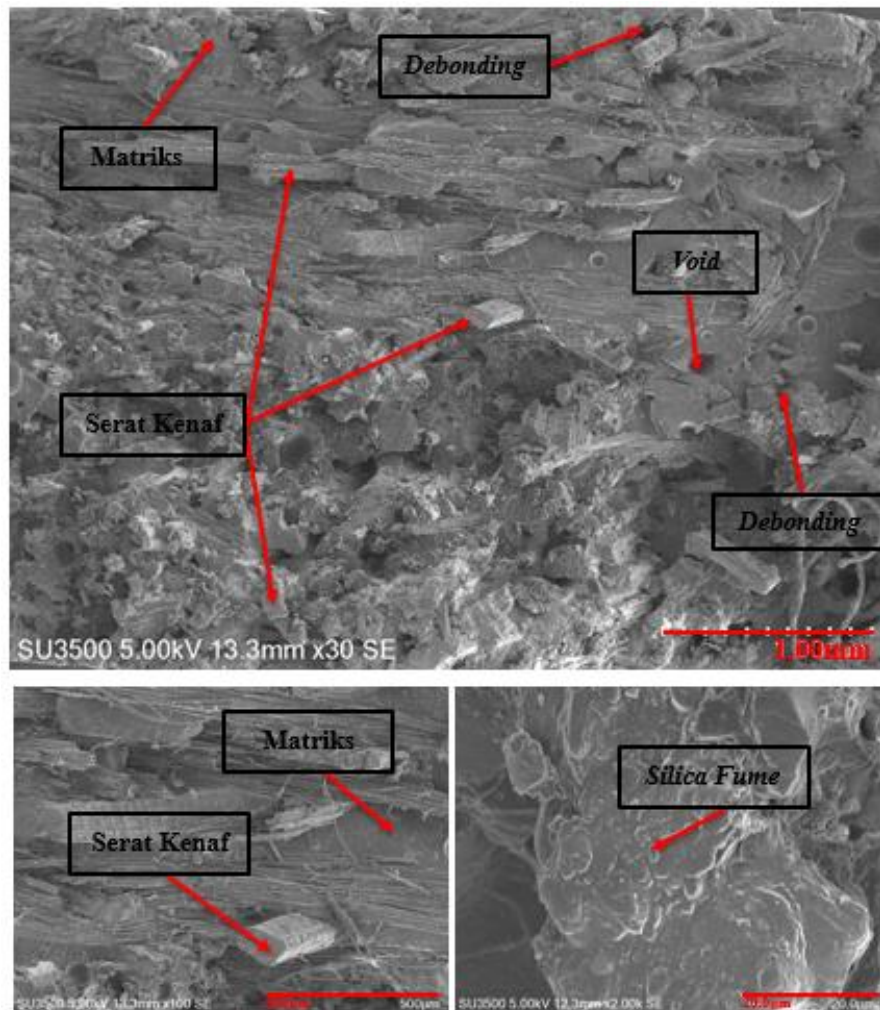


Gambar 3.4 SEM Struktur Patahan Komposit Epoksi/Kenaf

Dari citra SEM Gambar 3.4 struktur patahan komposit epoksi/kenaf tanpa *silica fume* ada ikatan yang tidak bagus (*debonding*) antara matriks epoksi dengan serat kenaf yang mengakibatkan kuat tarik dari komposit rendah. Sifat dari serat alam yang *hidrofilik* (menyerap air) bertolak belakang dengan sifat dari matriks epoksi yang *hidrofobik* (tidak menyerap air). Hal inilah yang menyebabkan *debonding* antara serat kenaf dengan matriks epoksi. Terdapat *micro void* dan *fiber pull out* dari foto patahan komposit epoksi/kenaf tanpa *silica fume* yang mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. Adanya *micro void* karena ketika proses fabrikasi ada udara yang terjebak serta sifat serat kenaf yang *hidrofilik* (menyerap air) yang juga memungkinkan terbentuknya *micro void*.

Menurut Raharjo (2015) ciri-ciri dari ikatan yang kuat antara matriks dengan seratnya yakni tidak adanya *fiber pull out* atau serat yang tertarik keluar ketika adanya pembebanan dan ketika adanya serat yang putus atau patah akibat adanya pembebanan. Hal ini terjadi karena adanya ikatan yang kuat antara matriks dan serat. Dari hasil analisa foto patahan pada Gambar 3.4 komposit epoksi/kenaf tanpa mikrosilika (*silica fume*)

terlihat permukaan patahan komposit halus. Hal ini disebabkan karena tidak adanya partikel *silica fume* yang terdapat pada permukaan patahan komposit.

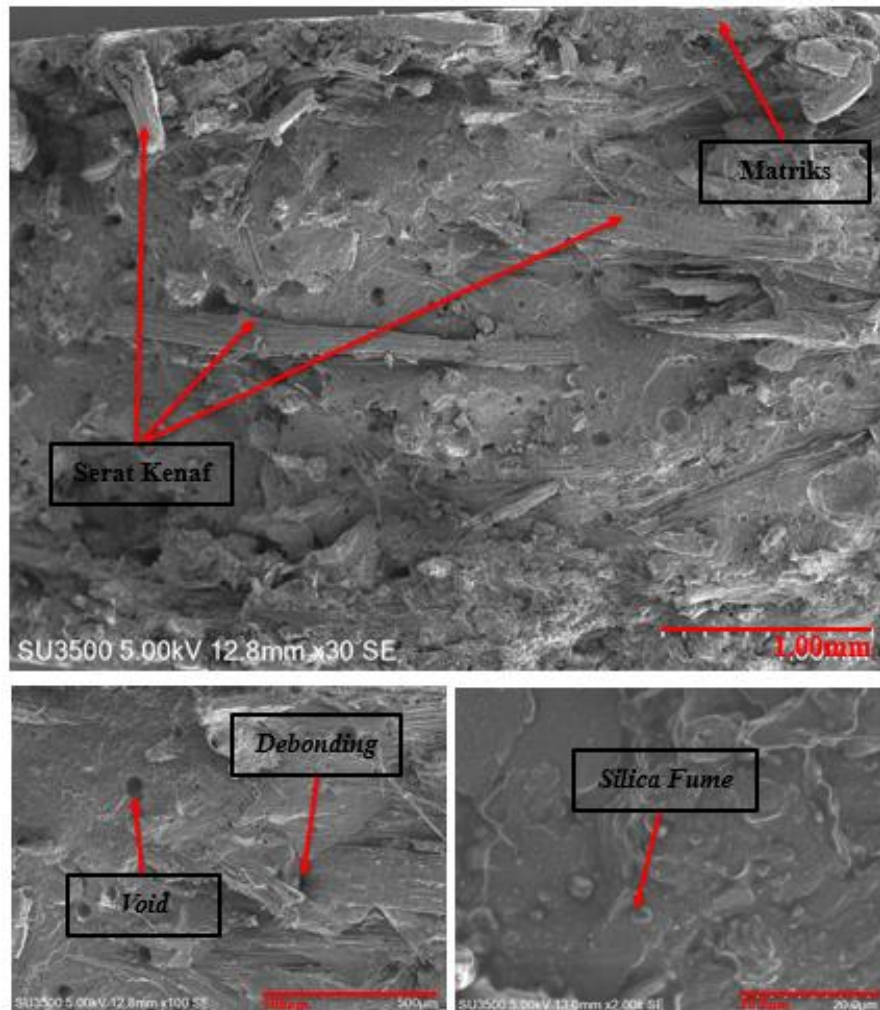


Gambar 3.5 SEM Struktur Patahan Komposit Epoksi/Kempas/*Silica Fume* (0,1-150 μm)

Dari citra SEM Gambar 3.5 struktur patahan komposit epoksi/kempas dengan partikel *silica fume* berukuran 0,1-150 μm ada ikatan yang tidak bagus (*debonding*) antara matriks epoksi dengan serat kempas yang mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. Sifat dari serat alam yang *hidrofilik* (menyerap air) bertolak belakang dengan sifat dari matriks epoksi yang *hidrofobik* (tidak menyerap air). Hal inilah yang menyebabkan *debonding* antara serat kempas dengan matriks epoksi.

Terdapat *micro void* dari foto patahan komposit epoksi/kempas dengan *silica fume* berukuran 0,1-150 μm yang mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. Adanya *micro void* karena ketika proses fabrikasi ada udara yang terjebak serta sifat serat kempas yang *hidrofilik* (menyerap air) yang juga memungkinkan terbentuknya *micro void*. Tidak terdapat *fiber pull out* pada komposit epoksi/kempas dengan *silica fume* berukuran 0,1-150 μm . Menurut Raharjo (2015) ciri-ciri dari ikatan yang kuat antara matriks dengan seratnya yakni tidak adanya *fiber pull out* atau serat yang tertarik keluar ketika adanya pembebanan dan ketika adanya serat yang putus atau patah akibat adanya pembebanan. Hal ini terjadi karena adanya ikatan yang kuat antara matriks dan serat.

Dari hasil analisa foto patahan pada Gambar 3.5 komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 0,1-150 μm terlihat permukaan patahan komposit yang kasar. Hal ini disebabkan karena partikel *silica fume* yang berukuran cukup besar dan sulit terdispersi oleh matriks dan mengakibatkan kuat tarik komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 0,1-150 μm lebih rendah jika dibandingkan dengan komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 74 dan 37 μm . Namun kuat tarik komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* lebih tinggi jika dibandingkan dengan komposit epoksi/kenaf tanpa *silica fume*. Menurut Gowthami dkk. (2013) *silica fume* dapat meningkatkan kuat tarik komposit.



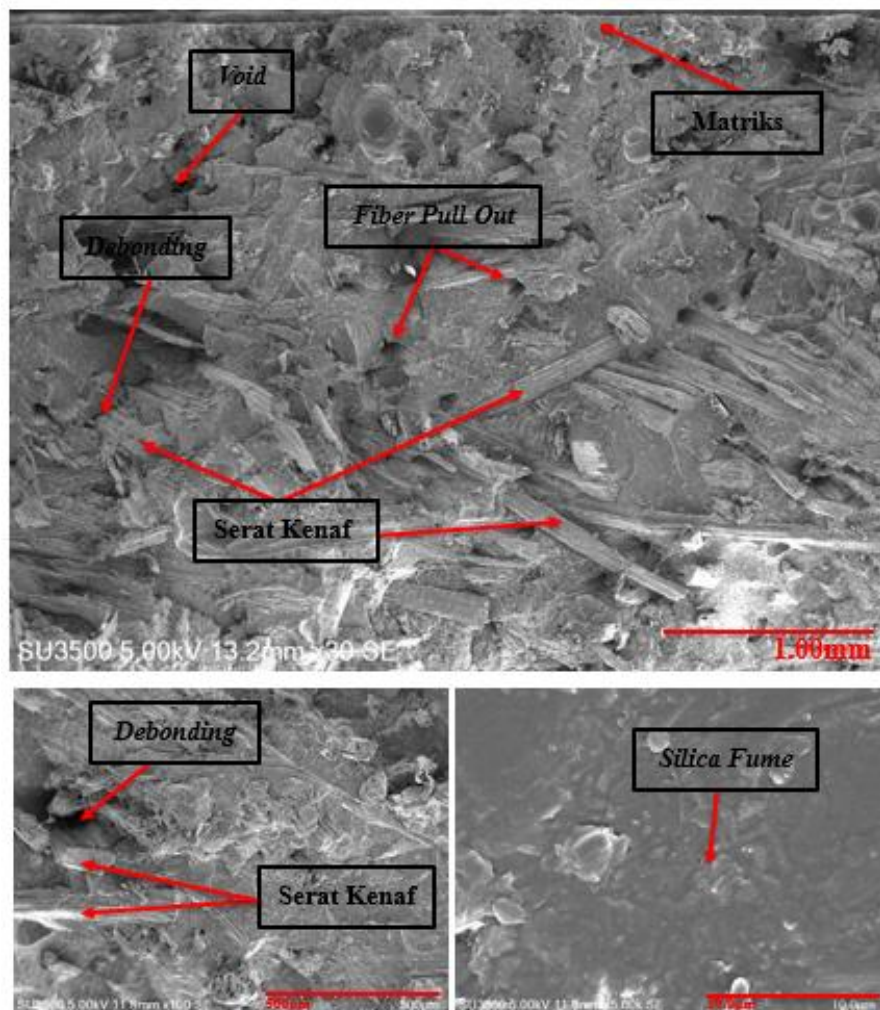
Gambar 3.6 SEM Struktur Patahan Komposit Epoksi/Kenaf/*Silica Fume* (74 μm)

Dari citra SEM Gambar 3.6 struktur patahan komposit epoksi/kenaf dengan partikel *silica fume* berukuran 74 μm ada ikatan yang tidak bagus (*debonding*) antara matriks epoksi dengan serat kenaf yang mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. Sifat dari serat alam yang *hidrofilik* (menyerap air) bertolak belakang dengan sifat dari matriks epoksi yang *hidrofobik* (tidak menyerap air). Hal inilah yang menyebabkan *debonding* antara serat kenaf dengan matriks epoksi.

Terdapat *micro void* dari foto patahan komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 74 μm yang mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. Adanya *micro void* karena ketika proses fabrikasi ada udara yang terjebak serta sifat serat kenaf yang

hidrofilik (menyerap air) yang juga memungkinkan terbentuknya *micro void*. Tidak terdapat *fiber pull out* pada komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 37 μm . Menurut Raharjo (2015) ciri-ciri dari ikatan yang kuat antara matriks dengan seratnya yakni tidak adanya *fiber pull out* atau serat yang tertarik keluar ketika adanya pembebanan dan ketika adanya serat yang putus atau patah akibat adanya pembebanan. Hal ini terjadi karena adanya ikatan yang kuat antara matriks dan serat.

Dari hasil analisa foto patahan pada Gambar 3.6 komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 74 μm terlihat permukaan patahan komposit yang lebih halus dari pada Gambar 3.5 Hal ini disebabkan karena partikel *silica fume* yang berukuran lebih kecil dibandingkan pada Gambar 3.5 Namun *silica fume* berukuran 74 μm masih belum terdispersi secara menyeluruh oleh matriks dan mengakibatkan kuat tarik komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 74 μm lebih rendah jika dibandingkan dengan komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 37 μm . Menurut Yusmaniar dan Suryani (2012) ukuran partikel yang lebih besar memiliki kecenderungan yang lebih besar pula untuk menghalangi kekompakan dari matriks dalam menahan beban yang diberikan sehingga mempercepat proses pemutusan pada saat dilakukan uji tarik, sedangkan hal sebaliknya terjadi pada partikel yang ukurannya lebih kecil, karena mudah terdispersi lebih baik kedalam matriks.



Gambar 3.7 SEM Struktur Patahan Komposit Epoksi/Kenaf/*Silica Fume* (37 μm)

Dari citra SEM Gambar 3.7 struktur patahan komposit epoksi/kenaf dengan partikel *silica fume* berukuran 37 μm ada ikatan yang tidak bagus (*debonding*) antara matriks epoksi dengan serat kenaf yang mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. Sifat dari serat alam yang *hidrofilik* (menyerap air) bertolak belakang dengan sifat dari matriks epoksi yang *hidrofobik* (tidak menyerap air). Hal inilah yang menyebabkan *debonding* antara serat kenaf dengan matriks epoksi.

Terdapat *micro void* dari foto patahan komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 37 μm yang mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. Adanya *micro void* karena ketika proses fabrikasi ada udara yang terjebak serta sifat serat kenaf yang *hidrofilik* (menyerap air) yang juga memungkinkan terbentuknya *micro void*. Terdapat *fiber pull out* pada komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 37 μm . Menurut Raharjo (2015) ciri-ciri dari ikatan yang kuat antara matriks dengan seratnya yakni tidak adanya *fiber pull out* atau serat yang tertarik keluar ketika adanya pembebanan dan ketika adanya serat yang putus atau patah akibat adanya pembebanan. Hal ini terjadi karena adanya ikatan yang kuat antara matriks dan serat.

Dari hasil analisa foto patahan pada Gambar 3.7 komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 37 μm terlihat permukaan patahan komposit yang lebih halus dari pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.6 Hal ini disebabkan karena partikel *silica fume* yang berukuran lebih kecil dibandingkan pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.5. Terlihat pada Gambar 3.7 *silica fume* berukuran 37 μm hampir terdispersi secara menyeluruh oleh matriks dan mengakibatkan kuat tarik komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 37 μm lebih tinggi jika dibandingkan dengan komposit epoksi/kenaf dengan *silica fume* berukuran 74 μm dan 0,1-150 μm . Menurut Yusmaniar dan Suryani (2012) ukuran partikel yang lebih besar memiliki kecenderungan yang lebih besar pula untuk menghalangi kekompakan dari matriks dalam menahan beban yang diberikan sehingga mempercepat proses pemutusan pada saat dilakukan uji tarik. Sedangkan hal sebaliknya terjadi pada partikel yang ukurannya lebih kecil, karena mudah terdispersi lebih baik kedalam matriks.

4. KESIMPULAN

Penambahan *silica fume* sebesar 2% dapat meningkatkan kekuatan mekanis dan fisis pada komposit epoksi/kenaf. *Silica fume* dengan ukuran partikel 37 μm mempunyai kekuatan dan regangan tarik paling tinggi serta daya serap air paling rendah dibandingkan dengan ukuran partikel 74 μm dan 0,1-150 μm . Hasil SEM menunjukkan bahwa partikel *silica fume* berukuran 37 μm lebih mudah terdispersi kedalam matriks dibandingkan partikel *silica fume* yang berukuran 74 μm dan 0,1-150 μm yang mengakibatkan ikatan antara matriks dan *silica fume* lebih kuat. Hal ini akan memperlambat pemutusan saat pengujian tarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book ASTM Standart D638-01. (2001). USA.
- Annual Book ASTM Standart D570-98. (1998). USA.
- Bozkurt, O.Y., Al-Azzawi, W.K., Ozkan, O. (2017) *The Effect of Nanosilica on Tensile and Flexural Behavior of Glass Fiber Reinforced Composite Laminates*. Mechanical Engineering Department, Gaziantep University, Turkey. 5(3).
- Gowthami, A., Ramanaiah, K., Prasad, A.V.R., Reddy, K.H.C., Rao, K.M., Babu, G.S. (2013). *Effect of Silica on Thermal and Mechanical Properties of Sisal Fiber Reinforced Polyester Composites*. JMES Vol. 199-204.
- Nourbakhsh, A., Karegarfard, A., Ashori, A., Nourbakhsh, A. (2010). *Effects of Particle Size and Coupling Agent Concentration on Mechanical Properties of Particulate-filled Polymer Composites*. Journal of Thermoplastic Composite Materials. 23(2), pp.169-174.
- Shakeri, A. & Ghasemian, A., (2010). *Water Absorption and Thickness Swelling Behavior of Polypropylene Reinforced with Hybrid Recycled Newspaper and Glass Fiber*. Application Composite Material (2010) 17:183–193.
- Yusmaniar, & Suryani. (2012). Pemanfaatan Silika dari Sekam Padi pada Komposit Poliester Tek Jenuh-Silika. JRSKT Vol. 2. ISSN: 2302-8467 Hal. 178-181.
- Zhang, P., Li, Q., Zhang, H. (2011). *Combined Effect of Polypropylene Fiber and Silica Fume on Mechanical Properties of Concrete Composite Containing Fly Ash*. Journal of Reinforced Plastics & Composites. Research Gate. 30(16), pp.1349-1358.
- Zykova, A. K., Pantyukhov, P.V., Kolesnikova, N.N., Popov, A.A., Olkhov, A.A. (2015). *Influence of Particle Size on Water Absorption Capacity and Mechanical Properties of Polyethylene Wood-Flour Composite*. AIP Conference Proceedings 1683. (Vol. 1683, No. 1, p. 020242).