

# PENGARUH PENAMBAHAN *SILICA FUME* TERHADAP SIFAT TARIK dan DAYA SERAP AIR KOMPOSIT HIBRID KENAF/*SILICA FUME*/EPOKSI

Giyan Angga Diputra<sup>a</sup>, Harini Sosiati<sup>b</sup>, Sudarisman<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183

e-mail: [angga.giyan@gmail.com](mailto:angga.giyan@gmail.com)

---

## Intisari

Serat alam kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) sebagai bahan penguat/pengisi (*filler*) komposit sudah banyak dikembangkan sebagai bahan untuk aplikasi pada bidang otomotif, khususnya dalam pembuatan interior panel mobil. Keunggulan serat kenaf yaitu harganya murah dan mempunyai kekuatan mekanis yang relatif lebih tinggi dibandingkan serat alam lainnya seperti rami, sabut kelapa, dan sisal. 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* dan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sifat mekanis uji tarik, mengetahui daya serap air serta mengetahui struktur mikronya dan persebaran serat. Serat kenaf yang digunakan adalah serat tanpa perlakuan kimia dengan panjang serat 6 mm, dan ukuran partikel *silica fume* 37  $\mu\text{m}$ . dengan variasi penambahan *silica fume* 1%, 2%, 3%, dan 5%. Fabrikasi komposit dengan metode serat acak satu lapisan menggunakan mesin *cold press molding* dengan tekanan terukur 4 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 mikronya dan foto makro menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui persebaran serat pada komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan partikel *silica fume* berukuran 37  $\mu\text{m}$  meningkatkan kekuatan tarik komposit kenaf/epoksi. Komposit kenaf/epoksi dengan penambahan *silica fume* 2 % menunjukkan kekuatan tarik optimum sedangkan daya serap air terendah ditunjukkan pada penambahan *silica fume* 1%. Nilai kekuatan tarik kenaf/epoksi dengan *silica fume* 2% 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 *weight gain* sebesar 4,97-8,28% dalam waktu 0-48 jam. Komposit kenaf/epoksi dengan penambahan 2% *silica fume* dapat menambah kekuatan mekanis yang lebih optimal jika dibandingkan penambahan *silica fume* 1%, 3%, dan 5%.

Kata Kunci: Kenaf, *Silica Fume*, Epoksi, 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).

Material komposit adalah material campuran yang terbentuk dengan sedikitnya dua macam material yang mempunyai sifat berbeda yaitu satu sebagai *filler*/material berpenguat dan matrik sebagai tambahan material pengikat (Elmarakbi, 2014). Pada era sekarang telah banyak dikembangkan material perkuat serat alam untuk aplikasi industri otomotif contohnya *roof inner panel*, *seat back*, *door inner panel* dll.

*Epoxy*, *vinyleste*, dan *polyester* merupakan jenis polimer termoset yang biasa digunakan sebagai matriks *continous* dan *long fibers reinforced composites*. Hal tersebut dikarenakan memiliki viskositas yang rendah dan mudah dalam pembuatannya. Berbeda dengan PP (*polypropylene*), PVC (*polyvinyl chloride*), LDPE (*low density polyethylene*) dan HDPE (*high density polyethylene*) yang merupakan matrik termoplastik, yang mana pada umumnya digunakan sebagai matriks *short fibers reinforced composites*. Akan tetapi dengan perkembangan teknologi komposit yang semakin maju, menjadikan *short fibers reinforced composites* dapat dikembangkan menjadi matriks polimer termoset ataupun *Long fibers reinforced composites* bermatriks termoplastik (Mallick et al., 2007). Menurut faruk et al., (2012) *epoxy* adalah salah satu matriks polimer termoset yang bagus dalam pengembangan material komposit karena memiliki modulus elastisitas yang tinggi, nilai densitas yang rendah, kekuatan tarik yang tinggi, dan mudah dalam proses fabrikasi.

Tanaman kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) adalah jenis tanaman yang banyak di temui di Indonesia dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Serat kenaf banyak digunakan diberbagai industri global, salah staunya adalah PT Toyota Motor Corporation yang memanfaatkan serat kenaf sebagai *filler* di bahan komposit di komponen panel interior mobil atau *composit board* (Yusoff, 2015). Akan tetapi, panel interior mobil yang hanya diperkuat dengan serat kenaf memiliki kekurangan, yaitu kekuatan mekanisnya yang cenderung rendah dibandingkan dengan serat sintetis. Oleh karena itu, perlu adanya penambahan pengisi lain agar kekuatan mekanisnya meningkat, salah satunya dengan menambahkan mikrosilika (*silica fume*), karena partikel mikrosilika dapat meningkatkan sifat mekanisnya yaitu meningkat 1.3 kali lebih besar dari komposit tanpa pengisi (*filler*) (Gowthami et.al. 2013).

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%. 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%. 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  $\mu\text{m}$  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%.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaporkan, belum ada yang melakukan penelitian tentang penambahan fraksi volume *silica fume* pada komposit dengan matrik *epoxy* berpenguat serat *kenaf* dan *silica fume*. Oleh karena itu 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 penambahan *silica fume* 1%, 2%, 3%, 5%, serta tanpa *silica fume* sebagai pembanding. *Silica fume* yang digunakan diayak 400 mesh (37  $\mu\text{m}$ ) serta ukuran panjang serat kenaf  $\pm 6$  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 sifat 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  $\pm 6$  mm.

### 2.2 Preparasi Silica Fume

*Silica fume* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki variasi dalam penambahannya pada komposit yaitu 1%,2%,3%, dan 5% dengan ukuran partikel 37  $\mu$ m Untuk mendapatkan ukuran tersebut, *silica fume* sebelumnya diayak terlebih dahulu.

### 2.3 Fabrikasi Komposit

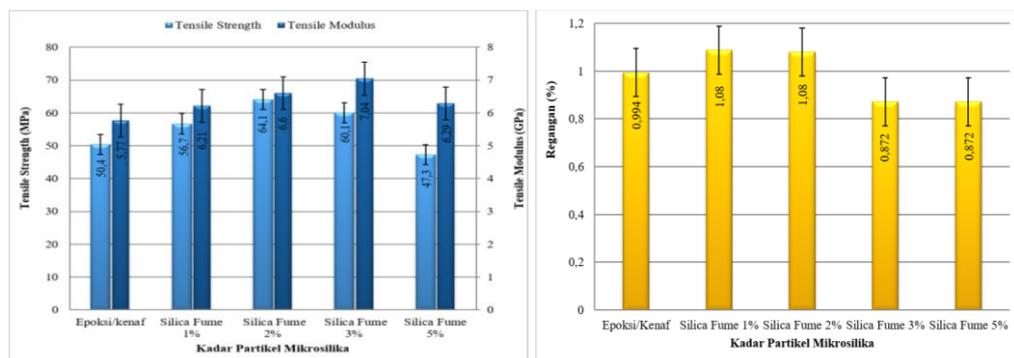
Pembuatan spesimen komposit menggunakan metode *hand lay up* dengan orientasi serat pendek yang disusun secara acak dan ditekan menggunakan mesin *cold press molding* selama 24 jam dengan tekanan terukur sebesar 4 MPa. Ukuran spesimen komposit mengacu pada ukuran standard spesimen untuk pengujian tarik yaitu standard ASTM D638-01 dan pengujian daya serap air dengan menggunakan standard ASTM D570-98. Spesimen komposit dibuat dari 3 bahan yaitu serat kenaf, partikel *silica fume* sebagai pengisi (*filler*) dan epoksi sebagai pengikat (matriks) dengan fraksi volume serat kenaf tetap yaitu 25% dan variasi penambahan *silica fume* 1%,2%,3%,dan 5%.

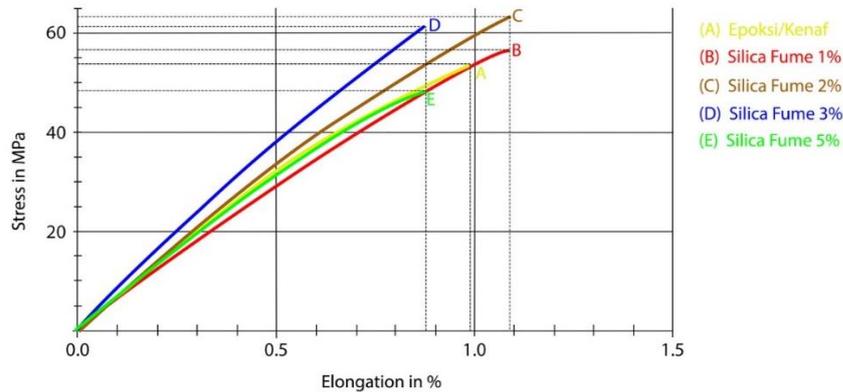
### 2.4 Uji Mekanis dan Karakterisasi

Pengujian mekanis dilakukan pada semua spesimen yang telah difabrikasi Pengujian tarik dilakukan dengan mengacu pada standard 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 standard 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

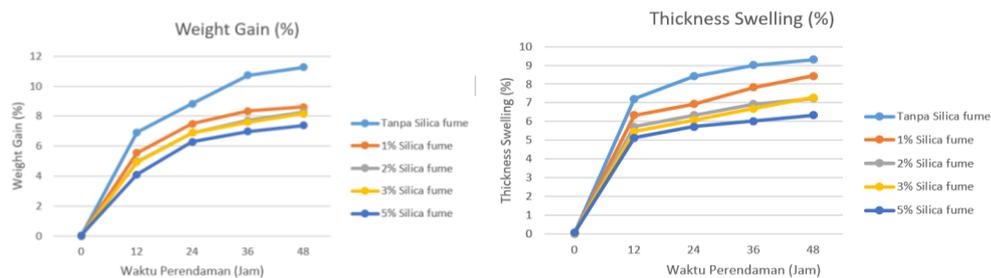




Gambar 3.1 Grafik Sifat Tarik Komposit Epoksi/Kenaf/Silica Fume

Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 adalah grafik hubungan antara kuat tarik dan modulus elastisitas tarik terhadap penambahan *silica fume*. Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan terdapat peningkatan nilai kuat tarik dengan *silica fume* yang diayak dengan ukuran 37  $\mu\text{m}$ . Nilai kuat tarik optimum didapat pada komposit kenaf/*silica fume*/epoksi dengan fraksi volume *silica fume* 2wt% yaitu sebesar 64,1 MPa. Hal ini disebabkan karena pada penelitian ini menggunakan serat kenaf dan penambahan *silica fume* yang paling efektif terdapat pada presentase 2wt%. dibandingkan dengan hasil uji tarik penelitian Mutalikdesai dkk. (2017) yang menggunakan fraksi volume mikrosilika (*silica fume*) pada penelitiannya, maka penelitian ini memiliki hasil uji tarik yang lebih tinggi, dimana pada penelitian Mutalikdesai dkk. (2017) memiliki hasil uji tarik optimum sebesar 49,5 MPa dengan penambahan 6wt% *silica fume* sedangkan pada penelitian ini hasil uji tarik optimum sebesar 64,1 MPa dengan penambahan 2% *silica fume*. Hal ini dikarenakan pada Penelitian Mutalikdesai dkk (2017) menggunakan serat *flax* dimana kekuatannya lebih rendah yaitu sebesar 500-1500 MPa di bandingkan dengan serat *kenaf* yang memiliki kekuatan tarik sebesar 930 MPa dan serat *flax* mempunyai nilai modulus elastisitas yang lebih rendah juga di banding serat *kenaf*, yaitu sebesar 27,6 GPa untuk modulus elastisitas serat *flax* dan 53 GPa untuk modulus elastisitas serat *kenaf* (Holbery, 2006). nilai optimum regangan tarik terdapat pada komposit kenaf/*silica fume*/epoksi dengan jumlah *Silica fume* 1% dan 2% yaitu sebesar 1,08.

### 3.2 Daya Serap Air Komposit

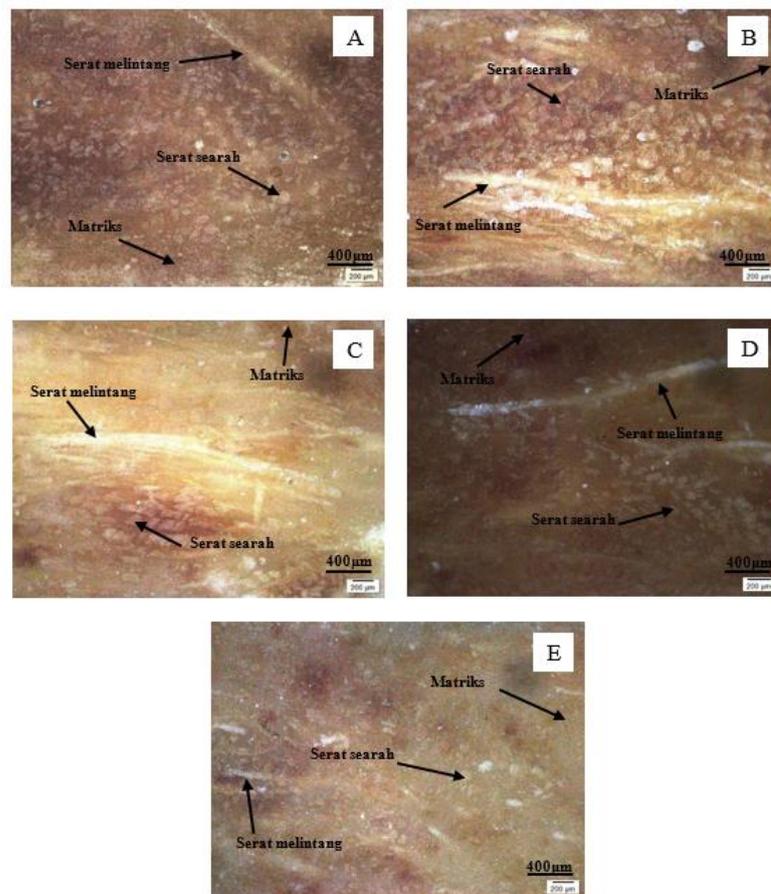


Gambar 3.2 Grafik *Weight Gain* dan *Thickness Swelling* Akibat penyerapan Air

Dari data pada Gambar 3.2 grafik pertambahan tebal (*Thickness Swelling*) dan grafik pertambahan berat (*Weight Gain*) menunjukkan bahwa daya serap air tertinggi terdapat pada variasi komposit kenaf/ epoksi tanpa *silica fume* sedangkan daya serap air terendah terdapat pada variasi komposit kenaf/ epoksi dengan *silica fume* sebanyak 5%

disetiap waktu perendamanya. Hal ini dikarenakan karena sifat dari serat alam (kenaf) yang *hidrofilik* (menyerap air) dan tanpa adanya penghalang oleh partikel *silica fume* akan lebih mudah dalam menyerap air. Peningkatan penyerapan air akan semakin meningkat karena adanya ikatan matriks dan *filler* yang buruk kemudian akan menyebabkan *micro void* yang memungkinkan penyerapan air yang lebih (Shakeri, 2010). Namun dengan adanya penambahan dari *silica fume* yang ukurannya semakin kecil dan semakin banyak jumlah yang ditambahkan akan lebih merata untuk menghalangi serat alam (kenaf) dalam menyerap air dan membantu menutupi *micro void*. Daya serap air ini akan mengakibatkan pertambahan berat dan tebal dari spesimen komposit.

### 3.3 Foto Makro Morfologi Persebaran Serat menggunakan Mikroskop Optik

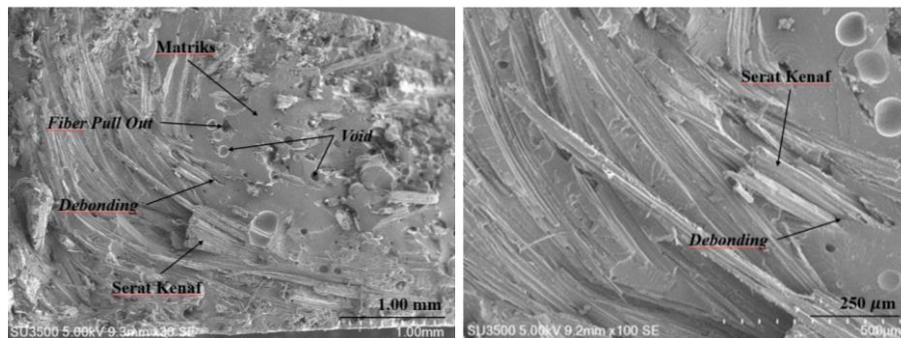


Gambar 3.3 Foto Makro menggunakan Mikroskop Optik (A) Tanpa *silica fume*; (B) *Silica fume* 1%; (C) *Silica fume* 2%; (D) *Silica fume* 3%; dan (E) *Silica fume* 5%.

Gambar 3.3 adalah foto makro dari potongan spesimen komposit kenaf/*silica fume*/epoksi yang difoto dengan mikroskop optik dilakukan untuk mengetahui persebaran serat alam (*kenaf*) dan matriks (epoksi). Hasil dari gambar di atas menunjukkan bahwa persebaran serat kenaf tidak merata pada semua variasi komposit, dan masih ada susunan serat kenaf yang tidak searah dengan bentuk melintang. Susunan serat kenaf yang searah akan terlihat terpotong seperti pada gambar dan sebaliknya susunan serat kenaf melintang terlihat tidak terpotong pada gambar. Hal ini dikarenakan pembuatan spesimen komposit ini dilakukan secara *hand lay up* dan penyusunan serat secara acak. Komposit yang disusun secara merata dan searah akan menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi. pada Gambar (A) persebaran serat tidak lebih merata dibandingkan dengan Gambar (B), (C),

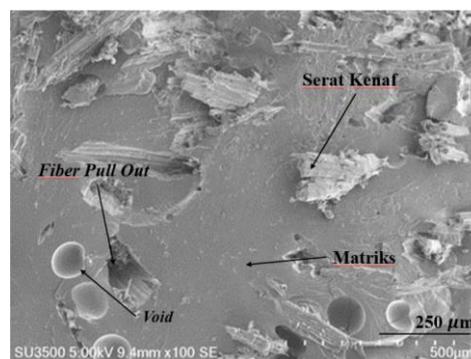
dan (D). hal ini dapat berpengaruh pada kekuatan mekanis yang rendah dibanding Gambar (B), (C), dan (D). Dari Gambar foto makro potongan spesimen komposit di atas partikel *silica fume* tidak terlihat, dikarenakan ukuran dari partikel *silica fume* yang berukuran mikro tidak dapat terlihat pada mikroskop optik. Dan untuk mengetahui partikel *silica fume* akan diamati dengan menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM).

### 3.4 Foto Mikro Patahan Hasil Pengujian Tarik Komposit Menggunakan SEM



a. SEM dengan Perbesaran x30

b. SEM dengan Perbesaran x100

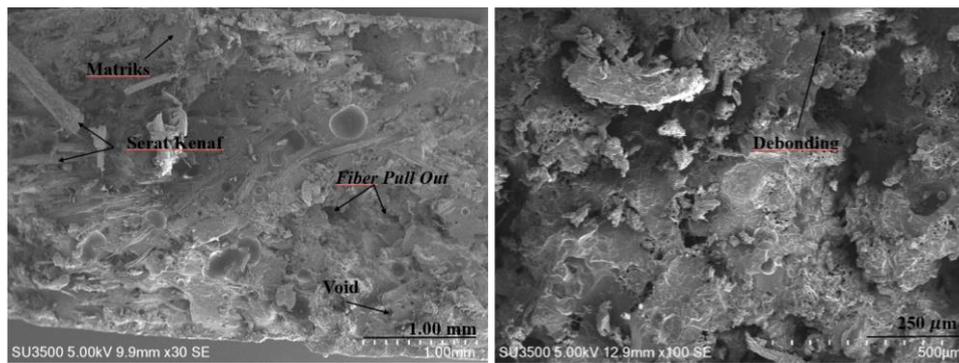


c. SEM dengan Perbesaran x100

Gambar 3.4 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf/Epoksi

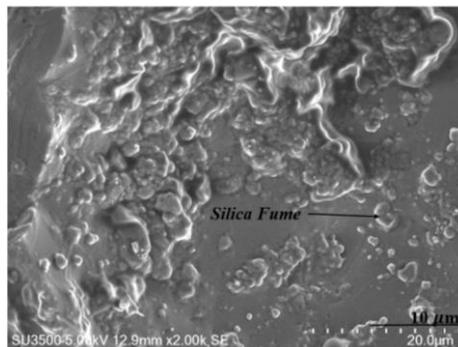
Dari citra SEM Gambar 3.4 struktur patahan komposit kenaf/epoksi tanpa *silica fume* terlihat adanya ikatan yang kurang bagus (*debonding*) antara serat kenaf dan matriks epoksi yang menyebabkan kekuatan tarik dari komposit menjadi rendah. Sifat dari serat alam yang *hidrofilik* (menyerap air) dan sebaliknya matriks epoksi memiliki sifat *hidrofobik* (tidak menyerap air). Hal seperti ini dapat mengakibatkan terjadinya *debonding* antara serat kenaf dan matriks epoksi. Adanya *micro void* dan *fiber pull out* dari foto patahan spesimen komposit kenaf/ epoksi tanpa *silica fume* yang menyebabkan kuat tarik dari komposit menurun. Pada proses fabrikasi terdapat udara yang terjebak serta sifat serat kenaf yang *hidrofilik* (menyerap air), hal ini yang memungkinkan terbentuknya *micro void*.

Ciri-ciri ikatan yang kuat antara serat dan matriks yaitu dengan tidak adanya *fiber pull out* atau serat yang tertarik keluar ketika adanya pembebanan dan adanya serat yang patah atau putus ketika adanya pembebanan, hal ini terjadi karena adanya ikatan serat dan matriks yang kuat. Raharjo (2015). Terlihat permukaan patahan komposit yang halus pada Gambar 3.4 komposit kenaf/ epoksi tanpa mikrosilika (*silica fume*). Ini dikarenakan tidak adanya partikel *silica fume* pada permukaan patahan spesimen komposit



a. SEM dengan Perbesaran x30

b. SEM dengan Perbesaran x100



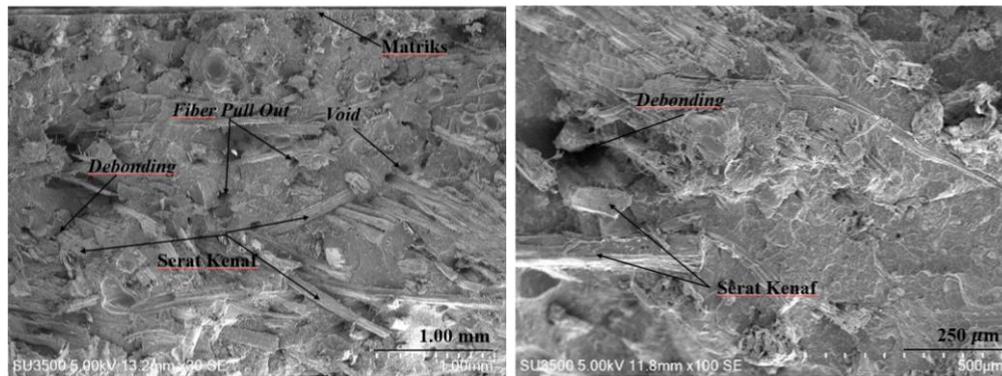
c. SEM dengan Perbesaran x2.00k menunjukkan Partikel *Silica fume*

Gambar 3.5 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf/Epoksi dengan *Silica fume* (1%).

Dari citra SEM Gambar 3.5 struktur patahan komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 1% terdapat *micro void* yang berakibat kuat tarik dari komposit menurun. Adanya *micro void* ini dikarenakan pada saat proses fabrikasi terdapat udara yang terjebak serta sifat dari serat kenaf yang *hidrofilik* (menyerap air) yang memungkinkan terbentuknya *micro void*. Dan adanya *fiber pull out* pada komposit kenaf/ epoksi dengan *silica fume* 1% menandakan bahwa terdapat ikatan yang tidak kuat antara matriks dengan seratnya, karena menurut Raharjo, dkk (2015) ciri-ciri ikatan yang kuat antara matriks dengan serat yaitu dengan tidak adanya *fiber pull out* atau serat yang tertarik keluar pada saat terjadi pembebanan dan ketika ada serat yang putus atau patah saat terjadi pembebanan.

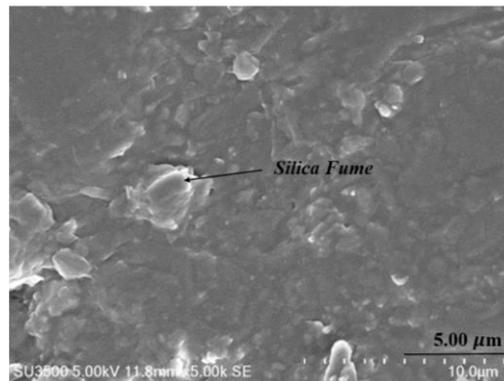
Terdapat ikatan yang tidak bagus (*debonding*) antara matriks dan serat pada patahan komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 1%, hal ini dapat mengakibatkan kuat tarik dari kompositnya menurun. Hal yang memungkinkan terjadinya *debonding* adalah sifat dari serat alam yang *hidrofilik* (menyerap air) berbanding terbalik dengan sifat matriks epoksi yang *hidrofobik* (tidak menyerap air).

Hasil analisa dari Gambar 3.5 komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 1% terlihat permukaan yang agak kasar jika dibandingkan dengan permukaan patahan komposit kenaf/epoksi tanpa *silica fume*. Hal ini disebabkan karena adanya penambahan *silica fume* pada komposit sehingga *silica fume* dapat terdispersi oleh matriks dan mengakibatkan bertambahnya kuat tarik dari komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 1%. Menurut Gowthami dkk. (2013) *silica fume* dapat meningkatkan kuat tarik komposit.



a. SEM dengan Perbesaran x30

b. SEM dengan Perbesaran x100



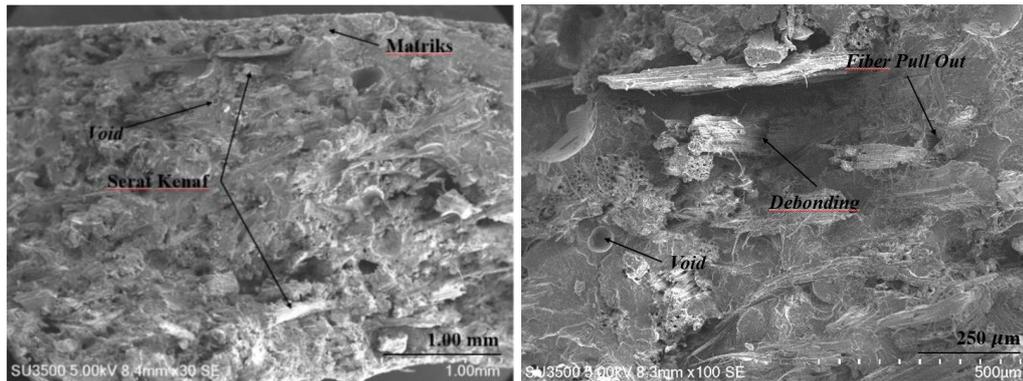
c. SEM dengan Perbesaran x5.00k menunjukkan Partikel *Silica fume*

Gambar 3.6 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf/Epoksi dengan *Silica fume* (2%).

Dari citra SEM Gambar 3.6 struktur patahan komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 2% terlihat adanya *micro void* yang mengakibatkan penurunan kuat tarik dari komposit. Adanya *micro void* ini disebabkan pada saat proses fabrikasi terdapat udara yang terjebak serta sifat dari kenaf yang *hidrofilik* (menyerap air) yang memungkinkan terbentuknya *micro void*. Dan terlihat juga adanya *fiber pull out* pada komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 2% menandakan adanya ikatan yang tidak kuat antara serat dan matriksnya. Menurut Raharjo, dkk (2015) ciri dari ikatan yang kuat adalah tidak adanya *fiber pull out* atau serat yang tertarik keluar pada saat diberi pembebanan dan ketika ada serat yang putus atau patah saat terjadi pembebanan.

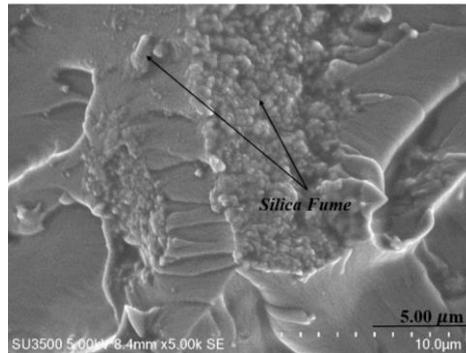
Terdapat ikatan yang tidak bagus (*debonding*) antara serat dan matriks pada komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 2%, hal ini menyebabkan kuat tarik dari komposit menurun. *Debonding* ini bisa terjadi karena sifat dari serat alam yang *hidrofilik* (menyerap air) berbanding terbalik dengan matriks epoksi yang bersifat *hidrofobik* (tidak menyerap air).

Hasil analisa Gambar 3.6 komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 2% terlihat permukaan yang lebih halus jika dibandingkan dengan gambar 3.5 dan gambar 3.7. hal ini disebabkan dengan penambahan jumlah partikel *silica fume* sebanyak 2% hampir terdiseprsi secara menyeluruh dan merata oleh matriks epoksi. Hal inilah yang membuat komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 2% memiliki kekuatan tarik tertinggi dari variasi komposit yang lain. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Bozkurt dkk. (2017) nilai kekuatan tarik tertinggi didapat dengan penambahan partikel *silica fume* dengan jumlah tertentu menyesuaikan matriks dan seratnya.



a. SEM dengan Perbesaran x30

b. SEM dengan Perbesaran x100



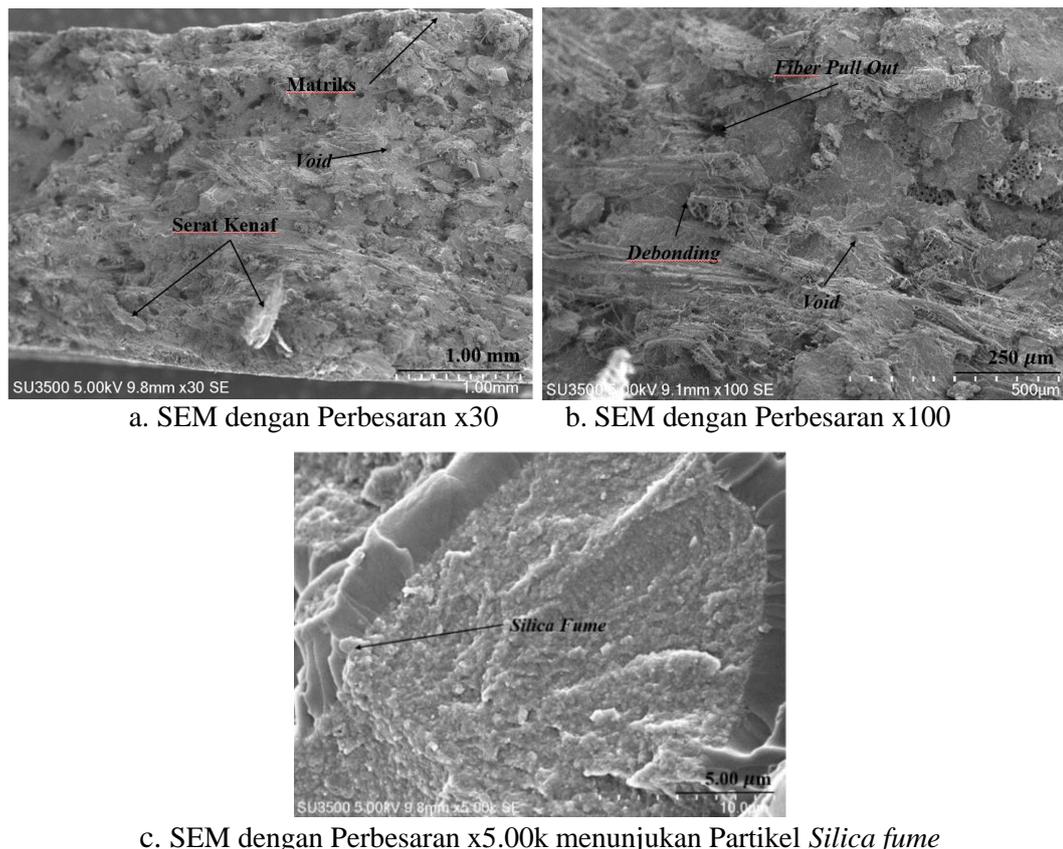
c. SEM dengan Perbesaran x5.00k menunjukkan Partikel *Silica fume*

Gambar 3.7 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf/Epoksi dengan *Silica fume* (3%)

Dari citra SEM Gambar 3.7 struktur patahan komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 3% terlihat adanya ikatan yang tidak bagus (*debonding*) antara serat alam kenaf dan matriks epoksi yang mengakibatkan kawat 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 terbentuknya *debonding* antara serat kenaf dengan matriks epoksi.

Terdapat *micro void* pada patahan komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 3% yang dapat menurunkan kuat tarik dari material komposit. *Micro void* ada dikarenakan pada saat proses fabrikasi terdapat udara yang terjebak serta sifat serat kenaf yang *hidrofilik* (menyerap air) juga memungkinkan terbentuknya *micro void*. Pada komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 3% terlihat adanya *fiber pull out*. Menurut Raharjo, dkk (2015) ciri dari ikatan yang kuat dari matriks dengan seratnya yakni tidak adanya *fiber pull out* atau serat yang tertarik keluar pada saat pembebanan dan adanya serat yang putus akibat dari pembebanan. Hal ini yang memungkinkan kekuatan tarik komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 3% yang didapatkan kurang maksimal.

Analisa dari gambar 3.7 komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 3% terlihat bahwa permukaan komposit tidak lebih halus jika dibandingkan dengan gambar 3.6, tapi jika dibandingkan dengan gambar 3.5 dan 3.8, maka permukaan pada gambar ini lebih halus, karena *silica fume* dapat terdispersi dengan baik oleh matriks epoksi.



Gambar 3.8 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf/Epoksi dengan *Silica fume* (5%)

Dari citra SEM Gambar 3.8 struktur patahan komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 5% Terlihat adanya ikatan yang tidak bagus (*debonding*) antara matriks epoksi dan serat kenaf yang dapat mengakibatkan penurunan kuat tarik dari komposit. Sifat alam yang *hidrofilik* (menyerap air) bertolakan dengan sifat matriks epoksi yang *hidrofobik* (tidak menyerap air). Hal inilah yang mengakibatkan adanya *debonding* antara serat kenaf dan matriks epoksi.

Dari citra SEM Gambar 3.8 struktur patahan komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 5% terlihat adanya *micro void* yang mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. Adanya udara yang terjebak pada saat proses fabrikasi dan sifat serat kenaf yang *hidrofilik* (menyerap air) memungkinkan adanya *micro void*. Terdapat *fiber pull out* pada komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 5% menandakan bahwa terdapat ikatan yang tidak kuat antara matriks dengan seratnya, karena menurut Raharjo, dkk (2015) ciri-ciri ikatan yang kuat antara matriks dengan serat yaitu dengan tidak adanya *fiber pull out* atau serat yang tertarik keluar pada saat terjadi pembebanan dan ketika ada serat yang putus atau patah saat terjadi pembebanan.

Dari hasil analisa foto patahan komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 5% terlihat permukaan yang berbeda dibandingkan dengan variasi komposit yang lain, hal ini disebabkan *silica fume* terlihat lebih dominan dibanding epoksi kenaf yang mengakibatkan komposit itu menjadi getas karena semakin banyak *silica fume* yang di tambahkan akan menambah *micro void* itu sendiri, inilah yang menyebabkan komposit kenaf/epoksi dengan *silica fume* 5% memiliki kuat tarik yang rendah dibanding variasi yang lain.

#### 4. KESIMPULAN

Kekuatan tarik optimum 64,1 MPa, regangan 1,08, dan modulus elastisitas 6,6 GPa diperoleh pada komposit dengan penambahan *silica fume* 2% sedangkan daya serap air paling rendah terdapat pada komposit dengan penambahan *silica fume* 5%. Hasil SEM menunjukkan bahwa dengan penambahan *silica fume* 2% dapat terdispersi lebih merata ke dalam matriks yang mengakibatkan ikatan antara *silica fume* dengan matriks lebih kuat. Hal ini memperlambat pemutusan pada saat pengujian Tarik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book ASTM Standart D638-01. (2001). USA.  
 Annual Book ASTM Standart D570-98. (1998). USA.  
 Bajuri, F., Mazlan, N., Ishak, M.R., Imatomi, J. (2016). *Flexural and Compressive Properties of Hybrid Kenaf/Silica Nanoparticles in Epoxy Composite*. Procedia Chemistry Vol. 19 pp. 955-960.  
 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).  
 Elmarakbi, A. (2014). *Advanced composite materials for automotive applications (First Edition)*. John Wiley & Sons, Ltd. United Kingdom. pp. 1-28.  
 Faruk, O., Bledzki K.A., Fink H.P., Sain M. (2012). *Biocomposites Reinforced With Natural Fibers: 2000-2010*. Progres in Polymer Science Vol. 37 pp. 1552-1596.  
 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.  
 Holbery, J., D. Houston. (2006). *Natural Fiber Reinforced Polymer Composite in Automotive Applications: The Journal of The Mineral, Metals & Materials Society (JOM)* 58(11), pp.80-86.  
 Khater, H.M. (2013). *Effect of Silica Fume on the Characterization of the Geopolymer Materials*. International Journal of Advanced Structural Engineering. Original Research. 5(1), p.12.  
 Mallick, P. K. 2007. *Fiber Reinforced Composites, Materials, Manufacturing and Design*. Taylor & Francis. Boca Raton, USA.  
 Mutalikdesai, S., Sujaykumar, G., Parikshit Dafedar., Ravish Chhabra., Mahaboob Haris., Rahul Rajesh Pal (2017). *Effect of Silica Fume on Mechanical Properties of Flax Fiber Reinforced Epoxy Composites*. American Journal of Materials Science 2017, 7(4): 95-98.  
 Raharjo, W., Aries, H., Fitriyani, R. (2015). Sifat Tarik dan Lentur Komposit rHDPE/Serat Cantula dengan Variasi Panjang Serat. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV(SNTTM XIV), Banjarmasin. pp. 1-4.  
 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.  
 Yusoff, M.Z. (2015). *Review of Research Activities on Kenaf Reinforced Composite: Journal of Petrochemical Engineering Department, Politeknik Kuching Sarawak*. ISSN, 2289-8395. pp. 25-33.  
 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.