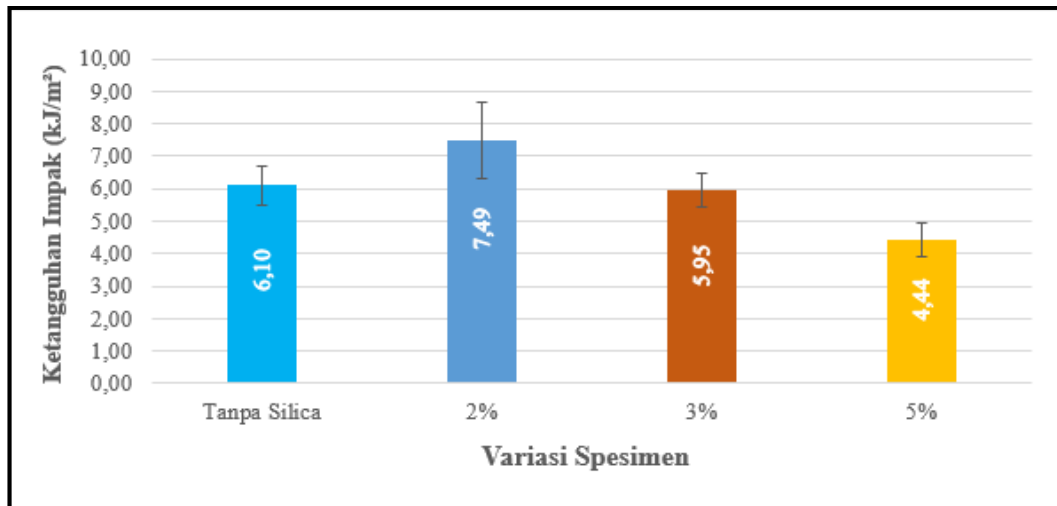


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

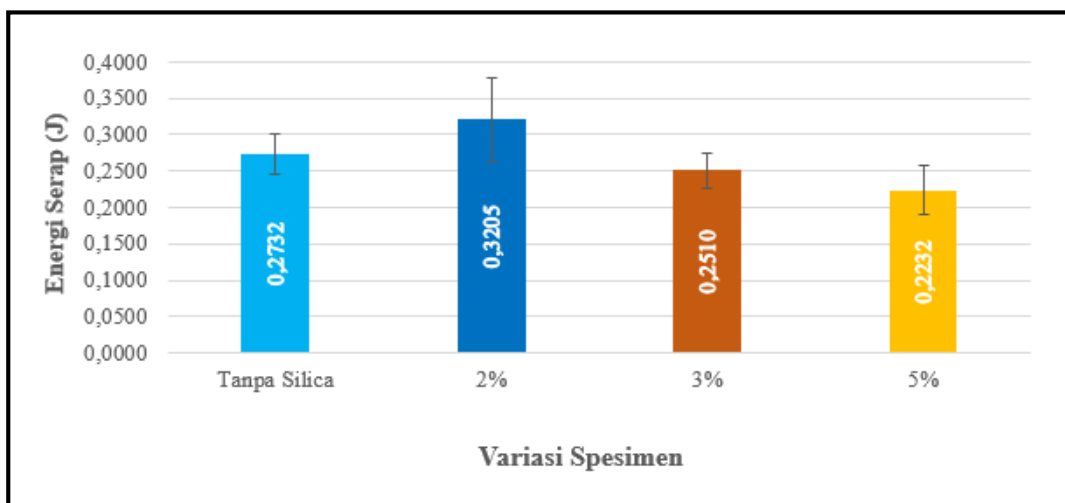
4.1 Hasil Pengujian Impak Komposit

1. *Impact Stenght* dan *impact energy* Komposit

Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 adalah grafik hasil dari pengujian impact komposit kenaf/*silica fume*/epoxy. Pengujian *impact* menghasilkan nilai ketangguhan *impact* dan Energi yang diserap. Di bawah ini adalah grafik hasil pengujian *impact* komposit kenaf/*silica fume*/epoxy:



Gambar 4.1 Grafik Ketangguhan *Impact* komposit Silica 2%, 3%, 5%



Gambar 4.2 Grafik *Impact Energy* komposit Silica 2%, 3%, 5%

Grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 4.1 dan 4.2 menunjukkan penambahan silica pada fraksi volume tertentu mampu meningkatkan sifat mekanis komposit. Hasil pengujian *impact* menunjukkan terjadi peningkatan nilai *impact strength* dan *impact energy* dengan penambahan silica fume 2% dan diayak menggunakan 400 mesh (37 μ m) menghasilkan kekuatan nilai *impact strength* optimal 7.49 kJ/m². Sedangkan *impact energy* optimal sebesar 0,32 J. Kekuatan impak dengan penambahan *nanosilica* meningkat sekitar 80% daripada komposit tanpa silica (Gowthami dkk., 2013).

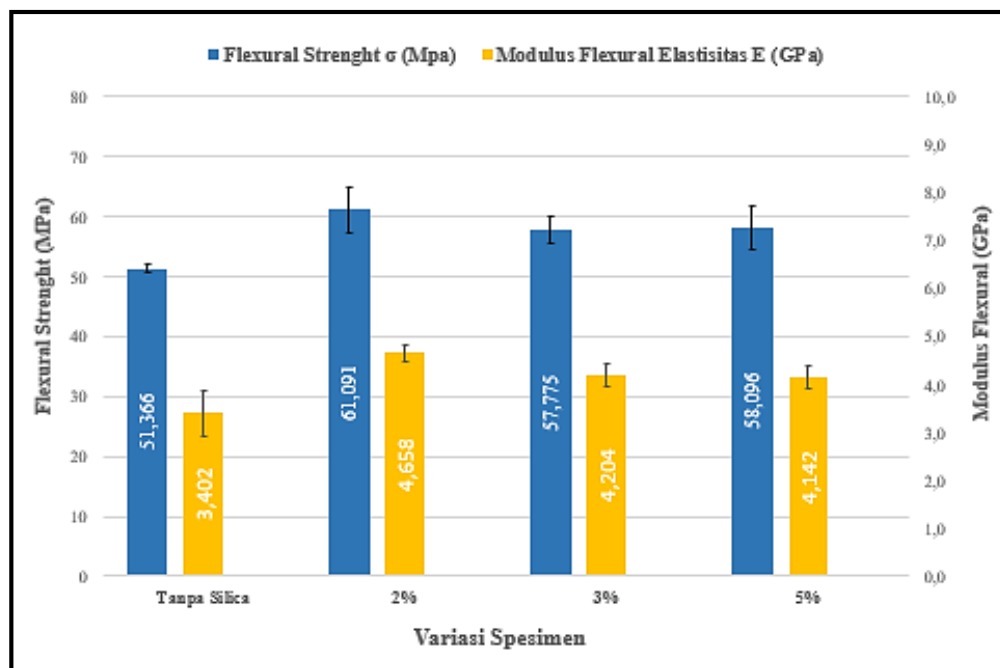
Hasil uji impak pada penelitian ini apabila dibandingkan dengan penelitian Jaafar dkk, (2018) yang meneliti karakterisasi komposit hibrid kenaf/*silica fume/epoxy* menggunakan metode hand lay-up menunjukkan ketangguhan impak optimal dengan penambahan silica 30 phr sebesar 10,6 kJ/m². Ketangguhan impak cenderung lebih tinggi akibat serat kenaf disusun secara kontinyu mengakibatkan penambahan pada energi serap impak.

Pada penelitian Gowthami dkk, (2013) tentang pengaruh penambahan silica dengan ukuran partikel *silica* yaitu 10 μ m dan volume silica sebesar 5% menunjukkan nilai *impact strength* yang lebih kecil yaitu 45 J/m. Kelebihan silica menyebabkan penggumpalan dan tidak menyebar secara homogen dalam resin. Aglomerasi nanopartikel menyebabkan interaksi kurang baik dengan resin dan menyebabkan specimen lebih rapuh (Bajuri dkk, 2016). Penelitian Bakar dkk, (2016) menunjukkan bahwa komposit kenaf/*epoxy* memiliki celah patahan yang lebih besar dibandingkan dengan kenaf/*polyester*. Hal ini karena komposit kenaf epoxy memiliki kekuatan kurang dalam arah tegak lurus.

4.2 Hasil Pengujian Bending Komposit

1. Kekuatan dan Modulus Bending

Pada pengujian bending komposit kenaf/*silica fume*/epoxy terdapat tiga jenis perhitungan diantaranya kekuatan bending, modulus elastisitas, dan regangan bending komposit. Adapun hasilnya sebagai berikut :



Gambar 4.3 Kekuatan bending dan modulus bending komposit.

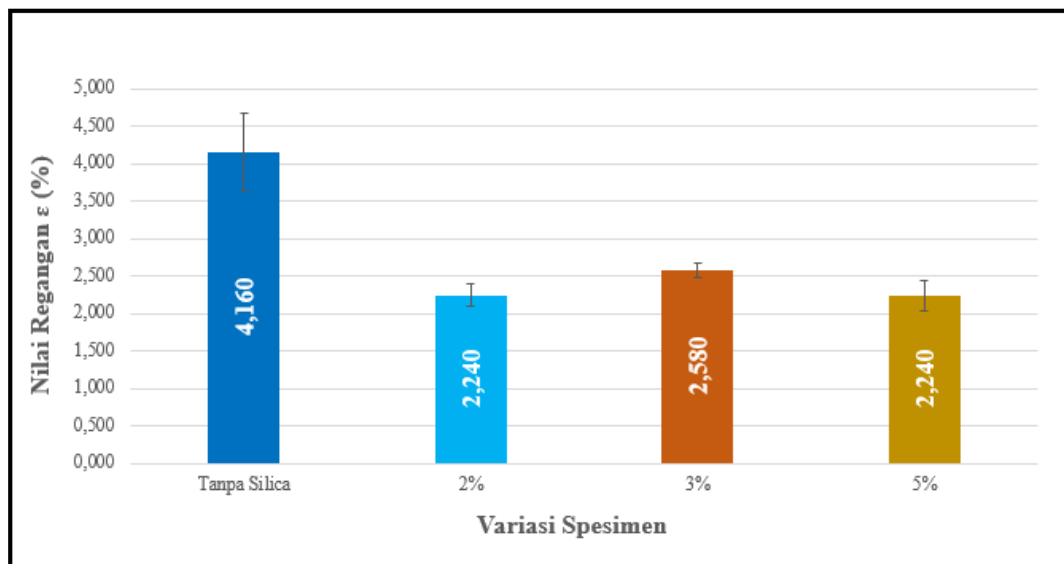
Dari gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa kekuatan bending dan modulus elastisitas optimal dengan penambahan silica 2% serta mengalami penurunan kekuatan seiring dengan penambahan silica. Kekuatan bending dan modulus elastisitas tertinggi sebesar 59,180 MPa dan 4,658 GPa.

Hasil uji bending pada penelitian ini bila dibandingkan dengan Bajuri dkk, (2016) dengan penambahan 2% nanolisica maka penelitian ini mempunyai nilai kekuatan bending dan modulus elastisitas yang jauh lebih tinggi. dimana pada penelitian Bajuri dkk, (2016) nilai kekuatan bending dan modulus elastisitas sebesar 43,8 MPa dan 3,05 GPa. Hal ini disebabkan oleh perbedaan metode pembuatan komposit. Dengan menggunakan sistem *vacuum infusion* serta tekanan pada 0 MPa. Setelah itu dilakukan proses post curing 80°C selama 2 jam.

Pada penelitian Jaafar dkk, (2018) dengan penambahan silica 30 phr menghasilkan kekuatan bending yang lebih rendah dibanding penelitian ini yaitu sebesar 54.1 MPa. Hal ini disebabkan oleh perbedaan proses alkalisasi yang mana hanya menggunakan 3% NaOH. Hal ini menyebabkan interaksi antar permukaan matriks dan serat kurang optimal.

Bila dibandingkan dengan penelitian Bozkurt dkk. (2017) yang menggunakan penambahan volume silica fume sebesar 1.5% pada komposit hibrid laminasi glass/epoxy/nanosilica, maka penelitian ini memiliki kekuatan bending yang jauh lebih rendah, dimana pada penelitian Bozkurt dkk. (2017) kekuatan bending mencapai 346,35 MPa. Hal ini disebabkan oleh penggunaan serat sintesis E-glass yang memiliki kekuatan tarik sebesar 3400 MPa dan elongasi sebesar 2.5 % dibandingkan dengan serat kenaf yang memiliki kekuatan tarik sebesar 930 MPa dan elongasi sebesar 1.6 %. (Akil dkk, 2011). Hal ini menyebabkan serat E-glass memiliki modulus yang lebih tinggi dibanding serat kenaf.

2. Regangan

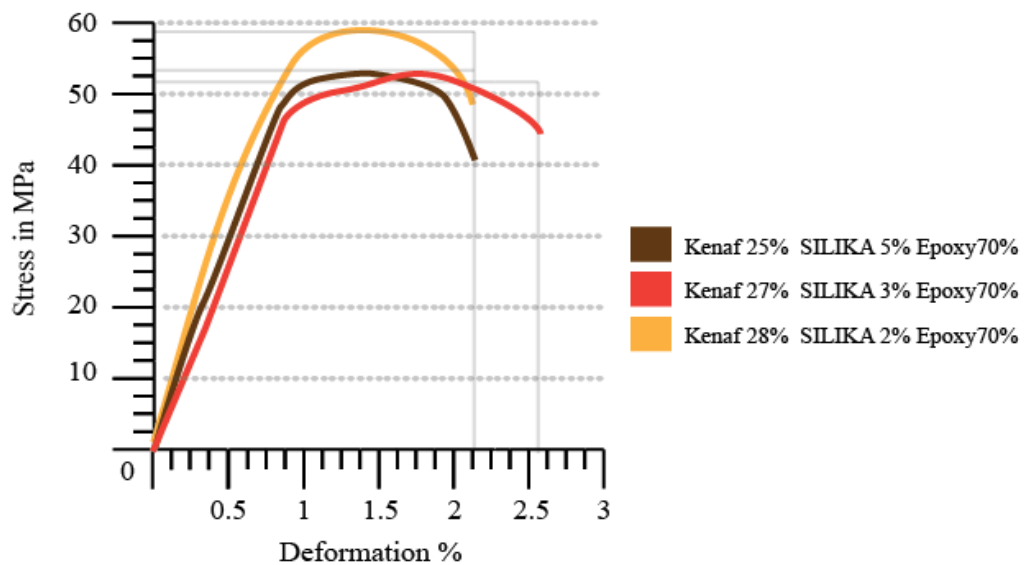


Gambar 4.4 Grafik Regangan Hasil Uji Bending komposit.

Dari data pada Gambar 4.4 nilai regangan bending tertinggi pada komposit kenaf/silica fume/epoxy yaitu pada penambahan silica 3% sebesar 2.580%. Hal ini menunjukkan penambahan silica pertumbuhan matriks di sekitar lubang partikel tidak terikat yang mampu meminimalisir perambatan retak (Jaafar dkk, 2018).

Tetapi penambahan silica mampu meningkatkan porositas. Nilai porositas yang tinggi memiliki kinerja mekanik yang lebih rendah daripada material dengan porositas rendah (Bajuri dkk, 2016).

3. Grafik Hasil Pengujian Bending



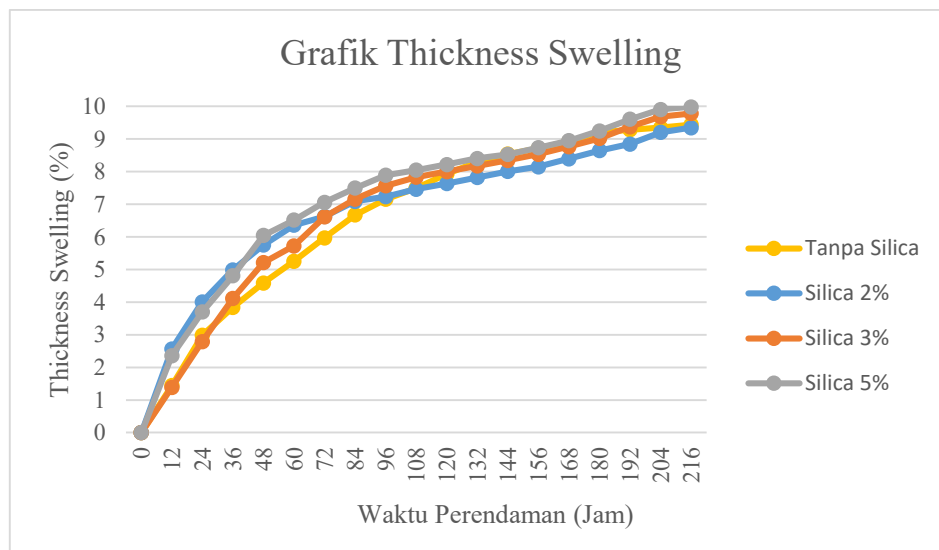
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian Bending

Dari gambar 4.5 tentang grafik pengujian bending menunjukkan bahwa komposit kenaf/silica/epoxy memiliki sifat kuat namun cenderung getas. Hal ini karena penambahan silica dapat mencegah munculnya retak yang dapat mempengaruhi sifat mekanis komposit. Semakin tinggi fraksi volume silica, maka kepadatan pada komposit semakin meningkat. (Diharjo dkk, 2014).

4.3 Hasil Pengujian Daya Serap Air

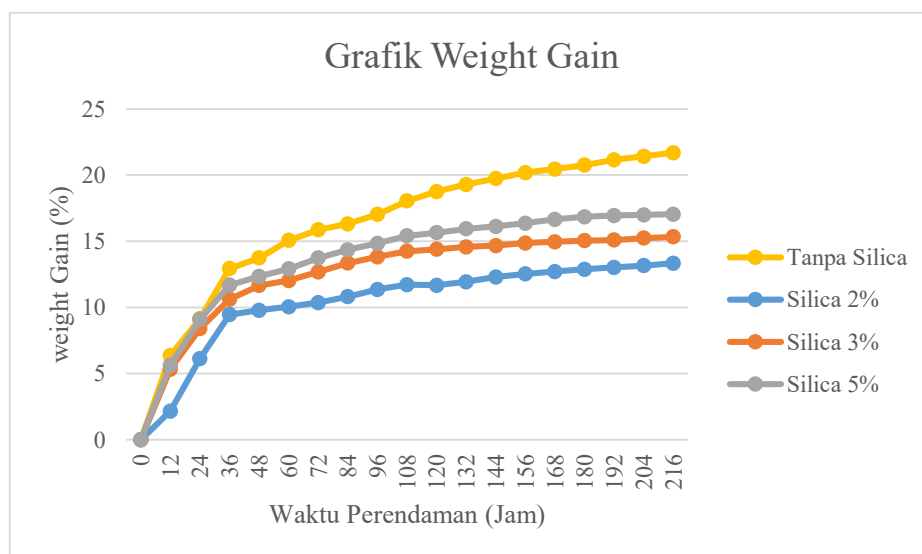
Gambar 4.6 dan 4.7 merupakan grafik hasil pengujian daya serap air. Pengujian ini menghasilkan data mengenai pertambahan tebal (*thickness swelling*) Dan pertambahan berat (*weight gain*) dengan pengukuran specimen setiap 12 jam sekali. Di bawah ini adalah grafik pertambahan tebal pada specimen komposit uji daya serap air :

1. Grafik *Thickness Swelling*



Gambar 4.6 *Thickness Swelling* Akibat Penyerapan Air

2. Grafik *Weight Gain*

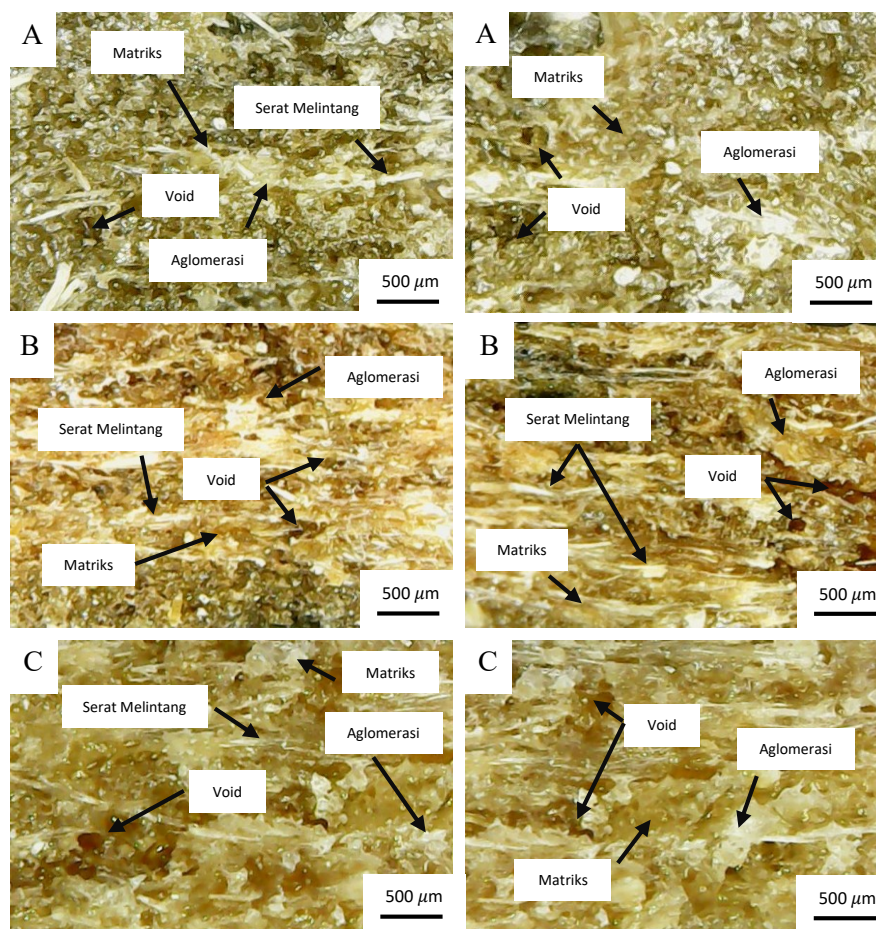


Gambar 4.7 *Weight Gain* Akibat Penyerapan Air

Dari data pada Gambar 4.6 dan 4.7 grafik pertambahan tebal (*thickness swelling*) dan pertambahan berat (*weight gain*) menunjukkan bahwa daya serap air tertinggi yaitu pada variasi spesimen komposit dengan penambahan silica 5%. Sedangkan daya serap air paling rendah yaitu pada variasi specimen dengan penambahan silica 2%. Menurut Islam dkk, (2019), peningkatan daya serap air biokomposit terjadi pada 8 hari pertama dan setelah itu cenderung konstan.

Penambahan silica menyebabkan peningkatan daya serap air. Hal ini disebabkan karena pada saat proses homogenisasi berlangsung, gelembung udara dapat terbentuk. Hal ini menyebabkan terjadinya *void* akibat adanya difusi *micro bubble* pada komposit. Akibatnya penyerapan akan cenderung tinggi dengan penambahan silica. (Bajuri, dkk 2018).

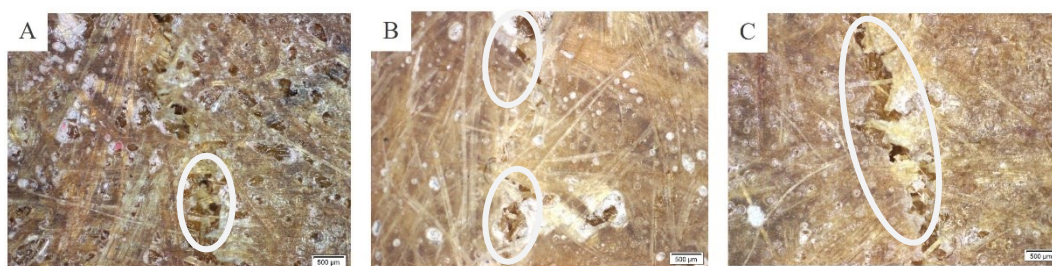
4.4 Analisa Foto Makro Komposit menggunakan Mikroskop Optik dan Makro



Gambar 4.8 Hasil Foto Makro menggunakan Mikroskop Optik (A) Silica fume 2%; (B) Silica fume 3%; dan (C) Silica fume 5%.

Gambar 4.8 adalah hasil foto makro komposit kenaf/*silica*/*epoxy* menggunakan mikroskop optic dengan mengamati persebaran serat. Hasil menunjukkan persebaran serat kurang merata. Masih terdapat beberapa lokasi dimana matriks dan serat dominan pada satu tempat. Hal ini terjadi karena susunan serat acak serta pembuatan *hand lay up* dengan metode hotpress. Dengan persebaran *silica* 2% dan 3% menunjukkan persebaran lebih merata. *Void* terlihat pada *silica* 5% dimana terjadinya aglomerasi akibat penambahan berlebih *nanosilica* terhadap matriks. (Bajuri dkk, 2018).

Gambar 4.9 adalah hasil foto makro komposit kenaf/*silica*/*epoxy* pada segmen patahan uji bending dengan mikroskop optic makro untuk mengamati pengaruh *silica* terhadap patahan.

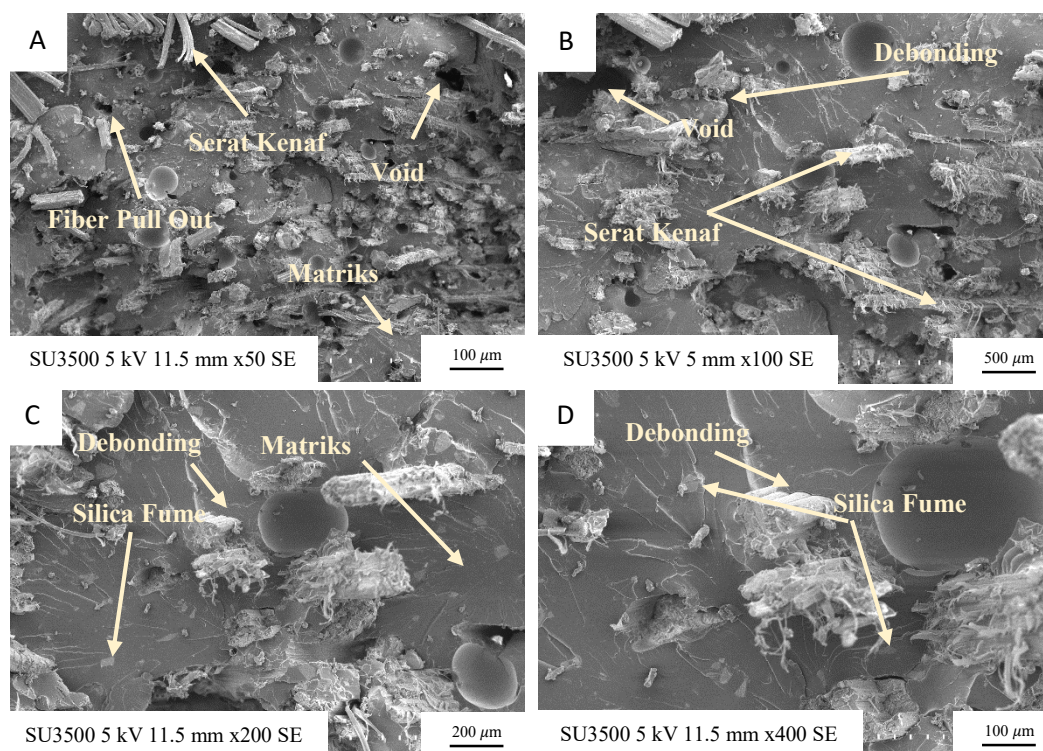


Gambar 4.9 Hasil Foto Makro Patahan Uji Bending (A) *Silica fume* 2%; (B) *Silica fume* 3%; dan (C) *Silica fume* 5%.

Hasil menunjukkan bahwa penambahan partikel *silica* mampu meningkatkan potensi terjadinya *crack* pada patahan. Penggumpalan pada matriks akan meningkatkan adanya gelembung udara pada proses fabrikasi sehingga material mudah untuk rapuh.

Menurut Jaafar dkk, (2018) penambahan bubuk *silica* mengakibatkan munculnya *void* disekitar partikel *debonding*, meningkatkan *propagation crack* pada patahan. Hal ini terlihat pada Gambar (C) memiliki persebaran serat kurang merata serta *void* yang lebih banyak dibandingkan dengan gambar (A) dan (B) sehingga kekuatan mekanis bahan. Untuk persebatran partikel *silica* tidak terlihat pada pengujian karakterisasi mikroskopo *optic*. Oleh karena itu, persebaran partikel *silica* akan diamati menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM).

4.5 Analisa Foto Makro Komposit menggunakan Mikroskop Optik

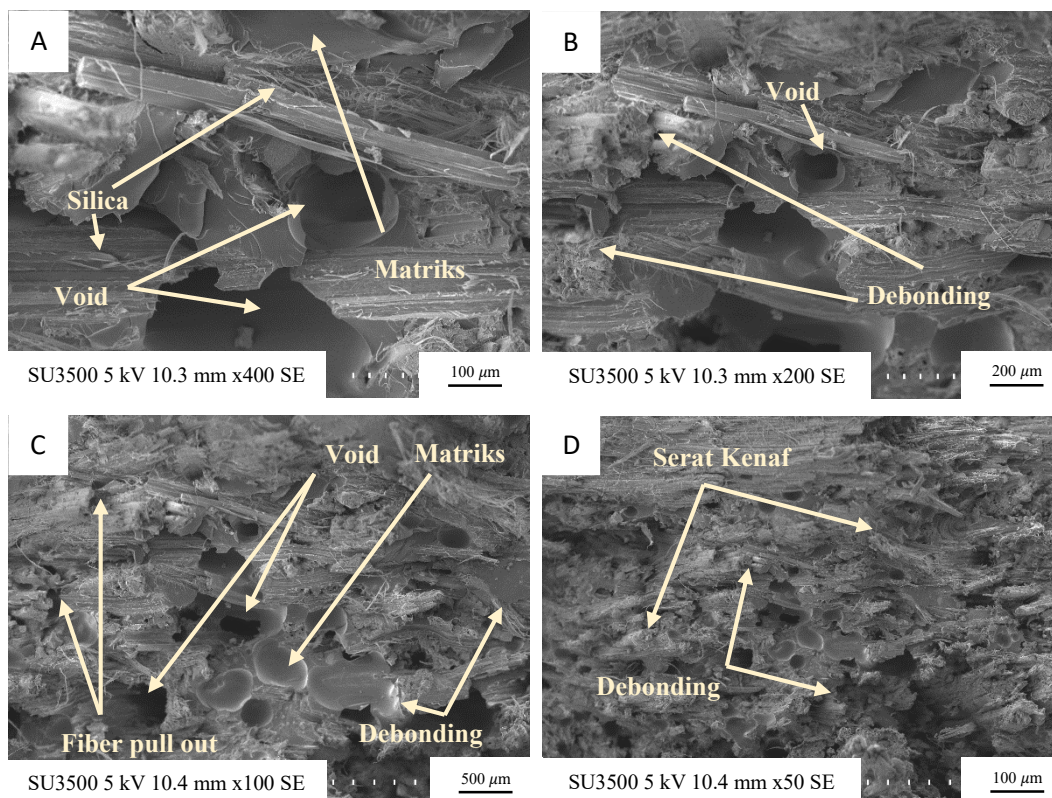


Gambar 4.10 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf /*Silica fume*/Epoxy 28:2:70% dengan perbesaran (A) 50x (B) 100x (C) 200x (D) 400x

Dari citra SEM Gambar 4.10 struktur patahan komposit epoksi/kenaf dengan penambahan *silica fume* 2% terjadinya ikatan kurang bagus antara serat dan matriks (*debonding*). Hal ini terlihat banyaknya serat yang cenderung rapuh akibat interaksi permukaan antara matriks dan serat akan tetapi serat tidak mampu mengikat secara sempurna akibat sifat polimer epoxy cenderung *hidrofobik* (tidak menyerap air). Terlihat partikel *silica* mampu mengikat matriks akan tetapi meningkatkan adanya kecenderungan *micro void* lebih banyak. Hal ini berdampak pada pengikatan matriks oleh *silica* akan tetapi menambah titik *micro void* lebih banyak disekitar serat kenaf.

Menurut Jaafar dkk, (2018) proses alkalisasi serat kenaf mampu meningkatkan interaksi antara matriks dan serat. Tetapi kecenderungan akan serat rusak meningkat. Terjadinya *fiber pull out* atau serat tertarik keluar setelah pembebanan atau terjadinya putus dan patah setelah pembenanan menandakan interaksi permukaan yang lemah antara matriks dan serat. Komposisi matriks dan

serat pada penambahan 2% cenderung merata dan tidak terjadi *void* terlalu besar pada struktur patahan.



Gambar 4.11 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf /*Silica fume*/Epoxy

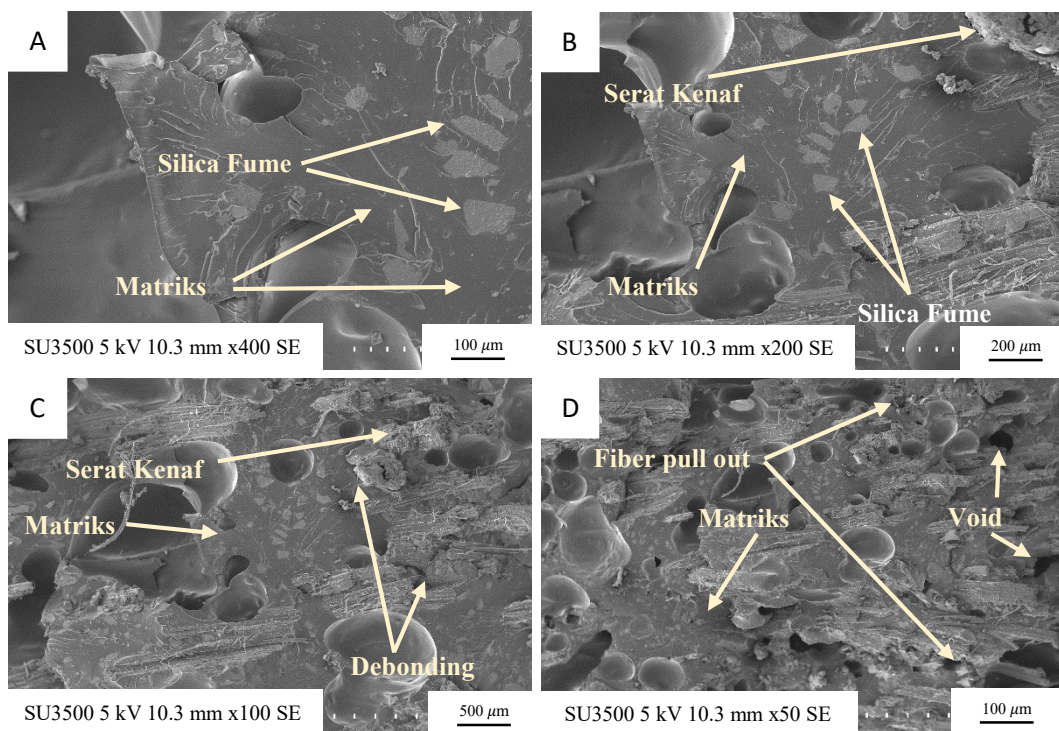
27:3:70% dengan perbesaran (A) 50x (B) 100x (C) 200x (D) 400x

Dari citra SEM Gambar 4.11 struktur patahan komposit epoksi/kenaf dengan penambahan silica fume 3% menunjukkan peningkatan *void* pada beberapa titik disertai adanya *debonding*. Penampang terlihat mengalami aglomerasi akibat adanya penambahan *silica*. Menurut Bajuri dkk, (2018) homogenisasi yang tidak tepat dapat menyebabkan *nanosilica* menggumpal, setelah itu menghasilkan lebih banyak *void* karena ruang di antara nanopartikel ditempati dengan udara daripada matriks.

Peningkatan *fiber pull out* terjadi akibat penambahan silica yang berlebih namun menyebabkan kepadatan yang berlebih. Semakin tinggi fraksi volume *silica*, maka kepadatan pada komposit semakin meningkat (Diharjo dkk, 2014). Akibatnya tingkat kepadatan hanya terjadi pada titik tertentu ketika kandungan *silica* tinggi. Hal ini terlihat ketika serat dengan kandungan *silica* tinggi maka cenderung

mengalami aglomerasi. Susunan serat memusat pada titik tertentu sehingga menyebabkan *void* pada daerah silica tinggi.

Menurut Jaafar dkk, (2018) pada titik lingkaran *void* hitam menunjukkan kegagalan komposit yang disumbangkan oleh adhesi antarmuka yang buruk antara serat dan matriks. Dari hasil analisa foto pada patahan 4.11 komposit kenaf/*silica fume*/epoxy dengan 27:3:70% terlihat permukaan cenderung lebih kasar apabila dengan penambahan silica 2%. Hal ini disebabkan oleh peningkatan *void*, akibat dari aglomerasi seiring dengan penambahan *silica*. Peningkatan volume *nanosilica* lebih dari 2% mengurangi kekuatan modulus lebih lanjut (Bajuri dkk, 2016).



Gambar 4.12 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf /*Silica fume*/Epoxy 25:5:70 % dengan perbesaran (A) 50x (B) 100x (C) 200x (D) 400x

Dari citra SEM Gambar 4.12 struktur patahan komposit epoksi/kenaf dengan penambahan *silica* 5% mengakibatkan persebaran *silica* lebih merata dibanding dengan komposit dengan penambahan silica 3%. Struktur patahan terjadi *debonding* antara matriks epoksi dengan serat kenaf yang mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. Akan tetapi, *fiber pull out* menurun akibat adanya penurunan jumlah serat serta peningkatan jumlah *silica*. Hal ini menyebabkan

peningkatan ikatan matriks. Pengurangan volume kenaf mengakibatkan komposit memiliki kepadatan yang tinggi. Semakin tinggi fraksi volume *silica*, maka kepadatan pada komposit semakin meningkat (Diharjo dkk, 2014).

Dari hasil analisa foto patahan pada Gambar 4.12 komposit kenaf/*silica fume/epoxy* 25:5:70% menunjukkan patahan yang lebih halus dibandingkan Gambar 4.10. Tetapi komposit cenderung lebih getas dan memiliki nilai regangan yang rendah akibat penambahan silika mengakibatkan peningkatan kepadatan komposit. Bila dibandingkan dengan Gambar 4.10 maka Gambar 4.12 mengalami fiber pull out yang lebih rendah karena pengurangan volume serat. Akan tetapi peningkatan volume serat meningkatkan nilai kekuatan bending. Gambar 4.12 memiliki porositas yang lebih tinggi dibandingkan Gambar 4.10 dan 4.11. Menurut Bajuri dkk, (2016) komposit dengan porositas tinggi memiliki kinerja mekanik yang lebih rendah daripada komposit dengan porositas lebih rendah. Peningkatan jumlah *void* berbanding lurus dengan penambahan partikel *silica*. Titik lingkaran *void* hitam menunjukkan kegagalan komposit yang disumbangkan oleh adhesi antarmuka yang buruk antara serat dan matriks (Jaafar dkk, 2018).