

KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS DAN FISIS KOMPOSIT KENAF/SIO₂/EPOXY DENGAN VARIASI PENAMBAHAN SILICA

Febri Firmansyah^{1,a}, Harini Sosiati^{1,b}, Cahyo Budiyanoro^{1,c}

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183
febri.firman.007@gmail.com, hsosiati@ft.umy.ac.id, cahyo_budi@umy.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume silica terhadap sifat mekanis dan fisis komposit epoksi/kenaf/silica. Panjang serat yang digunakan 5 mm dan perbandingan variasi fraksi volume epoksi/kenaf/silica yang digunakan adalah 70:28:2, 70:27:3, dan 70:25:5. Partikel silica yang digunakan yaitu berukuran 37 μm . Fabrikasi komposit dilakukan dengan metode serat acak satu lapisan menggunakan mesin hotpress molding dengan tekanan terukur 5 MPa pada temperatur ruangan selama 30-50 menit. Hasil penelitian menunjukkan ketangguhan impact, kekuatan bending, dan modulus elastisitas bending paling tinggi adalah komposit dengan fraksi volume 70:28:2 dengan nilai masing-masing sebesar 7,49 kJ/mm², 59,180 MPa, dan 4,658 GPa. Dari hasil *water absorption* dan patahan impact, penambahan silica 2% memiliki daya serap rendah serta ikatan matriks yang baik bila dibandingkan dengan penambahan silica 3% dan 5%.

Kata Kunci : Kenaf, Epoksi, Silica, uji impact, uji bending, uji daya serap air, mikroskopo optic, SEM

1. PENDAHULUAN

Dalam industri otomotif saat ini berkembang sangat pesat, terutama dalam pemanfaatan serat alam untuk di jadikan bahan pembuatan material komposit. Hal ini memicu para peneliti melakukan terobosan baru untuk menghasilkan material komposit baru yang memiliki keunggulan dalam sifat mekanis maupun fisis. Serat alam memiliki sifat yang ramah lingkungan, densitas rendah, serta ekonomis (Akil dkk. 2011). Serat alam merupakan bahan yang bersifat terurai secara alami (*biodegradable*) sehingga dapat di jadikan penguat dalam pembuatan komposit.

Komposit merupakan perpaduan dua material atau lebih yang berbeda fasa, yang menghasilkan material baru dengan sifat yang lebih baik dari pada komponen penyusunnya. Ikatan antar partikel mempengaruhi secara langsung sifat mekanik pada komposit yang dihasilkan. Material komposit tersusun atas *filler* dan matrix. (Rihayat dan Suryani, 2011).

Polimer termoset seperti *polyester*, *vinylester* dan *epoxy* memiliki sifat mudah dibentuk menyesuaikan suhu. Polimer termoset memiliki ketahanan terhadap suhu dan bahan kimia atau pelarut cair dan kekentalannya tidak terlalu tinggi sehingga mampu membasahi permukaan serat (Kartini dkk, 2002). Matriks 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* (Mallick, 2007). Epoksi merupakan polimer yang baik karena memiliki kekuatan dan modulus yang relatif tinggi, penyusutan rendah, serta ketahanan panas dan kimia yang sangat baik (Bakar dkk, 2014).

Kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) merupakan tanaman dengan pertumbuhan cepat yaitu 5-6 bulan dengan tinggi 4-5 m. Kenaf merupakan jenis tanaman yang dapat tumbuh sepanjang musim, mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, mudah dibentuk, mempunyai kekuatan mekanik tinggi, densitasnya rendah, serta mudah dibudidayakan. Serat kenaf sering digunakan di Malaysia sebagai sumber daya ramah lingkungan untuk industry

otomotif, pengemasan makanan, furniture, tekstil, dan olahraga. Dalam dekade terakhir, pemanfaatan kenaf sebagai alternatif kayu *pulp* dan *fiberboard* untuk membantu melestarikan hutan. Penggunaannya beragam pada berbagai jenis matriks (Azwa dan Yousif, 2013). Namun penggunaan *fibrebord* yaitu mudah menyerap air serta lebih lunak menyebabkan komponen lebih cepat rusak sehingga perlu adanya penguat untuk meningkatkan sifat bahan. Silika mikropartikel meningkatkan interaksi antar matriks yang mana berdampak pada sifat mekanik, fisik, dan optik dan memberi ketahanan retak dan penuaan. Partikel silika yang terdispersi mampu meningkatkan kekuatan secara konsisten hingga 10% sifat mekanik bahan. (Bajuri dkk, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Bajuri dkk. (2016) tentang pengaruh penambahan partikel nanosilika material komposit terhadap kekuatan bending dan tekan dengan penambahan silika 0, 0,5, 2, 3, dan 4%. Bozkurt dkk. (2017) melakukan penelitian tentang pengaruh partikel nanosilika terhadap kekuatan tarik dan bending komposit hibrid laminasi glass/epoxy/nanosilika dengan penambahan silika 0, 1, 1,5, 2, 3%.

Jaafar dkk. (2018) melakukan penelitian tentang karakterisasi komposit lamina epoxy/silika/kenaf menggunakan metode hand lay-up. Dengan variasi silika 10, 20, 30, dan 50 phr dengan rasio perbandingan konstan 75,5% epoxy dan 24,5% kenaf. Bakar dkk, (2010) melakukan penelitian tentang perbandingan sifat mekanis *Untreated* dan *treated* serat kenaf dengan matriks epoxy. Variasi penambahan serat yang digunakan yaitu 5, 10, 15, 20, dan 25%.

Gowthami dkk. (2013) melakukan penelitian pengaruh penambahan silika pada sifat termal dan mekanik komposit serat sisal/silika bermatriks polyester dengan ukuran partikel silika 10 μm dan penambahan volume silika sebesar 5%. Diharjo dkk. (2014) meneliti Pengaruh Fraksi Volume Filler terhadap Kekuatan Bending dan Ketangguhan Impak Komposit Nanosilika – Phenolic. Variasi fraksi volume nanosilika 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dan 60%.

Pengujian tentang water arbsorbsion dilakukan oleh Islam dkk. (2019) melakukan penelitian tentang proses, katakterisasi, dan potensi aplikasi bio komposit berbasis serat kenaf. Dengan variasi *filler Pure* PLA, TKKS/PLA, Kenaf/PLA, dan TKKS/Kenaf/PLA. Bajuri dkk, (2018) melakukan penelitian tentang analisis uji penyerapan air dengan penambahan nanosilika komposit epoxy/kenaf. Dengan variasi 40, 50, dan 60% tanpa silika dan 40, 50, dan 60% dengan silika 5%. Zykova dkk. (2015) melakukan penelitian tentang pengaruh ukuran serbuk partikel pada kapasitas daya serap air dan sifat mekanik komposit serbuk kayu/*polypropylene*. Dengan variasi ukuran partikel 0-80, 80-140, dan 140-200 μm .

Yusmaniar dan Suryani (2012) yang meneliti pemanfaatan silika padi pada komposit polyester/silica dengan variasi ukuran partikel silika ayak 60, 230, dan 400 mesh. Osman dkk, (2011) yang meneliti pengaruh perawatan serat dan panjang serat terhadap kekuatan mekanis komposit kenaf/*unsaturated polyester*. Variasi Panjang serat antara 1-6 mm dan 10-30 mm. Raghavendra dkk (2015) yang mana tentang pengaruh panjang serat terhadap kekuatan tarik komposit hibrid *epoxy/banana fibre* dengan variasi untreated 2 mm dan treated fiber 2, 4, dan 6 mm. Joseph dkk. (1993) yang melakukan penelitian kekuatan tarik dengan variasi panjang serat 2,1 mm, 5,8 mm, dan 9,2 mm dengan matriks polyethylene.

Berdasarkan penelitian diatas, belum adanya penelitian tentang optimalisasi fraksi volume silika dan kenaf yang sesuai. Maka pada penelitian ini telah dibuat komposit hibrid dengan matriks epoksi berpenguat serat kenaf dan silika fume yang difabrikasi menggunakan metode *coldpress and curing* (press dingin dilanjutkan pemanasan pada suhu 100°C selama 25-50 menit) dengan variasi penambahan silika 2, 3, dan 5%. Untuk panjang serat kenaf \pm 5mm dan fraksi volume epoxy/kenaf/silica fume yaitu 70:28:2%, 70:27:3%, dan 70:25:5%. Selanjutnya uji mekanis yang dilakukan pada specimen komposit adalah uji impak dan uji bending. Sedangkan untuk uji fisis yang dilakukan pada spesimen komposit tersebut adalah *water arbsorbsion* dan uji mikro patahan hasil uji impak yang tertinggi disetiap variasi diamati dengan menggunakan scanning electron microscopy (SEM).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan adalah serat kenaf, silica fume dan Epoxy. Serat kenaf diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), Malang, Jawa Timur. Silica sume diperoleh dari toko Semic Pratama. Epoxy diperoleh dari toko Ngasem Baru yang disuplai dari PT. Justus Kimia Raya Semarang. Massa jenis dari serat kenaf, silica fume, dan epoxy masing masing 1,45, 2,65, dan 1,2 gr/cm³

2.2 Preparasi Serat

Serat kenaf terlebih dahulu dicuci dari kotoran menggunakan air. Serat yang telah dibersihkan dari kotoran kemudian direndam dalam larutan alkali NaOH 6% selama 36 jam. Perendaman dilakukan untuk menghilangkan bercak-bercak kotoran yang masih menempel pada serat. Setelah perendaman selesai, serat kemudian dicuci dengan larutan asam asetat (CH₃COOH) 1% selama 24 jam untuk menetralsisir serat dari larutan NaOH. Setelah itu dilakukan pencucian dengan menggunakan air yang mengalir. Serat dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 45 menit untuk mereduksi kandungan air dalam serat kenaf. Setelah itu serat dipotong menjadi ukuran 4 mm.

2.3 Persiapan Komposit

Serat Kenaf ditimbang sesuai dengan fraksi volume setelah itu disusun ke wadah cetakan. Kemudian dilakukan pencampuran epoxy dan silica sesuai fraksi volume dengan menggunakan strirrer. Dilakukan penuangan epoxy dan silica kedalam cetakan hingga menyerap secara menyeluruh. Komposit dibuat dengan metode hot compression molding hasil rekayasa. Variasi fraksi volume yang digunakan adalah 28:2:70, 27:3:70, dan 25:5:70.

2.4 Pembuatan Spesimen Uji Mekanis, Fisis, dan Karakterisasi

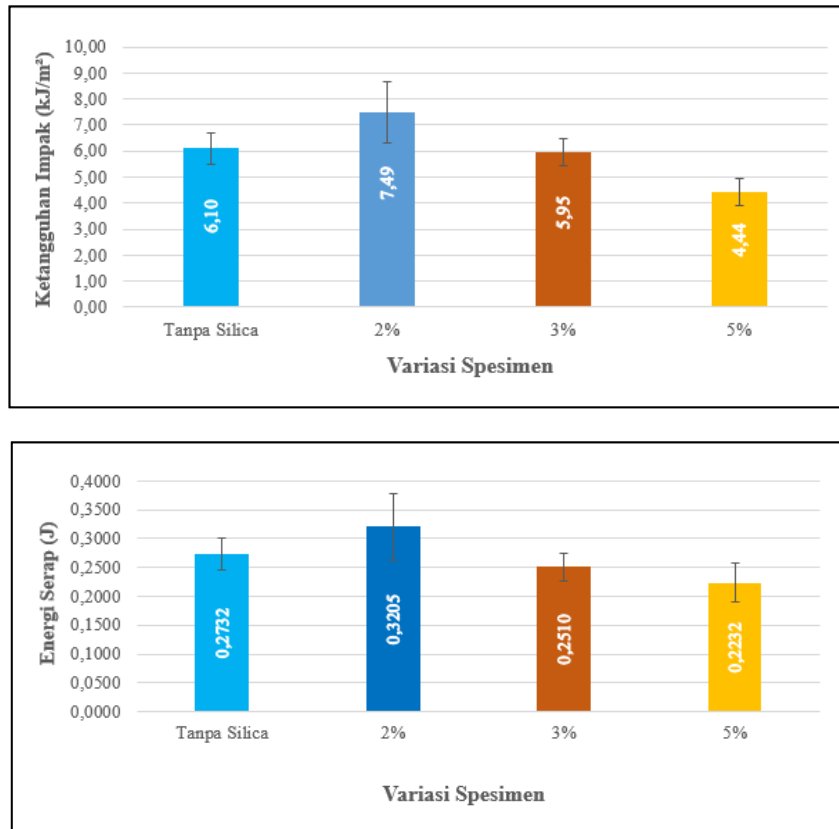
Pada penelitian ini tipe serat yang digunakan adalah orientasi serat acak dan menggunakan serat pendek. Komposit dibuat dalam *laminat* tunggal dimana dalam pembuatannya matriks dan filler berada dalam 1 lapisan. Cetakan kemudian dipress pada tekanan 1,449 MPa untuk specimen uji bending dan 0,967 MPa untuk specimen uji impak dengan suhu 100°C selama 25-50 menit. Dimensi untuk pengujian bending mengacu pada ASTM D790, untuk pengujian impak yaitu ASTM D6110, dan untuk pengujian daya serap air menggunakan ASTM D570. Spesimen yang diuji untuk setiap variasi sebanyak 6-7 item. *Speed Testing* diatur pada 2 mm/menit untuk uji bending dan 2,901 m/s untuk uji impak. Pengujian dilakukan di Politeknik Atmi Surakarta dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM)



Gambar 1. Spesimen Uji Bending dan Impak Komposit

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Impak



Gambar 3.1 Grafik hasil ketangguhan dan energi serap impact

Grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 3.1 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 impact dengan penambahan *nanosilica* meningkat sekitar 80% daripada komposit tanpa silica (Gowthami dkk., 2013).

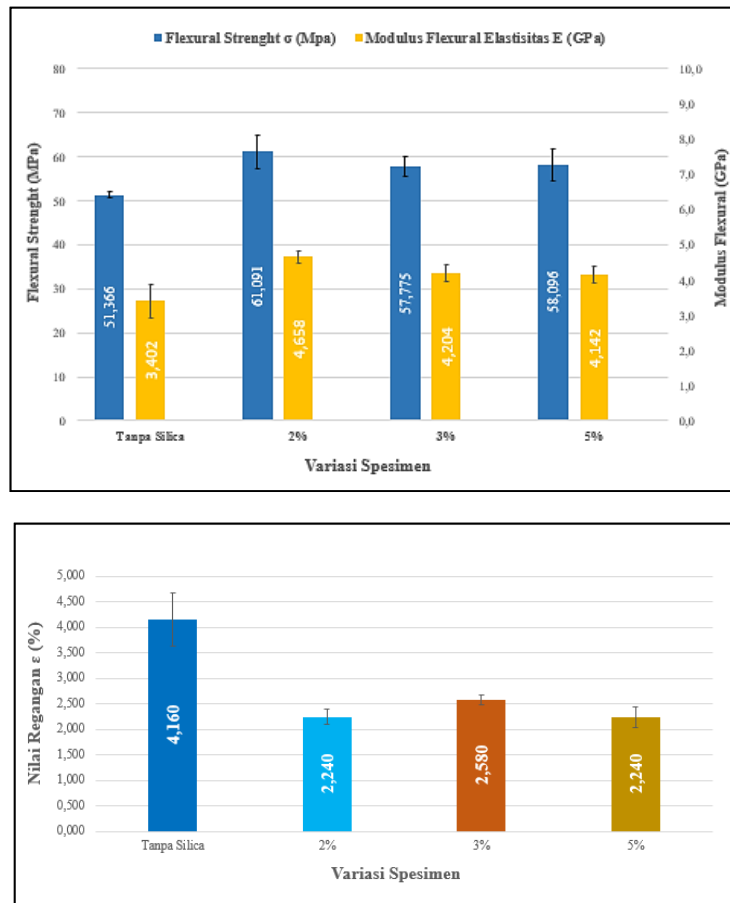
Hasil uji impact pada penelitian ini apabila dibandingkan dengan penelitian Jaafar dkk, (2018) yang meneliti karakterisasi komposit hibrid kenaf/*silica fume/epoxy* menggunakan metode hand lay-up menunjukkan ketangguhan impact optimal dengan penambahan silica 30 phr sebesar 10,6 kJ/m². Ketangguhan impact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

3.2 Hasil Pengujian Bending Komposit

Dari gambar 3.2 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% *nanosilica* 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.



Gambar 3.1 Grafik hasil Flexural Strenght, Modulus Elastisitas, dan Regangan pada Pengujian Bending

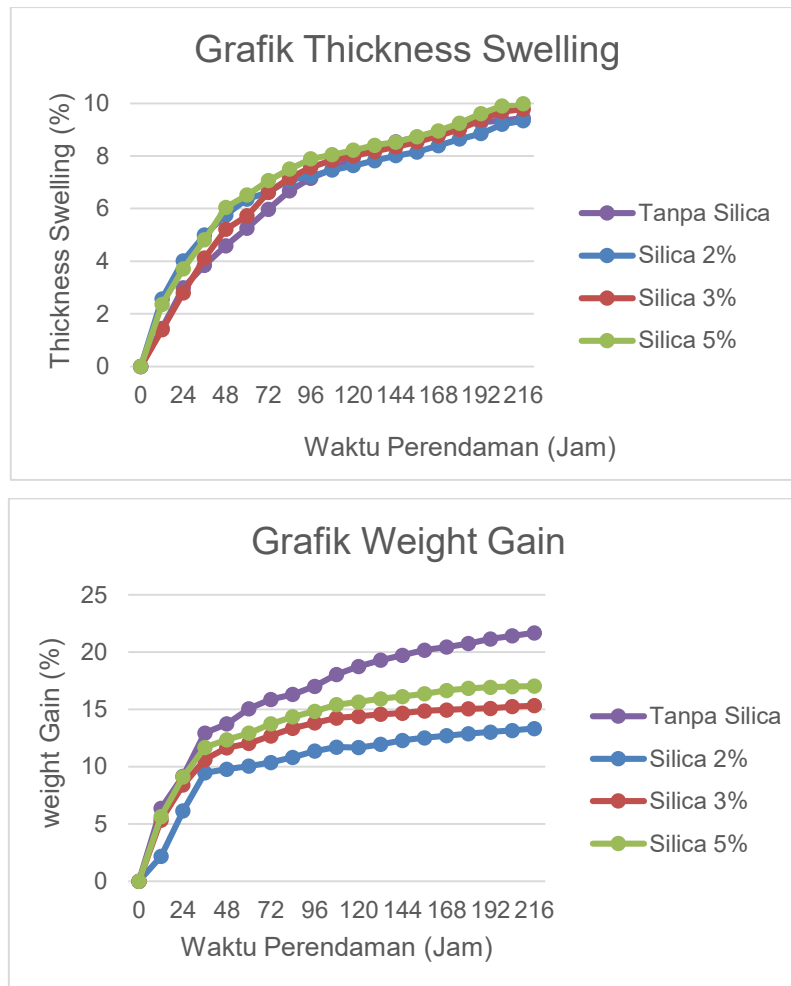
Pada penelitian Jaafar dkk, (2018) dengan penambahan silica 30 phr menghasilkan kekuatan bending yang lebih rendah dibanding penelitian ini yaitu sebesar 54.1 MPa. Hal ini disebabkan oleh perbedaan proses alkalisasi yang mana hanya menggunakan 3% NaOH. Hal ini menyebabkan interaksi antar permukaan matriks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

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).

3.3 Hasil Pengujian Daya Serap Air Komposit

Dari data pada Gambar 3.3 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.



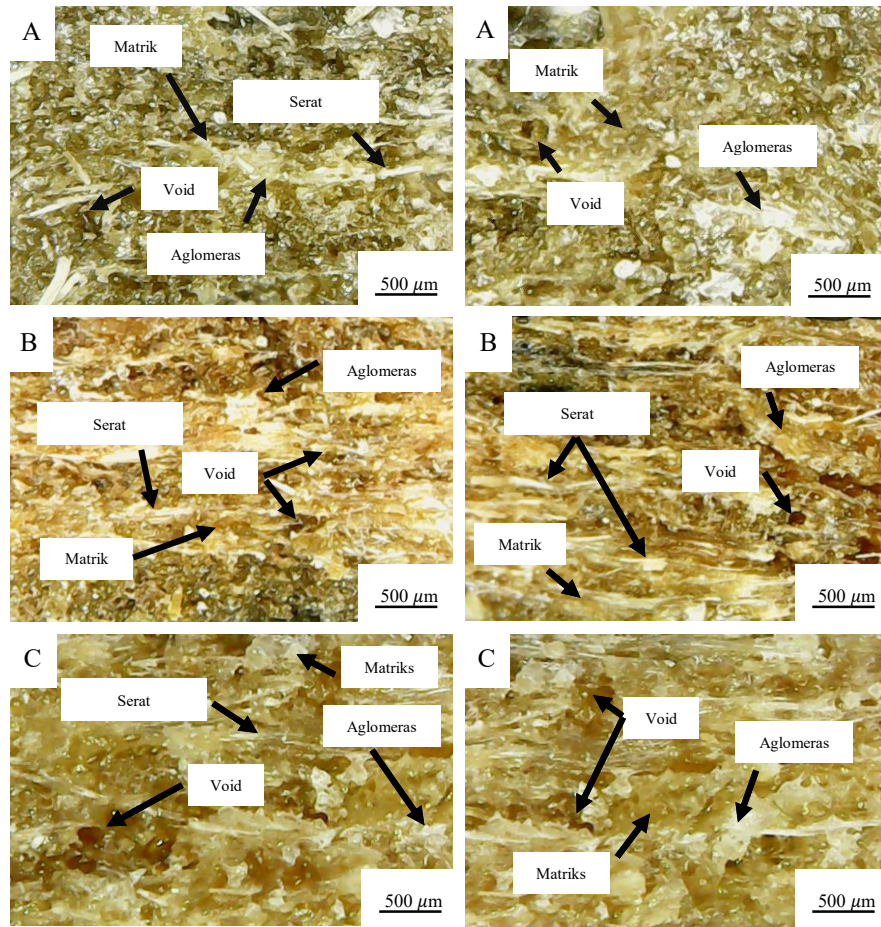
Gambar 3.3 Grafik hasil *thickness swelling* dan *weight gain*

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).

3.4 Analisa Foto Makro Komposit menggunakan Mikroskop Optik dan Makro

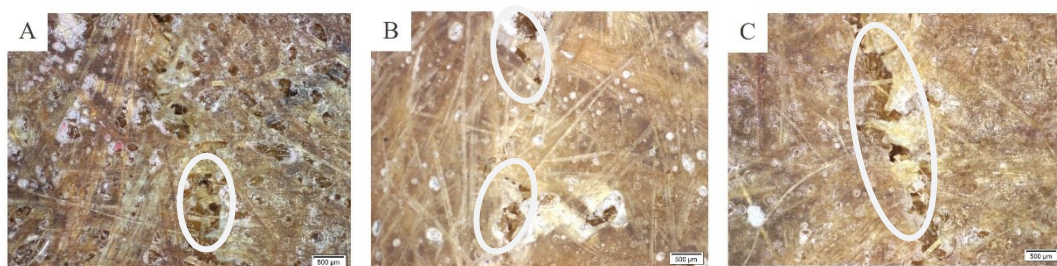
Gambar 3.4 adalah hasil foto makro komposit kenaf/*silica*/epoxy menggunakan mikroskop optic dengan mengamati persebaran serat. Hasil menunjukkan persebaran serat kurang merata. Masih terdapat beberapa lokasi dimana matriks dan serat dominan pada satu tempat. Hal ini terjadi karena susunan serat acak 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 3.4 Hasil Foto Makro menggunakan Mikroskop Optik (A) Silica fume 2%; (B) Silica fume 3%; dan (C) Silica fume 5%.

Gambar 3.5 adalah hasil foto makro komposit kenaf/silica/epoxy pada segmen patahan uji bending dengan mikroskop optic makro untuk mengamati pengaruh *silica* terhadap patahan.



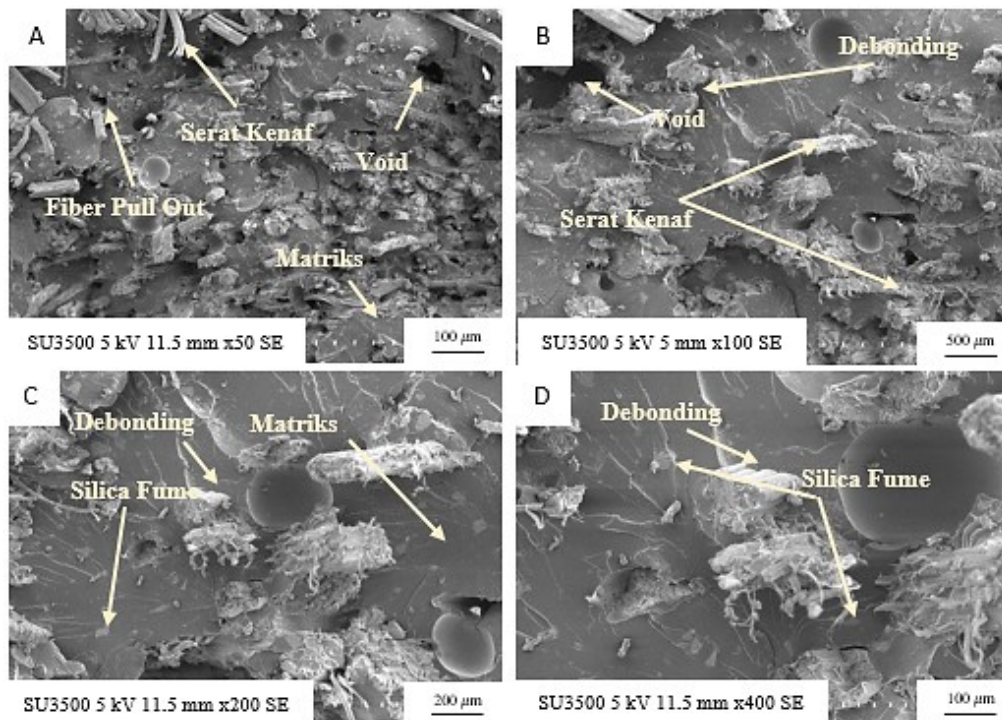
Gambar 3.5 Hasil Foto Makro Patahan Uji Bending (A) Silica fume 2%; (B) Silica fume 3%; dan (C) Silica fume 5%.

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 persebaran 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

Dari citra SEM Gambar 3.6 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.



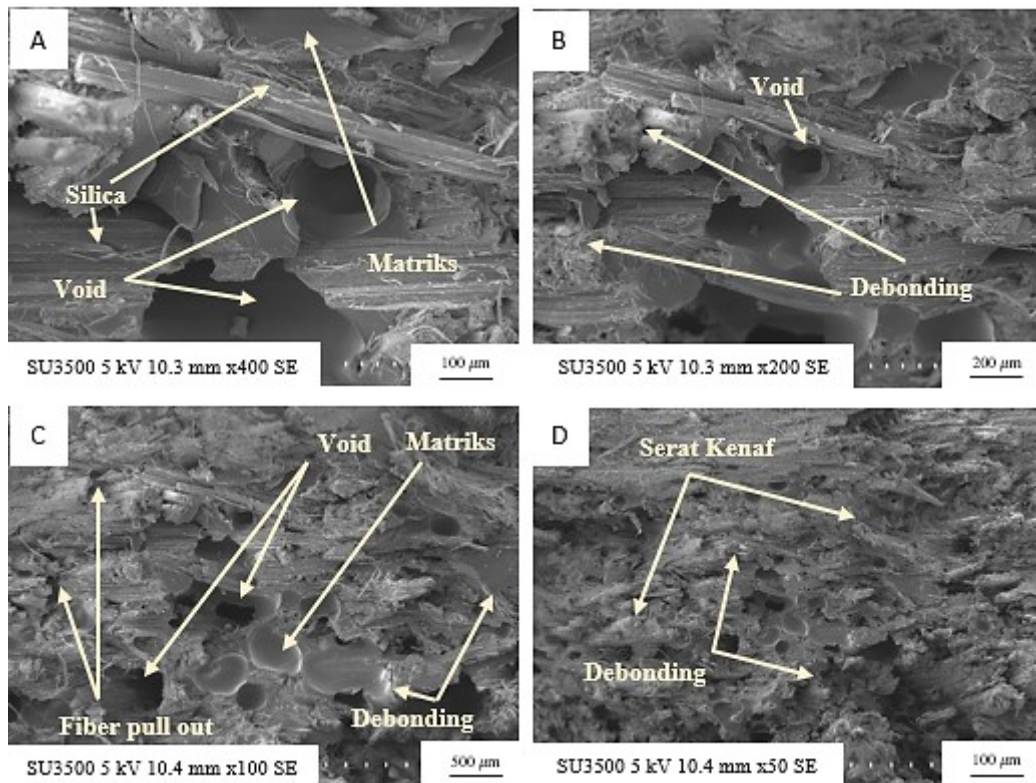
Gambar 3.6 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf /*Silica fume*/Epoxy 28:2:70% dengan perbesaran (A) 50x (B) 100x (C) 200x (D) 400x

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 pembebanan 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.

Dari citra SEM Gambar 3.7 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.

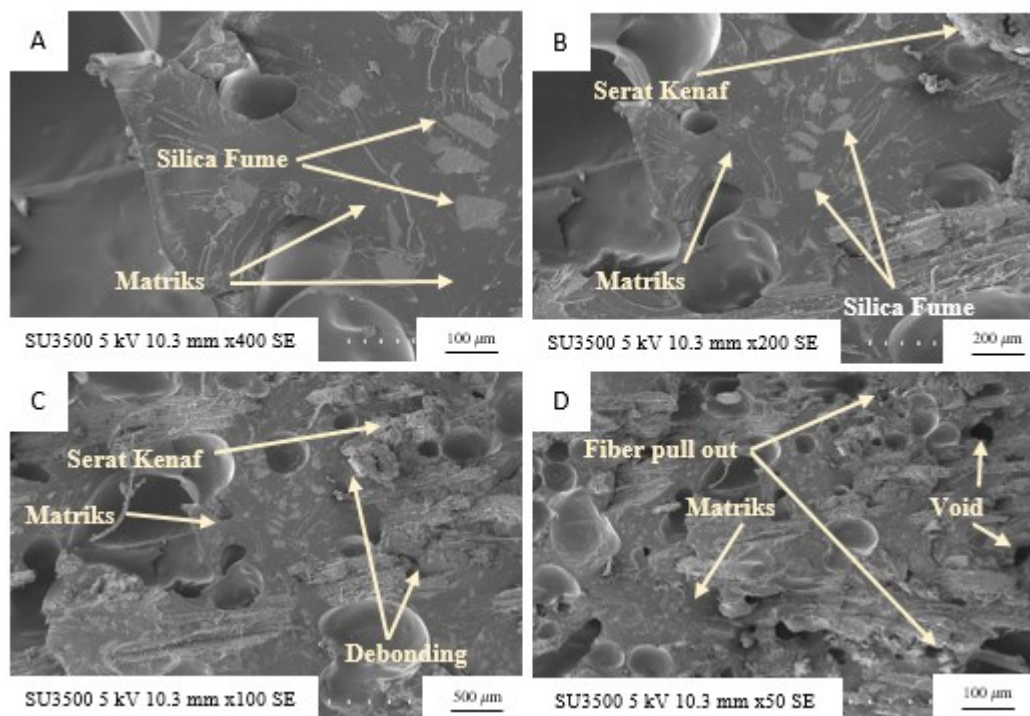
Peningkatan *fiber pull out* terjadi akibat penambahan silica yang berlebih namun menyebabkan kepadatan yang berlebih. Semakin tinggi fraksi volume *silica*, maka kepadatan pada komposit semakin meningkat (Diharjo dkk, 2014). Akibatnya tingkat kepadatan hanya terjadi pada titik tertentu ketika kandungan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



Gambar 3.7 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf /Silica fume/Epoxy 27:3:70% dengan perbesaran (A) 50x (B) 100x (C) 200x (D) 400x

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 3.7 komposit kenaf/*silica fume*/epoxy dengan 27:3:70% terlihat permukaan cenderung lebih kasar apabila dengan penambahan silca 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).

Dari citra SEM Gambar 3.8 struktur patahan komposit epoksi/kenaf dengan penambahan *silica* 5% mengakibatkan persebaran *silica* lebih merata dibanding dengan komposit dengan penambahan silca 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).



Gambar 3.8 SEM Struktur Patahan Komposit Kenaf /Silica fume/Epoxy 25:5:70 % dengan perbesaran (A) 50x (B) 100x (C) 200x (D) 400x

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 silika. Titik lingkaran void hitam menunjukkan kegagalan komposit yang disumbangkan oleh adhesi antarmuka yang buruk antara serat dan matriks (Jaafar dkk, 2018).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan silica fume pada komposit kenaf/silica/epoxy sebesar 2% dapat meningkatkan kekuatan mekanis dan fisis pada komposit. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian menunjukkan ketangguhan impak, kekuatan bending, dan modulus elastisitas bending paling tinggi adalah komposit dengan fraksi volume 70:28:2.
2. Penambahan silica fume pada komposit kenaf/silica/epoxy meningkatkan daya serap air. Penambahan volume silika meningkatkan void akibat adanya aglomerasi menyebabkan penyerapan komposit meningkat.
3. Analisa SEM menunjukkan bahwa penambahan partikel silika 2% mampu meningkatkan impak dan modulus elastisitas bending akibat partikel terdispersi secara merata. Penambahan partikel silika 2% mampu menurunkan daya serap air dikarenakan partikel cenderung homogen dan tingkat kerapatan yang lebih tinggi. Tidak adanya penggumpalan silika akibat persebaran partikel merata.

REFERENSI

- Akil, H.M., Omar, M.F., Mazuki, A.A.M., Safiee, S., Ishak, Z.A.M., Bakar, A.A. (2011). Kenaf Fiber Reinforced Composites: A Riview: Journal of Materials and Design Vol. 4107-4121.
- Annual Book ASTM Standart D6110-04. (2004). USA.
- Annual Book ASTM Standart D570-98. (1998). USA.
- Annual Book ASTM Standart D790-03. (2003). 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. 955-960.
- Bajuri, F., Mazlan, N., Ishak, M.R. (2018). *Water absorption analysis on impregnated kenaf with nanosilica for epoxy/kenaf composite*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.
- Bakar, M. A. Abu., Ahmad, S., Kuntjoro, W. (2010). *The Mechanical Properties of Treated and Untreated Kenaf Fibre Reinforced Epoxy Composite*. Journal of Biobased Materials and Bioenergy. Vol. 4, 1–5, 2010
- Bakar, N. H., Hyie, K. M., Mohamed, A. F., Salleh, Z. & Kalam, A. (2014). *Kenaf fibre composites using thermoset epoxy and polyester polymer resins: energy absorbed versus tensile properties*. Materials Research Innovations. 18:sup6, S6-505-509.
- 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).
- Carey, J. P. (2017) *Introduction to braided composites. Handbook of Advances in Braided Composite Materials*. Copyright © 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved, pp. 1-21.
- Diharjo, K., Elharomy, I., Purwanto, A. (2014) Pengaruh Fraksi Volume Filler terhadap Kekuatan Bending dan Ketangguhan Impak Komposit Nanosilika – Phenolic. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.5, No.1 Tahun 2014, pp. 27-32.
- Fan, M., Fu F. (2017) *Introduction: a perspective e natural fibre composites in construction*. Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction. Copyright © 2017 Elsevier Ltd. All rights reserved, pp. 1-20.
- Faruk, O., Bledzki K.A., Fink H.P., Sain M. (2012). *Biocomposites Reinforced With Natural Fibers: 2000-2010*. Proggres in Polymer Science Vol. 1552-1596.
- Fauzi, F. A., Ghazalli Z., Siregar J.P. (2016). *Effect of various kenaf fiber content on the mechanical properties of composites*. Journal of Mechanical Engineering and Sciences (JMES) ISSN (Print): 2289-4659; e-ISSN: 2231-8380 Volume 10, Issue 3, pp. 2226-2233.
- Gibson, R. F. (2012). *Principles of Composite Material Mechanics*. Edisi Ketiga. McGraw-Hill, Inc. New York, USA.
- 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: JOM*. 58(11), pp.80-86.
- Islam, Md. S., Rahman, Md. M., Hasan, Mahbub. (2019). *Kenaf Fiber Based Bio-Composite : Processing, Characterization and potential application. Encyclopedia of Renewable and Sustainable Materials 2019 Elsevier Inc*. pp.1-9
- Jaafar, C. N. Aiza., Zainol, I., Rizal, M. A. Muhammad. (2018). *Preparation And Characterisation Of Epoxy/Silica/Kenaf Composite Using Hand Lay-Up Method*. 27th Scientific Conference of the Microscopy Society Malaysia (27th SCMSM 2018).
- Joseph, K., Thomas, S., C. Pavithran, M. Brahmakumar. (1993). *Tensile Properties of Short Sisal Fiber Reinforced Polyethylene Composite*. Journal of Applied Polymer Science Vol. 47. 1733-1739 (1993).
- 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.
- Nahyudin, A., & Sosiati, H. (2016). Pengaruh Maleated Polypropylene (MAPP) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Sisal Polypropylene (PP). Skripsi. UGM. Yogyakarta, Indonesia.
- Onny. 2017. <http://artikel-teknologi.com/pengertian-material-komposit/>. Diakses pada 28 Maret 2019.
- Osman, E., Vakhguelt, A., Sbarski, I., Mutasher, S. (2011). *Mechanical Properties of Kenaf -Unsaturated Polyester Composites: Effect of Fiber Treatment and Fiber Length*. *Advanced Materials Research Vols. 311-313* (2011), pp 260-271.
- 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*.
- Raghavendra. S., Balachandrashetty, P., Mukunda, P. G., Sathyanarayana, K. G. (2012) *The Effect of Fiber Length on Tensile Properties of Epoxy Resin Composites Reinforced by the Fibers of Banana*. *International Journal of Engineering Research & Technology* (IJERT). Vol. 1 Issue 6, August – 2012, pp. 1-3.
- Ridwan B.Y, *Mechanical And Ballistic Properties of Natural Fibre/aramid Hybrid Laminated Composites*. *Philosophy* (2015).
- Saputra, Robi Maulana D. S., Rudiyanasyah., Wahyuni, Nelly., (2014). Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Limbah Kaca Termodifikasi Asam Stearat. *JKK*, Vol 3(3) pp 38-42
- Schwartz, M.M, 1984, *Composite Material Handbook*, Mc Graw Hill, Singapore.
- 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: pp 183–193.
- Silalahi, Lambok., (2016). Pengaruh Perlakuan Alkali dan Pemanasan Serat terhadap Kekuatan Tarik Serat Lengkuas. *Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung*. Pp 1-60
- Sosiati, H., Supatmi, D.A., Wijayanti, R., Widyorini. (2014). Properties of the Tread Kenaf/Polypropylene (PP) Composites: *Advance Materials Research Vol. 896* pp 566-569.
- Sujatno, A., Salam, R., Bandriyana., Dimiyati, A., (2015). Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkoni: *Jurnal Forum Nuklir (JFN)*, Volume 9, Nomor 2 pp 44-50
- Tan, S.C., (1988). *Effective Stress Fracture Models for Unnotched and Notched Multidirectional Laminates*. *Journal of Composite Materials* 1988 22: 322 pp. 332-320
- Towaha, Juniati & Ahmadi, Nur Rofiq. (2011). Pemanfaatan *cashew Nut Shell Liquid* sebagai sumber Fenol Alami pada Industri. *Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri dan Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian*. *Buletin RISTR* Vol 2 (2) 2011. pp. 187-198.
- 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, pp. 83-95.
- Zykova, A. K., Pantyukhov, P. V., Kolesnikova, N. N., Popov, A. A., Oikhov, A. A. (2015). Influence of Particle Size on Water Absorption Capacity and Mechanical Properties of Polyethylene Wood-Flour Composites. *AIP Conference Proceedings* 1683 (Vol. 1683, No. 1, p. 020242).