

PENGARUH PENAMBAHAN JENIS PARTIKEL TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN FISIS KOMPOSIT KENAF/EPOXY

M. Fahmi Rozi^{a*}, Harini Sosiati^a, Cahyo Budiyanoro^a

^aTeknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
 Jl. Brawijaya, Tamantirto, Bantul, Yogyakarta 55183
fahmirozi59@gmail.com

Abstrak

Kenaf (*Hibiscus cannabinus*) merupakan salah satu bahan pengisi yang telah dikembangkan oleh industri otomotif, karena keunggulan sifat mekanik yang tinggi, ramah lingkungan dan mudah didapatkan. Penggunaan matriks sebagai bahan pengikat untuk kenaf dan partikel bubuk sebagai penguat telah diteliti namun belum mencapai hasil yang maksimal. Oleh karena itu, penelitian ini mempelajari komposit serat kenaf/epoxy dengan penambahan partikel yang berbeda (silika, bentonit, CaCO_3) sebagai penguat yang bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik dan fisik dari komposit hybrid. Pada penelitian ini, serat dialkalisasi dengan merendam dalam NaOH larutan 6% selama 36 jam dan dinetralkan dengan asam asetat selama satu jam. Kemudian serat memiliki dengan yang berukuran 5 mm. Komposit hybrid dengan 30% pengisi yang terdiri dari serat kenaf dan berbagai partikulat (silika, bentonit, CaCO_3) dibuat dengan metode hand lay-up dengan menggunakan mesin hot press pada 100°C selama 20-50 menit. Uji impact dan bending spesimen komposit masing-masing dilakukan dengan ASTM D6110 dan ASTM D790. Uji daya serap air, berdasarkan ASTM D570, dilakukan selama 216 jam, dan pengukuran berat spesimen dan ketebalan pembengkakan dilakukan setiap 2 jam. Morfologi permukaan patahan impact dilihat dengan *scanning electron microscopy* (SEM) dan mikroskop optik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekuatan impact (7.49 kJ/m^2) dan *bending* (61.09 MPa) diperoleh dari hibrida komposit kenaf/Silika/epoxy dengan 2% fraksi volume partikel Silika. Sedangkan nilai kekuatan impact terendah (5.36 kJ/m^2) dan *bending* (42,71 MPa) ditunjukkan oleh komposit dengan 2% CaCO_3 dan bentonit. Uji daya serap air menunjukkan penambahan berat spesimen terkecil dan penambahan tebal spesimen ditunjukkan oleh komposit kenaf/ CaCO_3 /epoxy. Penurunan sifat mekanis disebabkan oleh adanya rongga yang terbentuk di semua komposit seperti yang ditunjukkan oleh SEM. Aglomerasi mikro-partikel dapat menghambat transfer tegangan dari matriks ke serat dan menyebabkan *debonding* dan *fiber pull-out*.

Kata Kunci : Kenaf, bentonit, CaCO_3 , Silika, uji impact, uji bending, uji penyerapan air, SEM

1. PENDAHULUAN

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya, baik itu sifat kimia maupun fisiknya. Masing-masing dari bahan tersebut memiliki pengikat (matriks) dan penguat (*filler*) yang berupa serat alam atau partikel (Nayiroh, 2010). Kenaf (*hibiscus cannabinus* L.) adalah tanaman yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai raw material alternatif industri yang diklasifikasi sebagai tanaman penghasil fiber pada jenis *hibiscus* (Malvaceae) Dapat dibudidayakan pada daerah tropis maupun subtropis (Sulaiman & Rahmat, 2018). Komposit plastik yang menggunakan serat alami sebagai penguat telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir. Komposit yang diperkuat serat terdiri dari serat sebagai penguat dan polimer sebagai matriks. Komposit yang diperkuat serat alam menggunakan berbagai jenis kaca, karbon, aluminium oksida, dan banyak lainnya sebagai komponen penguat (Li dkk, 2007). Matriks epoksi merupakan salah satu bahan yang terbaik untuk sebagai pengikat pada komposit,

karena memiliki sifat adhesi yang baik, mekanis yang tinggi, kadar serap air rendah, penyusutan kecil, dan mudah dalam fabrikasi (Faruk, dkk 2012). Selain itu, penambahan serbuk partikel juga mempengaruhi sifat mekanis pada komposit karena mampu meningkatkan kekuatan mekanis dan menginisiasi adanya *crack* pada komposit. Pada penelitian yang dilakukan oleh Mutalikdesai, dkk (2017) yaitu tentang penambahan partikel *silica fume* dengan variasi 0%, 2%, 4%, dan 6% dengan matriks epoksi dan serat flax. Pengujian mekanis yang dilakukan adalah uji dampak dan bending. Penelitian dengan menambahkan jenis partikel yang berbeda oleh Velmurugan, dkk (2018) yaitu partikel bentonit *clay* dengan persentase 0%, 1%, 2%, dan 3%. Pengujian mekanis yang dilakukan adalah bending test terhadap komposit serat kaca/epoksi. Pada penelitian yang telah dilaporkan oleh Sathiyamurthy, dkk (2011) tentang pengaruh CaCO_3 terhadap komposit coir-poliester dengan variasi panjang serat 10 mm, 30mm, dan 50mm. Persentase untuk pengisi (filler) yaitu 0%, 2%, dan 4%. Pengujian mekanis pada penelitian tersebut adalah uji dampak dan bending. Hasil menunjukkan kekuatan dampak dan bending maksimum terdapat pada variasi C12 (panjang 50 mm : diameter 0,18 mm : CaCO_3 0%) dan C23 (panjang 30 mm : diameter 0,25 mm : CaCO_3 2%). Analisis penyerapan air terhadap komposit kenaf/epoksi/ CaCO_3 dan sekam padi/epoksi/ CaCO_3 selama 80 hari yang telah dilaporkan oleh Aziz dan Mohamed (2016).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, komposit serat alam yang dihibrid menggunakan jenis partikel masih belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, pada penelitian ini telah dibuat komposit hibrid serat kenaf dengan penambahan jenis partikel yang berbeda yaitu silikon dioksida (SiO_2), bentonit, dan kalsium karbonat (CaCO_3). Menggunakan fraksi volume 30 : 70 yaitu untuk serat kenaf 28%, jenis partikel 2%: resin epoksi 70%. Perbandingan epoksi dan hardener adalah 1:1. Kemudian metode fabrikasi *hand lay-up* menggunakan mesin press panas (*Hot press molding*) 100°C. Uji mekanis yang dilakukan adalah pengujian *impact* dan *bending*. Sedangkan untuk mengetahui struktur mikro patahan yang diamati menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM).

METODE

Bahan yang digunakan adalah serat kenaf, silica, bentonit, CaCO_3 , epoxy, aseton, Natrium Hydroxide (NaOH) Acetid Acid (CH_3COOH), dan aquades (H_2O). Alat yang digunakan adalah hot press, cetakan komposit berdimensi (17 x 9) cm^2 , oven, alat pemotong spesimen, ayakan 400 mesh, timbangan digital, Universal Testing Machine Zwick/Roell, Impact Testing Zwick/Roell, dan Scanning Electron Microscopiy (SEM).

2.1 Persiapan dan Alkalisasi Serat Kenaf

Serat Kenaf dilakukan proses alkalisasi menggunakan 6% NaOH yang terlarut dengan *aquades* selama 36 jam perendaman. Proses netralisasi serat dengan 1% larutan asam asetat yang bertujuan untuk menghilangkan kadar asam yang ada pada serat kenaf selama 1 jam. Tahap selanjutnya dilakukan pengeringan serat kenaf dengan menggunakan mesin pengering pada suhu 80-100°C. Serat kenaf digunting dengan ukuran panjang serat ± 5 mm. Pada jenis partikel (silika, bentonit, CaCO_3) diayak dengan 400 mesh (37 μm), setelah itu dimasukkan kedalam oven pada suhu 50°C selama 30 menit. Matriks yang digunakan adalah matriks jenis epoksi *eposchon* dengan rasio 1:1 *hardener*.

2.2 Pembuatan Komposit

Komposit dibuat dari serat kenaf/jenis partikel (silika, bentonit, CaCO_3)/epoksi menggunakan fraksi volume 30:70 dimana 28% serat kenaf : 2% (silika, bentonit, CaCO_3) : 70 epoksi. Pada pencampuran matriks dengan jenis partikel menggunakan mesin pengaduk ± 10 menit sampai matriks dan jenis partikel tercampur dengan merata. Bersamaan dengan penataan serat kedalam cetakan. Teknik *hand lay-up* yang digunakan pada saat proses fabrikasi dengan mesin *hot press molding* pada tekanan 1700 Psi (*bending*) dan 1160 Psi

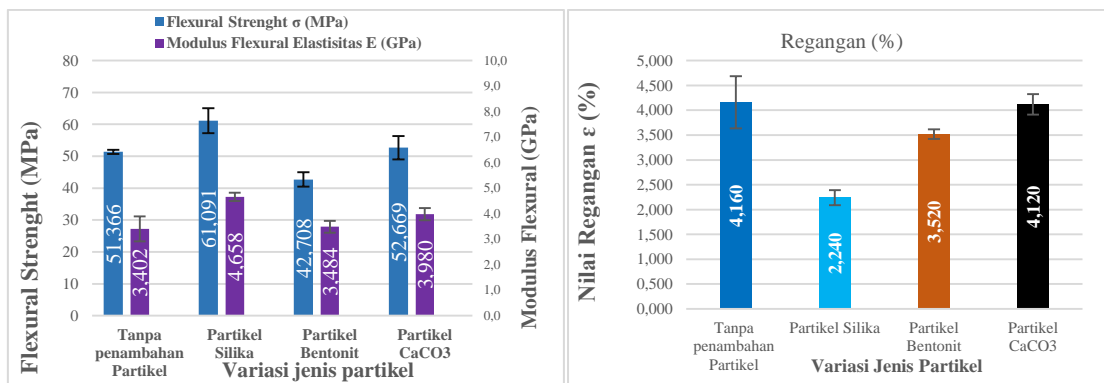
(impak) dengan suhu 100°C. Setelah itu dilakukan pemotongan sesuai dengan pengujian *bending* ASTM D790-03 dan impak ASTM D6110-04 serta uji daya serap air ASTM D570.

2.3 Uji Mekanis dan Karakterisasi

Pengujian *bending* mengacu pada ASTM D790 menggunakan *Universal Testing Machine Zwick/Roell nominal force* 20 KN di ATMI Surakarta, dengan tekanan 0,1 MPa dan kecepatan 2 mm/min. Pengujian impak mengacu pada ASTM D6110 menggunakan *Impact Testing Zwick/Roell* di ATMI Surakarta, dengan kecepatan 2,901 m/s dan sudut α 107,5°. Pengujian *water absorption* mengacu pada ASTM D570 dengan perendaman selama 216 jam dan pengukuran setiap 12 jam. Hasil patahan pengujian impak dikarakterisasi menggunakan SEM dengan perbesaran 100x dan 200x, sedangkan patahan pengujian *bending* dianalisa menggunakan mikroskop optik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian *Bending*

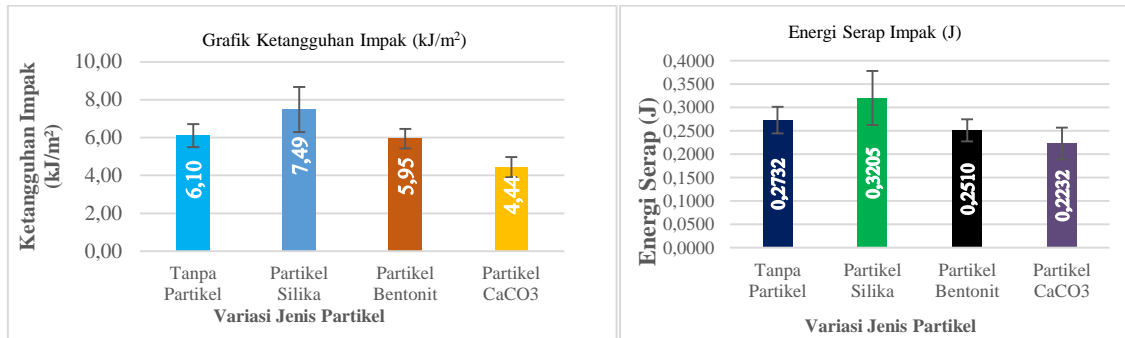


Gambar 3.1. Grafik pengujian *bending* ; Kekuatan lentur dan modulus lentur dan Regangan

Pada komposit hibrid yang ditambahkan 2% partikel jenis silika mendapatkan nilai kekuatan lentur dan modulus lentur paling tinggi yaitu sebesar 61,09 MPa dan 4,65 GPa. Hal ini disebabkan karena metode pelumuran matrik yang sudah tercampur dengan silika terserap secara merata kedalam serat kenaf dan partikel silika yang berperan sebagai penguat mampu meningkatkan kekuatan *bending* secara maksimum.

Dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Mutalikdesai, dkk (2017) tentang pengaruh penambahan 0%, 2%, 4%, dan 6% *silica fume* terhadap komposit *flax fiber*/epoksi dengan fraksi volume komposit epoksi/ *flax fiber* yaitu 60 :40 (tanpa partikel), 58:40, 56:40, dan 54:40. Hasil dari penelitian tersebut pada kekuatan lentur maksimum adalah sebesar 84.25 MPa. Hal ini disebabkan oleh penggunaan serat dan fraksi volume yang berbeda, sehingga pada penambahan 6% *silica fume* mampu meningkatkan kekuatan lentur terhadap komposit hibrid.

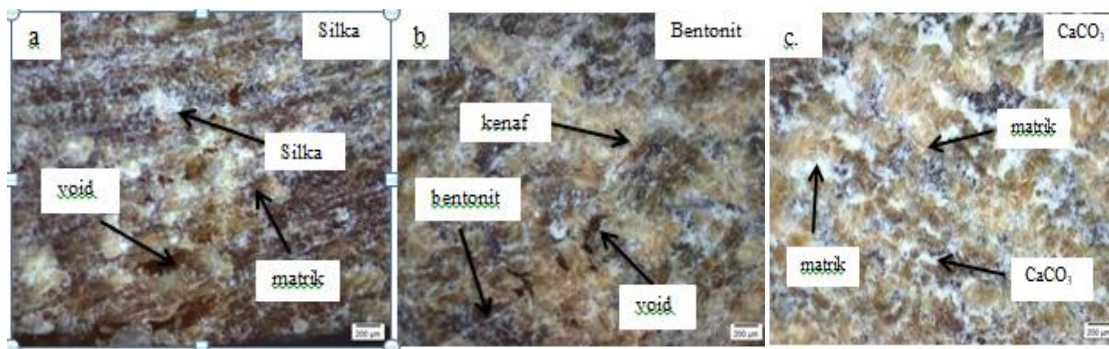
3.2 Hasil Pengujian Impak



Gambar 3.2 Grafik pengujian *bending* ; Kekuatan Impak dan Energi Serap

Gambar 3.2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dari nilai ketangguhan impact dan energi serap terhadap komposit hibrid serat kenaf/epoksi dengan 2% jenis partikel (silika, bentonit, CaCO₃). Pada komposit hibrid kenaf/epoksi dengan 2% silika mendapatkan nilai tertinggi untuk ketangguhan impact dan energi serap yaitu sebesar 7,49 kJ/m² dan 0,32 J. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mutalikdesai, dkk (2017) tentang pengaruh penambahan 0%, 2%, 4%, dan 6% *silica fume* terhadap komposit *flax fiber*/epoksi. Hasil dari penelitian tersebut mendapatkan kekuatan impact sebesar 9,55kJ/m² untuk 6% penambahan *silica fume*. Hal ini disebabkan oleh penambahan lebih dari 2% partikel silika dengan *flax fiber* mampu meningkatkan kekuatan impact dan partikel silika yang tercampur dengan resin epoksi mampu membuat sifat komposit hibrid menjadi kuat.

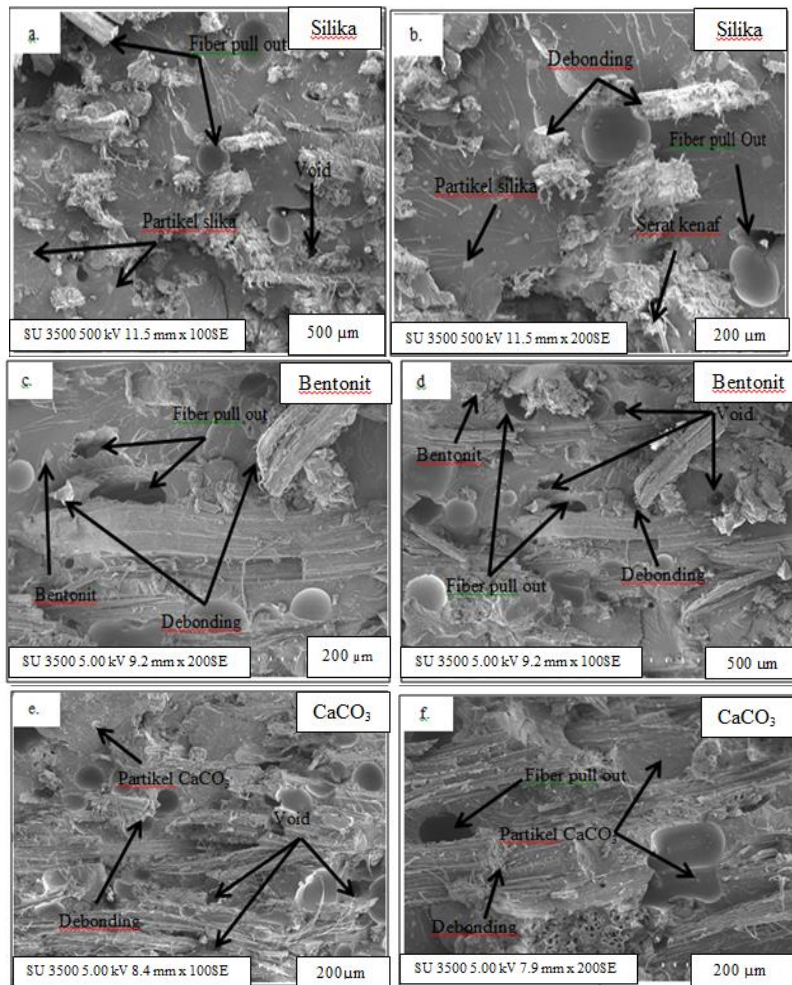
3.3 Analisis Hasil Foto Makro dari pengujian *Bending*



Gambar 3.3 Hasil Foto Mikro dari uji Impact menggunakan SEM

Dari gambar 3.3 menunjukkan hasil foto makro spesimen komposit kenaf /jenis partikel (silika, bentonit, CaCO₃)/epoksi. Jika diamati masih terdapat crack atau retak dari komposit kenaf/epoksi dengan penambahan partikel (silika, bentonit, CaCO₃). Hal ini disebabkan karena pada saat spesimen atau komposit diberikan beban serat dan matriks terputus dan tidak mampu terikat dengan kuat. Penambahan jenis partikel (silika, bentonit, CaCO₃) tidak tercampur merata dengan matriks epoksi, sehingga menyebabkan penggumpalan (*aglomelasi*) pada bagian komposit yang menciptakan suatu celah atau lubang (*void*) pada komposit hibrid.

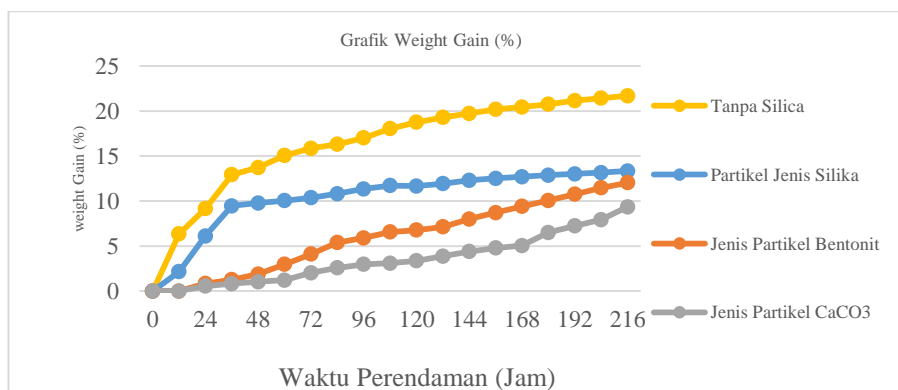
3.4 Analisis Hasil Foto Makro dari pengujian Impact



Gambar 3.4 Hasil Foto Mikro dari uji Impak menggunakan SEM

Gambar 3.3 menunjukkan bahwa penuangan matriks yang bercampur partikel jenis partikel (silika,bentonit,CaCO₃) yang tidak merata atau tidak meresap dengan benar menyebabkan lepasnya ikatan antara partikel dengan matriks (*fiber pull-out*) sehingga mengalami putusnya serat ketika diberi beban kejut (*debonding*).

3.5 Pengujian Daya Serap Air (*Water Absorption*)



Gambar 3.3 Grafik pengujian *Water Absorption*

Grafik perbandingan pertambahan pertambahan berat (*weight gain*) dapat dilihat hasil yang menunjukkan daya serap air yang paling trendah dari variasi penambahan jenis partikel (silika, bentonit, CaCO_3) adalah pada penambahan partikel CaCO_3 yaitu sebesar 9,36%. Hal ini disebabkan oleh partikel CaCO_3 yang mampu menutupi ruang yang kosong atau celah pada komposit, sehingga mampu menahan serapan air dengan baik.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penambahan jenis partikel 2% silika dapat mempengaruhi sifat mekanis pada komposit hibrid kenaf/epoksi dengan nilai kekuatan impak dan energi serap paling tinggi yaitu sebesar 7,49 kJ/m² dan 0,32 J. Sedangkan pada kekuatan lentur dan modulus lentur juga menghasilkan nilai maksimum sebesar 61,09 MPa dan 4,65 GPa. Pada pengujian daya serap air dengan variasi penambahan jenis partikel 2% CaCO_3 terhadap komposit kenaf/epoksi mampu menurunkan penyerapan air hingga 6,36%. Artinya pada penambahan partikel jenis silika dan CaCO_3 mampu meningkatkan kekuatan mekanis dan fisis pada komposit hibrid.
2. Hasil foto SEM menunjukkan bahwa dengan menambahkan 2% jenis partikel silika yang berperan sebagai pengisi mampu menginisiasi crack atau void yang terdapat didalam komposit kenaf/epoksi, sehingga meningkatkan kekuatan mekanis. Sedangkan pada 2% jenis partikel bentonit dan CaCO_3 menurunkan kekuatan mekanis. Hal ini disebabkan persebaran partikel dan serat yang tidak merata, sehingga terjadinya fiber pullout dan *debonding*.
3. Komposit hibrid kenaf/epoksi dengan penambahan silika 2% direkomendasikan untuk aplikasi komponen *eksterior* dan *interior* mobil karena katahannya terhadap beban kejut, kekuatan lentur dan modulus lenturnya yang baik.

REFERENSI

- Aziz, N. A., & Mohamed, R. (2016). *Calcium Carbonate Compton Effect Upon Morphology, Water Absorption and Flextural Properties of Hybrid Filled Kenaf and Rice Husk*. *International Journal of Advances in Science Engineering and Technology*, Vol-4(1), 32-33.
- Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2012). *Biocomposites Reinforced with Natural Fibers*. *Progress In Polymer Science*, 1571.
- Nayiroh, N. (2010). Teknologi Material Komposit. [Online]. <http://Nurun.lecturer.uin-malang.ac.id/wp-content/uploads/sites/7/2013/03/Material-Komposit.pdf>. [10 Juli 2019].
- Mutalikdesai, S., Sujaykumar, G., Dafedar, P., Chhabra, R., Haris, M., & Pal, R. R. (2017). *Effect of Silica Fume on Mechanical Properties of Flax Fiber Reinforced Epoxy Composites*. *American Journal of Materials Science*, 96-97.
- Sulaiman, M., & Rahmat, M. H. (2018). Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer dengan Serat Alam untuk Produk Otomotif. Vol-2018, 23.

Sathiyamurthy, S., Thaheer, A. A., & Jaya, S. (2011). *Mechanical Behaviours of Calcium Carbonate Impregnated Short Coir Fibre-Reinforced Polyester Composites*. *Journal of Materials Design and Application*, Vol-226. 52-60.

Velmurugan, N., Manimaran, G., Ravi, S., & Jayabalakrishnan, D. (2018). *Mechanical Property Of Stitched Glass Fiber, Epoxy With Bentonite Clay Composite Using Hand Layup Method*. *TAGA JOURNAL*, Vol.18. 168-169.