

Pengaruh waktu pengepresan terhadap sifat mekanik komposit kenaf / polypropylene

Sahid Bayu Setiajit¹, Wijang Wisnu Raharjo¹, Heru Sukanto²

¹Program Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta tlp. 0271632163

²Staff Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta tlp. 0271632163
Email korespondensi: m_asyain@yahoo.com

Abstrak

Komposit serat alam adalah salah satu komposit ramah lingkungan. Serat alami seperti rami, pisang, rosella, rami dan kenaf mampu menjadi bahan penguat yang baik untuk komposit termoset atau termoplast. Komposit yang menggunakan penguat serat alami dapat ditingkatkan dengan menambahkan waktu pressing dalam proses pembentukannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi waktu tekan terhadap sifat mekanik komposit mat serat kenaf - PP. Mat komposit serat kenaf-PP diolah dengan metode hot press sederhana. Suhu yang digunakan dalam proses pengepresan 180 °C dengan tekanan 7bar. Variasi waktu tekan adalah 5, 10, 15, 20,25 menit. Sifat mekanis yang telah diuji adalah tensile, bending, impact dan density. Fakta komposit diamati dengan menggunakan mikroskop elektron scanning (SEM). Variasi waktu 25 menit yang menekan menghasilkan kekuatan lentur dan tarik komposit tika serat kenaf-PP masing-masing: 39,37 MPa dan 25,27 Mpa. Kekuatan benturan tertinggi adalah 20,25 kJ/m² dari 5 menit variasi waktu tekan.

Kata kunci: variation of pressing time, kenaf fiber, polypropylene, hot press, sem.

Abstract

Natural fiber composite is the one of eco friendly composite. Natural fiber such as jute, banana, rosella, rami and kenaf are able to be a good reinforcement material for thermoset or thermoplast composite. Composite using natural fiber reinforcement can be upgraded by adding more pressing time in the forming process. The aim of this research is to investigate the influence of pressing time adding variation towards mechanical properties of mat composite of kenaf- PP fiber. Mat composite of kenaf- PP fiber is processed by using simple hot press method. The temperature used in the pressing process is 180 °C with 7bar of pressure. The variation of pressing time are 5, 10, 15, 20,25 minutes. Mechanical properties that have been tested are tensile, bending, impact and density. The fracture of the composite is observed using scanning electron microscopy (SEM). The 25 minutes pressing time variation resulting the bending and tensile strength of mat composite of kenaf- PP fiber respectively : 39,37 MPa and 25,27 Mpa. The highest impact strength is 20,25 kJ/m² from 5 minutes of variation of pressing time.

Keywords: variation of pressing time, kenaf fiber, polypropylene, hot press, sem.

1. Pendahuluan

Komposit serat alam adalah salah satu komposit yang ramah lingkungan. Tanaman kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) memiliki potensi sebagai bahan baku industri. Serat alam yang ringan, kuat, murah, mudah penanganannya serta ramah lingkungan sudah banyak digunakan untuk menggantikan serat gelas dan mineral filler di berbagai interior.

Serat kenaf saat ini masih sangat terbatas yaitu sebagai bahan dasar pembuatan kertas dan karung goni. Serat kenaf memiliki kandungan 75% selulosa dan 15% lignin dan mempunyai kekuatan tarik 283-800 MPa [1]

Komposit serat kenaf polypropylene (PP). Pembuatan komposit jenis ini dapat dilakukan dengan metode hot press atau injection moulding. [2]

mengatakan bahwa sifat mekanik komposit serat alam akan lebih baik apabila pembuatannya dilakukan dengan metode hot press dibandingkan dengan injection moulding, karena pada proses injection moulding serat akan mengalami degradasi. Karakteristik mekanik komposit yang dibuat dengan metode hot press dipengaruhi oleh beberapa parameter salah satunya adalah waktu pengepresan. [3] mengatakan bahwa pada pembuatan komposit serat jute/polyactide, sifat mekanik komposit terbaik diperoleh pada temperatur proses 180 °C dengan lama pengepresan 5 menit. Berdasarkan pemaparan diatas penelitian difokuskan pada pengaruh lama waktu pengepresan terhadap karakteristik mekanik komposit kenaf/PP sangat menarik untuk dilakukan.

Serat alam yang ringan, kuat, murah, mudah penanganannya serta ramah lingkungan sudah

banyak digunakan untuk menggantikan *glass fiber* dan *mineral filler*. Kekuatan mekanik komposit berpenguat serat alam dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kekuatan serat, kekuatan matrik, fraksi volume serat, proses produksi komposit, orientasi arah serat, dan ikatan antarmuka antara serat dan matrik.[4]

Serat alam terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan *lignin*. Komposisi selulosa dalam serat alam adalah 65% sampai dengan 70%. Selulosa dalam serat alam berfungsi sebagai penguat sedangkan hemiselulosa dan *lignin* berfungsi sebagai matrik. Selulosa dalam serat alam membentuk ikatan yang teratur (kristal) dan memiliki rumus kimia $C_6H_{10}O_5$. Hemiselulosa dan *lignin* membentuk ikatan tak beraturan (*amorf*). Ikatan kristal pada selulosa membuat serat alam menjadi kuat. Serat alam mempunyai keterbatasan pada perlakuan panas. Serat alam dapat mengalami degradasi pada suhu 200°C [1] PP memiliki kelebihan dibanding jenis termoplastik yang lain. PP mempunyai sifat khusus yaitu memiliki massa jenis paling rendah, titik lebur tinggi dan ulet serta dapat didaur ulang menjadi produk baru. [5]

Sifat mekanik komposit juga dapat dipengaruhi dari proses pembuatan atau perlakuan. Proses pembuatan komposit dengan *hot press* menggunakan beberapa parameter seperti temperatur pengepresan, waktu penahanan, tekanan pengepresan, dan waktu pendinginan. [6] menyatakan bahwa temperatur proses dan waktu tahan terbaik pada material komposit serat alam dengan matrik *polylactide* (PLA) adalah 170°C selama 5 menit. Jika suhu dinaikkan maka kekuatan tarik dan dampak komposit turun. Penurunan kekuatan tarik ini diakibatkan oleh degradasi serat alam yang diakibatkan oleh suhu yang terlalu tinggi. Pada waktu penahanan lebih dari 5 menit, kekuatan tarik komposit menurun secara signifikan, tetapi kekuatan dampak komposit tidak mengalami perubahan signifikan.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian adalah *mat kenaf-PP* yang diperoleh di PT. Toyota Boshoku Indonesia.

Tabel 2.1 Properti Mat kenaf-PP

Kenaf - PP ratio	50% wt/wt
Thickness	10 - 15 mm
Mass Per Unit Area	1,57 Kg / m ²
Fibre Length	70 mm ± 10 mm
Melting Point PP	160 - 175 °C

Alat yang digunakan untuk membuat komposit serat kenaf-PP adalah sebuah mesin *hot press*.

Parameter

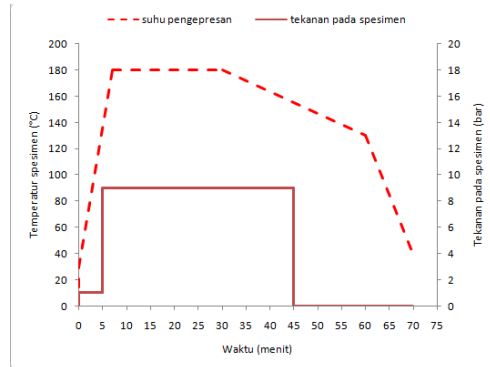
Dalam penelitian ini parameter yang dibuat tetap adalah:

- Suhu pengepresan 180 °C
- Tekanan pengepresan 7 bar

Parameter yang diubah adalah variasi waktu pengepresan, yaitu: 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, dan 25 menit.

Pembuatan Spesimen

Pembuatan komposit PP - kenaf menggunakan proses *simple hot press*. PP/kenaf diletakkan pada cetakan aluminium, kemudian tekan sebesar 7 bar pada suhu 180°C. Komposit polipropilen kenaf yang sudah berbentuk panel dengan lima variasi waktu pengepresan 5, 10, 15, 20, dan 25 menit. Waktu pemanasan dan tekanan yang digunakan pada proses *hot press*.



Gambar 2.1 Hubungan suhu, tekanan dan waktu penahanan selama proses pembuatan komposit serat kenaf-PP

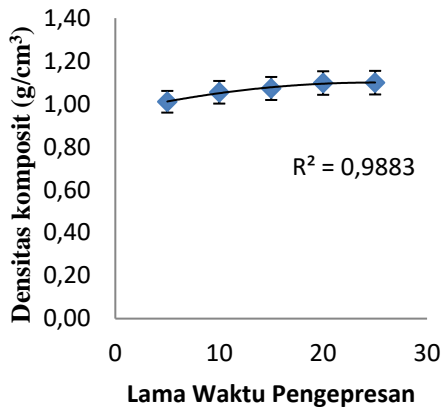
Tahap Pengujian

Pengujian densitas dilakukan dengan menimbang spesimen di udara dan di fluida sesuai standar ASTM D792. Pengujian tarik dan *bending* dilakukan dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* sesuai ASTM D638 untuk tarik dan ASTM D790 untuk *bending*. Pengujian dampak mengacu pada ASTM D5941 dengan menggunakan alat uji Dampak Izod. Pengamatan foto makro dilakukan dengan menggunakan mikroskop merk Olympus yang dilengkapi dengan kamera. Pengamatan foto mikro dilakukan dengan menggunakan foto *Scanning Electron Microscope* dengan *Type Inspect-S50*.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Tekanan Pengepresan Terhadap Densitas Komposit Kenaf-PP

Hasil pengujian densitas komposit serat PP – Kenaf dengan variasi waktu pengepresan 5, 10, 15, 20 dan 25 menit dapat dilihat pada gambar 3. 1.



Gambar 3.1 Hubungan pengaruh waktu pengepresan terhadap densitas

Gambar 3.1 menunjukkan bahwa densitas komposit kenaf – PP naik seiring dengan lamanya waktu pengepresan. Densitas komposit dengan lama waktu pengepresan 5 menit adalah 1,010 g/cm³. Pada lama waktu pengepresan dengan lama waktu 10 menit densitas komposit naik 4% menjadi 1,055 g/cm³. Pada lama waktu pengepresan dengan waktu 15 menit densitas komposit naik 2% menjadi 1,072. Pada lama waktu pengepresan dengan waktu 20 menit komposit naik 2% menjadi 1,098, dan pada lama waktu pengepresan 25 menit densitas komposit mengalami kenaikan yaitu 1,099.

Densitas mengalami kenaikan karena PP mengalami penyebaran yang merata pada saat waktu pengepresan semakin lama. Waktu pengepresan yang semakin lama maka pori akan berkurang sehingga menghasilkan densitas yang tinggi.

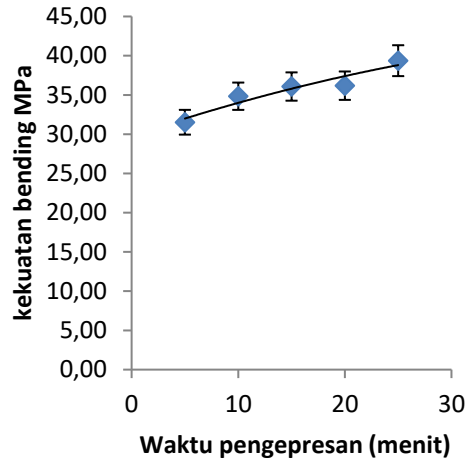
Densitas komposit hasil pengukuran memakai standar ASTM D792 merupakan densitas aktual komposit. Densitas komposit kenaf – PP pada fraksi massa 50% -50% adalah 1,109 g/cm³. Perbedaan antara densitas teoritis dan densitas aktual disebabkan oleh adanya void dalam komposit dapat ditentukan berdasar standar ASTM 2734. Hasil perhitungan fraksi void dalam komposit pada berbagai perlakuan alkali dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Persentase void dalam komposit serat kenaf-PP

Variasi Waktu (menit)	Fraksi Void (%)
5	8,95
10	4,89
15	3,36
20	1,01
25	0,92
Rata-rata	3,83

Tabel 3.1 menunjukkan kandungan void dalam komposit kenaf – PP sebesar 3.83 %. Menurut standar ASTM D2734, komposit yang baik memiliki kandungan void kurang dari 1%. Kandungan void yang besar disebabkan oleh proses pembuatan komposit yang memungkinkan terjebaknya udara didalam komposit.

Pengaruh Waktu Pengepresan Terhadap Kekuatan Bending



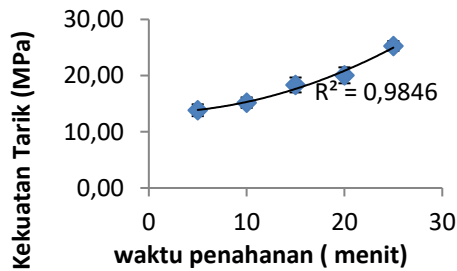
Gambar 3.2 kurva hubungan kekuatan bending terhadap lama waktu pengepresan komposit kenaf – PP

Hasil pengujian *bending* menunjukkan bahwa pertambahan suhu pengepresan menyebabkan kekuatan bendingnya meningkat. Kekuatan tertinggi terlihat pada grafik yaitu waktu 25 menit dan terendah 5 menit.

Hasil pengujian *bending* menggambarkan kekuatan *bending* maksimal komposit kenaf – PP dengan variasi lama waktu pengepresan 5 menit – 25 menit. Hasil pengujian *bending* untuk lama waktu pengepresan 5 menit adalah 36,03 MPa. Lama waktu pengepresan selama 5 menit ini adalah yang mempunyai kekuatan bending paling rendah. Kekuatan *bending* paling tinggi adalah variasi waktu pengepresan selama 25 menit, yaitu sebesar 46,61 MPa. Kekuatan *bending* dari variasi pengepresan 5 menit – 25 menit mengalami kenaikan sebesar 25%.

Pengepresan waktu 10 menit PP mulai meleleh dan masuk kedalam komposit, akan tetapi *polypropylen* yang meleleh masih berupa struktur laminasi. Semakin mengecilnya bagian dalam komposit yang tidak terlapsi PP mengakibatkan komposit yang terbentuk memiliki jumlah ikatan lebih besar dari pada waktu pengepresan 5 menit. Ikatan yang lebih besar mengakibatkan komposit dapat menahan beban lebih besar, sehingga kekuatan bending komposit lebih besar.

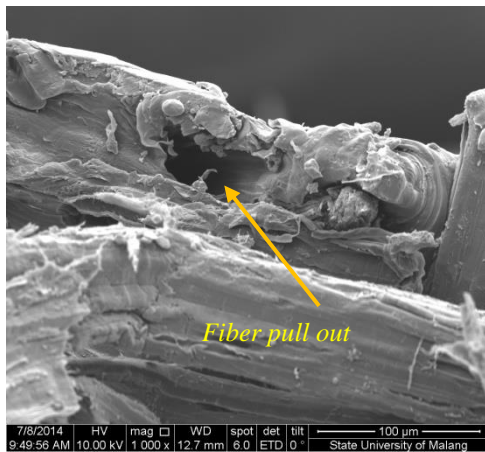
Pengaruh Tekanan Pengepresan Terhadap Kekuatan Tarik



Gambar 3.3 Hubungan variasi tekanan pengepresan dengan kekuatan *bending* komposit serat kenaf-PP

Gambar 3.3 kekuatan komposit kenaf-PP selama pengujian dari 5 menit – 25 menit menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengepresan maka akan semakin tinggi kekuatannya. Kekuatan tertinggi ditunjukkan pada pengujian 25 menit dan kekuatan terendah ditunjukkan pada waktu 5 menit.

Kekuatan komposit mengalami perbedaan terhadap waktu pengepresan yang mengakibatkan semakin lama waktu pengepresan maka akan semakin kuat juga kekuatannya. Kekuatan tarik tertinggi terjadi karena lama penahanan waktu pengepresan yaitu 25 menit. Besarnya kenaikan kekuatan tarik dari waktu 5 menit ke 25 menit adalah 83%. Penambahan waktu pengepresan menyebabkan PP merata dan menutup pori-pori sehingga ikatan yang antara PP dan kenaf akan semakin mengikat dengan baik.

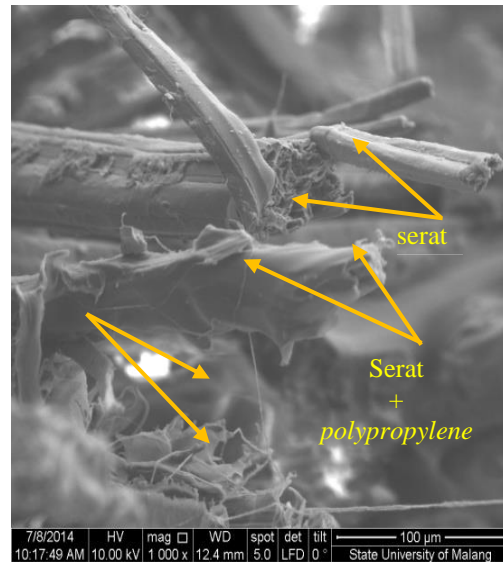


Gambar 3.4. Kegagalan waktu pengepresan dengan penahanan waktu 5 menit

Pada gambar 3.4 terlihat bahwa serat kenaf tidak mengalami patah saat terjadi kegagalan komposit. Tercabutnya serat kenaf juga meninggalkan rongga pada patahan komposit. Serat yang tercabut mengindikasikan kualitas ikatan yang lemah antara serat dan matrik. Pada kondisi kegagalan ini, matrik dan serat sebenarnya masih mampu menahan beban yang lebih besar. Lepasnya ikatan antara serat dan

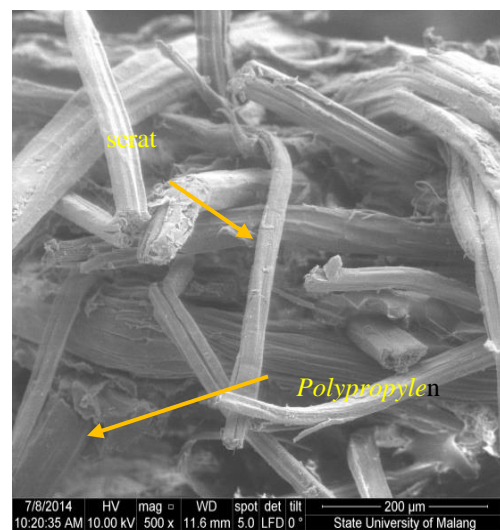
matrik mengakibatkan komposit mengalami kegagalan sebelum mencapai tegangan maksimal. [7]

Kekuatan tarik komposit terhadap variasi waktu lama pengepresan yang paling baik adalah pada waktu 25 menit. Komposit pada variasi waktu pengepresan 25 menit mempunyai ikatan antar muka yang baik antara serat kenaf dan matrik. Hal ini di tunjukkan pada gambar 4.5 menunjukkan foto SEM (*scanning electron microscopy*) ikatan serat dan matrik pada lama waktu pengepresan 25 menit.

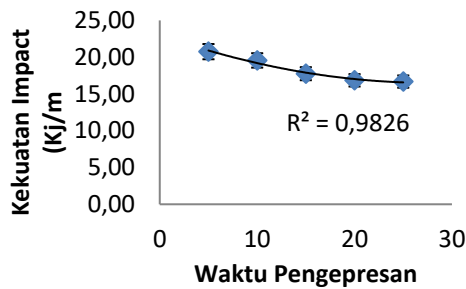


Gambar 3.5. patahan kenaf – PP variasi penahanan 25 menit

Foto SEM yang menunjukkan untuk komposit serat kenaf – PP dengan lama waktu penahanan 25 menit menunjukkan tidak terdapatnya kegagalan fiber *pull out*. Pada gambar 4.6 tampak serat patah dan terdapat matrik yang masih menempel pada serat.



Gambar 3.6 ikatan antar muka

Pengaruh Waktu Terhadap Kekuatan Impak

Gambar 3.7 Hubungan kekuatan impact dengan variasi waktu pengepresan komposit serat kenaf-PP

Gambar 3.7 menunjukkan penurunan kekuatan impact dari 25 menit – 5 menit. Nilai tertinggi pada pengujian ini adalah pada lama penahanan 5.

Hasil pengujian komposit kenaf – PP menunjukkan kekuatan impact pada waktu pengepresan 5 menit yaitu 20,75 kJ/m. Penurunan kekuatan impact terjadi pada penambahan penahanan waktu pengepresan, waktu penahanan untuk waktu 10 menit adalah 19,56 kJ/m penurunan yang terjadi antara waktu 5 menit dan 10 menit adalah 6%. Waktu pengepresan 15 kekuatan impactnya adalah 17,76 kJ/m, untuk waktu pengepresan dengan lama waktu 20 menit kekuatan impactnya adalah 16,86 kJ/m dan waktu pengepresan dengan lama waktu 25 menit adalah 16,68 kJ/m. Pengepresan komposit dari waktu 10 menit – 15 menit mengalami penurunan 5% tetapi komposit dengan lama waktu pengepresan selama 25 menit tidak mengalami penurunan yang signifikan hanya 1%.

Penurunan nilai ketahanan impact sesuai dengan penelitian [8] Kenaf / *polypropylene nonwoven composites*. Nilai ketahanan impact menurun seiring dengan bertambahnya variasi waktu lama pengepresan disebabkan karena kekakuan komposit lebih tinggi. Kekuatan impact merupakan energi yang mampu diserap material pada saat menerima pembebanan impact [9]. Energi yang diserap merupakan jumlah dari energi untuk mulai mematahkan spesimen, dan menyebabkan bending pada spesimen. Kekuatan impact komposit kenaf-PP dengan lama waktu pengepresan 5 menit mempunyai nilai yang lebih tinggi dari pada waktu 10, 15, 20, 25 menit karena PP yang berada pada komposit belum meleleh ke semua bagian komposit jadi energi serap dari pengujian impact semakin tinggi dan mempunyai ketahanan energi impact yang bagus. Komposit yang sudah terselimuti PP secara menyeluruh mempunyai energi serap yang rendah karena PP yang sudah menyeluruh menyebabkan energi serap pada pengujian impact semakin rendah dan mempunyai ketahanan energi kejut yang rendah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisa data, maka dapat ditarik kesimpulan pada waktu pengepresan terhadap komposit kenaf – PP meningkatkan kekuatan *bending* dan tarik, tetapi menurunkan kekuatan impact komposit.

Daftar Pustaka

- [1] Akil. H.M., Omar, M.F., Mazuki, A.A., Safiee, S., Ishak, Z.A.M., Bakar, A.A. 2011. *Kenaf Fiber Reinforced Composites*. International Journal of Materials and Design 32 4107-4121.
- [2] Bahrami, S. H., Mirzaie, Z. 2011. *Polypropylene / Modified Nanoclay Composite-Processing and Dyeability Properties*. World Applied Sciences Journal 13(3) 2011, ISSN 1818-4952, p: 493-501
- [3] Kiran G. Bhanu, K.N.S. Suman, N. Mohan Rao, R. Uma Maheswara rao. 2011. *A Study on the Influence of Hot Press Forming Process parameter on Mechanical Properties of Green Composites Using Taguchi Experimental Design*. International Journal of Engineering, Science and Technology Vol. 3, No. 4, 2011, pp 253-263
- [4] Budiantoro, C. 2010. *Themoplastik Dalam Industri*, Teknik Media, Yogyakarta
- [5] Edeerozey Mohd. A. M., hazizan Md Akil, A.B. Azhar, M.I. Zainal Arifin. 2007. *Chemical Modification of kenaf Fibres*. Journal of Material Letters 61 2007. 2023-2025.
- [6] Gibson, R.F., 1994, *Principles of Composites Material Mechanics*, Mc Graw Hill Book Co, Singapore.
- [7] Mohanty Amar.K, Manjusri Misra, Lawrence T Drzal. 2005. *Natural Fibres, Biopolymers, and Biocomposites*. Taylor and Francis Group.
- [8] Schwartz, M.M., 1984, *Composite Materials Handbook*, McGraw Hill Inc, New York.
- [9] Yuhazri Mohd Y., Phongsakorn, P.T., Haeryip Sihombing, Jeefferie A. R., Puvanavarman. 2011. *Mechanical Properties of Kenaf/Polyster Composites*. International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS Vol.11 No 01