

KARAKTERISASI SIFAT – SIFAT TARIK KOMPOSIT LAMINAT HIBRIDA KENAF/E-GLASS YANG DIFABRIKASI DENGAN MATRIKS POLYPROPYLENE

Dani Rahman Putra^{1,a}, Harini Sosiati^{1,b}, Cahyo Budiyanoro^{1,c}

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

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan material komposit hibrida serat alam kenaf, diperkuat dengan serat sintesis *E-Glass* dan *polypropylene* sebagai matriks yang berpotensi menjadi komponen panel otomotif. Fabrikasi komposit hibrida secara manual dengan mesin *hot press* hasil rekayasa pada temperatur 165 – 170°C dan tekanan *press* 25 kg/cm² selama 15 menit. Sebelum fabrikasi komposit, permukaan serat kenaf dialkalisasi dalam larutan (6% NaOH) dengan waktu perendaman 4 jam. Komposisi serat kenaf dan *E-Glass* difarasi dengan perbandingan persen volume (% volume) yaitu (10:20), (15:15), (20:10), sedangkan perbandingan serat terhadap matriks adalah 30:70. Uji Tarik spesimen komposit hibrida dilakukan dengan mengacu pada ASTM D638-02. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit hibrida cenderung meningkat dengan bertambahnya volume serat kenaf pada perbandingan serat kenaf dan *E-Glass* (20:10) dengan kekuatan tarik maksimum sebesar 48.36 MPa. Hasil ini dapat dijelaskan dari hasil analisa morfologi struktur patahan uji tarik menggunakan SEM yang menunjukkan ikatan serat kenaf dengan matriks lebih baik dibandingkan serat *E-Glass* dengan matriks. Selain itu terlihat bahwa distribusi serat hibrida didalam matriks *polypropylene* tidak merata.

Kata kunci: Serat Kenaf, Serat *E-Glass*, SEM, Komposit Hibrida, Uji Tarik

1. Pendahuluan

Semakin berkembangnya teknologi saat ini memicu peneliti menghasilkan terobosan baru dalam bidang ilmu material terbarukan yang ramah lingkungan (*green technology material science*). Selain itu juga untuk mengurangi pemakaian produk berbasis minyak bumi (*petroleum based product*) sehingga banyak negara maju saat ini yang memandang material komposit yang diperkuat serat alam mempunyai potensi sangat baik untuk menggantikan *petroleum based product* (Omar Faruk *et al.*, 2013). Serat alam dikategorikan sebagai serat yang ramah lingkungan, mudah dibudidayakan, harganya murah, serta mempunyai kekuatan mekanik tinggi (Akova E. *et al.*, 2013).

Komposit kenaf-*polypropylene* telah diproduksi oleh industri global. Salah satunya diproduksi oleh perusahaan Toyota Motor Corporation yang diantaranya menghasilkan *composite board* atau panel otomotif (Zamri Yusuf *et al.*, 2015). Serat kenaf (*Hibiscus Cannabinus*) merupakan jenis tanaman yang dapat tumbuh sepanjang musim, mempunyai nilai ekonomis yang tinggi, mudah dibentuk, mempunyai kekuatan mekanik tinggi, densitasnya rendah, serta mudah dibudidayakan (Zamri M.H. *et al.*, 2015). Penelitian ini difokuskan pada fabrikasi komposit serat alam yang berpotensi untuk diaplikasikan pada bidang otomotif.

Jenis matriks polimer yang sesuai untuk kebutuhan panel otomotif adalah *polypropylene*, yang mempunyai proses pengolahan yang mudah ketika difabrikasi dengan serat alam dan serat sintesis.

Polypropylene adalah jenis matriks yang dapat digunakan diberbagai bidang *polymer matrix composite* (PMC) diantaranya bidang *electric*, *packaging*, dan otomotif (Neelam *et al.*, 2013). Pembuatan komposit kenaf/*polypropylene* yang menggunakan penambahan *coupling agent* yang dilakukan oleh Maya J. *et al.*, (2010) menunjukkan hasil kekuatan tarik komposit lebih tinggi (46 MPa) dibandingkan komposit kenaf/*polypropylene* tanpa perlakuan permukaan (44 MPa).

Dalam hal ini serat alam memiliki sifat *hydrophilic*, sifat kompatibel rendah dengan matriks termoset/termoplastik yang memiliki sifat *hydrophobic*. Perbedaan sifat alami yang dimiliki serat alam dan matriks polymer menyebabkan ikatan permukaan antar serat dan matriks menjadi lemah dan dapat menurunkan sifat mekanis komposit (Alkil *et al.*, 2011). Cara paling sederhana untuk mengatasi kelemahan tersebut yaitu dengan perlakuan kimia pada serat menggunakan larutan alkali (6%NaOH) untuk meningkatkan kompatibilitas terhadap matriks *polypropylene* (Sosiati *et al.*, 2015).

Jarakumjon K. *et al.*, (2009) telah membuat komposit hibrida 10 (wt%) serat sisal dan 20 (wt%) serat *E-Glass/polypropylene* dengan mesin injeksi yang menghasilkan kekuatan tarik 31,59 MPa (kekuatan maksimal). Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Haryanto (2015) mengenai pengaruh fraksi volum serat kenaf anyam dan serat *E-Glass* anyam bermatriks *polyester* terhadap kuat tarik komposit, yang menggunakan metode fabrikasi komposit laminat (berlapis). Menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit meningkat

seiring dengan penambahan fraksi volume serat berbanding lurus dengan semakin banyaknya lapisan *E-Glass* dengan kekuatan tarik maksimum mencapai 90,47 MPa. Berbagai variasi fabrikasi komposit hibrida telah digunakan oleh Jarakumjon K. *et al.*, (2009) dan Haryanto (2015) namun pada komposit hibrida sisal dan *E-Glass/polypropylene* masih memiliki kekuatan mekanik rendah sehingga perlu dilakukan variasi lebih lanjut untuk mendapatkan kekuatan mekanik tinggi. Fabrikasi komposit hibrida dengan menggunakan metode laminat serat anyam kenaf- *E-Glass/polyester* tidak bersifat good processability karena serat anyam sukar untuk menjadi komposit yang berpotensi untuk aplikasi bidang otomotif, dibandingkan komposit dengan serat pendek (Omar Faruk *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian penelitian diatas, penelitian fabrikasi *glass fiber reinforce polymer* (GFRP) dengan serat alam masih perlu diteliti secara komprehensif untuk mencapai kekuatan mekanik tinggi dengan memahami factor – factor penting yang mempengaruhi sifat mekanik komposit. Uraian tersebut menunjukkan bahwa fabrikasi komposit serat alam penting untuk dikaji, pada penelitian ini telah dibuat komposit serat kenaf dan serat *E-Glass* dengan perbandingan 10:20, 15:15, 20:10, dan orientasi acak dengan panjang 10 mm dalam matriks polypropylene. Penelitian ini menguji kemampuan serat kenaf/*polypropylene* yang diperkuat oleh serat *E-Glass* pada kekuatan tarik komposit hibrida dan analisa morfologi struktur patahan komposit.

2. Metode Penelitian

Material

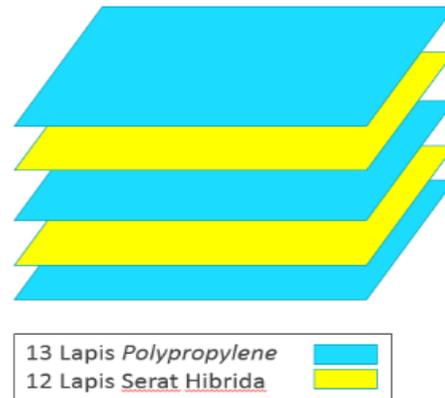
Serat kenaf dibeli dari hasil pembudidayaan Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang, Jawa Timur. Serat sintetis *E-Glass* dibeli dari Toko kimia Ngasem Baru yang bersumber dari PT. Justus Kimia Raya Semarang. Massa jenis dari serat kenaf dan serat *E-Glass* masing - masing adalah 1.45 dan 2.5 g/cm³. *Polypropylene* digunakan sebagai matriks dibeli dari PT. Sumber Jaya berupa lembaran – lembaran dengan massa jenis 0.92 g/cm³.

Preparasi serat

Serat kenaf dan *E-Glass* dipotong dengan panjang ~10 mm. Serat kenaf yang berasal dari hasil budidaya terlebih dahulu dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran sisa dari proses penyeratan, kemudian serat kenaf diberi perlakuan dengan larutan 6% NaOH selama 4 jam untuk menghilangkan material pengotor yang terdapat pada permukaan serat, setelah itu serat dicuci dengan air mengalir dan dikeringkan oven pada temperature ~100 °C selama 10 menit.

Preparasi komposit

Polypropylene yang dipotong sesuai dengan cetakan komposit difabrikasi menggunakan alat *hot press* (*compression moiding*) dengan metode laminat atau berlapis – lapis (Gb. 1) secara bergantian anatara serat hibrida dengan matriks . Variasi fraksi volume serat hibrida yang digunakan adalah 10:20, 15:15, dan 20:10 dengan rincian fraksi volume seperti pada Tabel 1.



Gambar 1. Susunan laminat serat hibrida dan matriks

Tabel 1. Perhitungan fraksi volume serat

Volume Matriks (%)	Massa Matriks (g)	Variasi Volume Serat (%)	Massa Serat Kenaf (g)	Massa Serat <i>E-Glass</i> (g)
70	8.76	10	1.97	3.29
70	8.76	15	2.96	4.94
70	8.76	20	3.94	6.58

Pencampuran serat hibrida dilakukan secara manual sampai rata. Proses kempa komposit hibrida sebesar 25 kg/cm² dengan temperatur 165 – 170°C selama 15 menit.

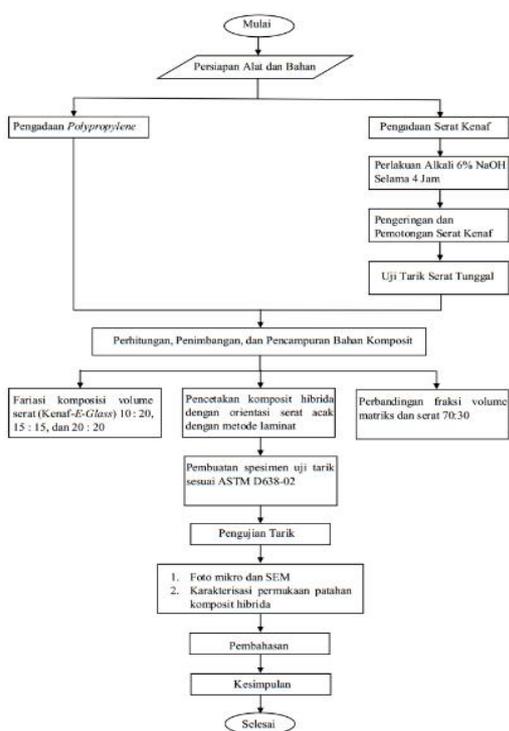
Uji Tarik Komposit

Pengujian kekuatan tarik komposit hibrida mengacu pada ASTM D638-02 dengan menggunakan Servopulser Shimadzu (tipe SFL-20-350) pada kecepatan 3 mm/min. pengujian tarik komposit hibrida dilakukan di Lab. Material UGM.

Analisis Struktur Patahan

Analisis struktur permukaan patahan hasil uji tarik komposit hibrida digunakan untuk mempelajari morfologi struktur ikatan antara serat dan matriks, dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM).

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

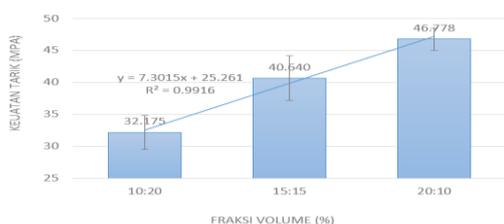
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian Tarik Komposit Hibrida

Pengujian tarik komposit hibrida menunjukkan peningkatan yang signifikan dari setiap bertambahnya volume serat kenaf didalam komposit hibrida. Pada perbandingan serat kenaf/*E-Glass* 10:20 diperoleh nilai kekuatan tarik sebesar 32.175 MPa dan kekuatannya meningkat pada perbandingan 15:15 sebesar 40.640 MPa. Begitu pula ketika penambahan serat kenaf sebesar 20 % pada perbandingan 20:10 kekuatan tarik komposit meningkat menjadi 46.77 MPa, yang ditunjukkan pada Tabel 2. dan Gambar 3.

Tabel 2. Data kekuatan tarik komposit hibrida

Fraksi volume serat kenaf/ <i>E-Glass</i> (%)	Kekuatan tarik komposit hibrida (MPa)		Rata - rata	SD	Coef. Of Variation (%)
	Min	Maks			
10:20	28.876	35.036	32.175	2.606	8.100
15:15	35.163	44.703	40.640	3.501	8.613
20:10	44.322	48.358	46.778	1.714	3.664

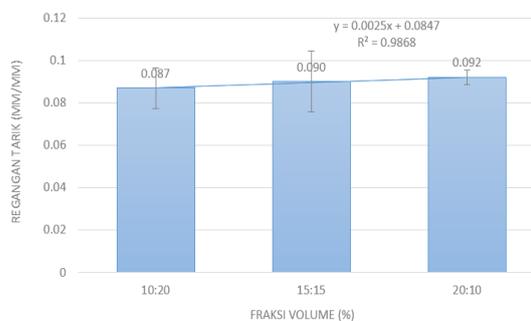


Gambar 3. Hubungan tegangan tarik terhadap fraksi volume sarat

Sedangkan pada hasil perhitungan nilai regangan tarik komposit hibrida didapat nilai yang ditunjukkan pada Tabel 3. yang menunjukkan bahwa nilai rata – rata regangan tarik cenderung naik secara berurutan dari fariasi 10:20, 15:15, dan 20:10. Peningkatan nilai rengan tarik komposit hibrida berbanding lurus dengan semakin meningkatnya fraksi volume serat kenaf dan menurunnya fraksi volume serat *E-Glass* dengan nilai regangan secara berurutan 0.087 mm/mm, 0.090 mm/mm, dan 0.092 mm/mm (Gb. 4).

Tabel 3. Data kekuatan regangan tarik komposit hibrida

Fraksi volume serat kenaf/ <i>E-Glass</i> (%)	Regangan Tarik (mm/mm)			SD	Coef. Of Variation (%)
	Min	Maks	Rata - rata		
10:20	0.079	0.101	0.087	0.010	11.039
15:15	0.085	0.101	0.090	0.014	15.949
20:10	0.088	0.096	0.092	0.003	3.800

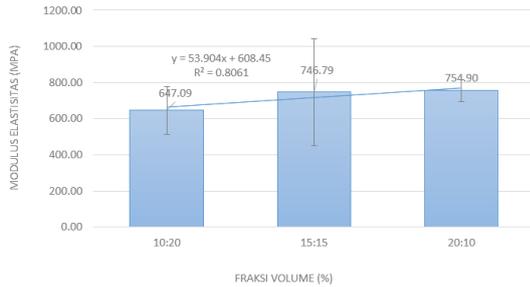


Gambar 4. Hubungan regangan tarik terhadap fraksi volume serat

Hasil perhitungan modulus elastisitas dari komposit hibrida menunjukkan nilai yang dapat dilihat dari Tabel 4. yang menunjukkan bahwa variasi serat perbandingan 10:20 memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 647.09 MPa, perbandingan 15:15 mempunyai nilai modulus elastisitas rata – rata sebesar 746.79 MPa, dan perbandingan 20:10 mempunyai nilai modulus elastisitas rata – rata sebesar 754.90 MPa. Dapat ditarik kesimpulan bahwa nilai modulus elastisitas pada komposit hibrida dengan perbandingan variasi fraksi volume 10:20, 15:15, dan 20:10 meningkat dengan semakin banyaknya volume serat kenaf (Gb. 5).

Tabel 4. Data modulus elastisitas komposit hibrida

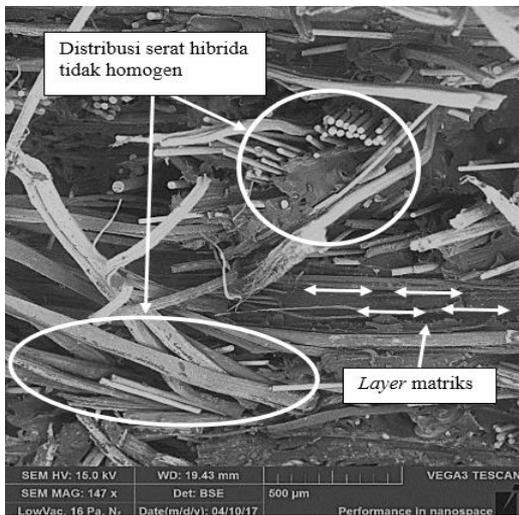
Fraksi volume serat kenaf/ <i>E-Glass</i> (%)	Modulus Elastisitas (MPa)		Rata - rata	SD	Coef. Of Variation (%)
	Min	Maks			
10:20	470.57	842.12	647.09	132.33	20.45
15:15	482.03	1253.97	746.79	296.96	39.77
20:10	657.64	808.90	754.90	59.65	7.90



Gambar 5. Hubungan moduludnelastisitas terhadap frkasi volume serat

Morfologi

Hasil uji SEM pada struktur patahan uji tarik komposit hibrida (Gb. 6.) menunjukkan ikatan antara serat kenaf/*E-Glass* dengan matriks *polypropylene*.

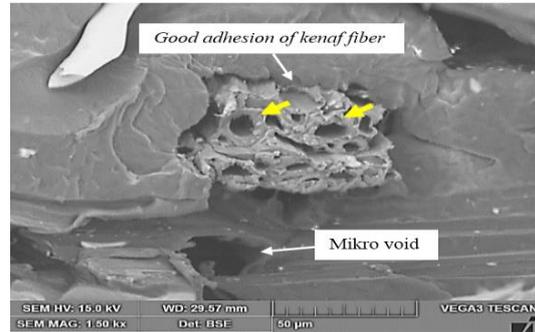


Gambar 6. Foto SEM permukaan patahan komposit

Hasil foto SEM menunjukkan bahwa distribusi antara serat kenaf dan *E-Glass* tidak merata pada matriks. Hal ini disebabkan karena proses pencampuran serat hibrida terjadi secara tidak sempurna serta metode yang digunakan masih manual (*hand layup*). Foto SEM penampang patahan juga menunjukkan masih terbentuknya *aglomerasi* (bergerombol) pada serat *E-Glass* dan serat kenaf yang tidak tercampur secara merata. Dari gambar tersebut juga terlihat ikatan yang dimiliki oleh serat dengan matriks masih rendah, karena lapisan antar matriks terhalang oleh distribusi serat hibrida yang tersebar secara tidak merata (lihat anak panah).

Gambar 7. menunjukkan struktur mikro serat kenaf yang menggambarkan potongan permukaan berbentuk *sponge* (berlubang – lubang). Selain itu juga terlihat permukaan serat kenaf mempunyai ikatan sempurna pada matriks *polypropylene*, diindikasikan dengan tidak adanya *gap* yang terlihat (lihat anak panah) sehingga terjadi ikatan yang kuat antara serat kenaf dengan matriks dan menghasilkan kekuatan mekanik komposit hibrida yang tinggi. Namun ada faktor lain yang

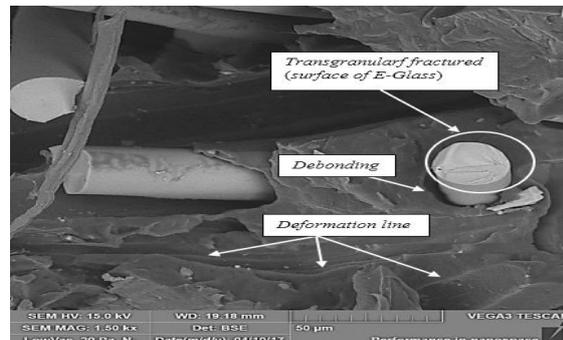
menurunkan kekuatan mekanik komposit yaitu terlihatnya mikro void yang berasal dari udara yang terjebak pada matriks.



Gambar 7. Foto SEM ikatan antara matriks dengan serat kenaf

Hal yang berbeda terlihat pada patahan struktur mikro Gambar 8. bahwa ikatan yang terjadi antara serat *E-Glass* dengan matriks terjadi secara tidak sempurna (*debonding*) karena timbulnya *gap* (lihat tanda panah). Pada bagian lain permukaan patahan pada serat *E-Glass* dan matriks *polypropylene* terlihat adanya permukaan patahan (*fractured surface*). Jenis permukaan patahan pada serat *E-Glass* dan matriks adalah jenis *transgranular fracture* yaitu patahan yang terjadi dengan pembelahan bidang *grain size*, patahan pada matriks berbentuk garis panjang *deformation line* (lihat anak panah) yang dikategorikan dalam patah getas (*brittle*).

Bedasarkan hasil data analisis stuktur patahan menggunakan uji SEM, semakin bertambahnya fraksi volume serat kenaf maka kekuatan mekanik komposit hibrida akan semakin tinggi. Namun kekuatan mekanik komposit hibrida berbanding terbalik dengan semakin bertambahnya fraksi volume yang dimiliki oleh serat *E-Glass*. Hal tersebut disebabkan oleh dua hal diantaranya pengaruh kekasaran permukaan yang dimiliki oleh serat kenaf dan serat *E-Glass* yang akan berpengaruh pada ikatan (*interfacial bonding*) antara serat dan matriks. Selain itu juga disebabkan merata (*uniform*) atau tidaknya distribusi serat kenaf dan serat *E-Glass* terhadap matriks *polypropylene* menimbulkan ikatan matriks terhalang oleh serat yang teraglomerasi sehingga kekuatan mekanik menjadi rendah.



Gambar 8. Foto SEM permukaan patahan komposit hibrida

4. Kesimpulan

Komposit hibrida serat alam kenaf diperkuat dengan serat sintetis *E-Glass* dan *polypropylene* sebagai matriks telah berhasil difabrikasi. Hasil analisa morfologi struktur patahan uji tarik menggunakan SEM yang menunjukkan ikatan serat kenaf dengan matriks lebih baik dibandingkan serat *E-Glass* dengan matriks. Selain itu terlihat bahwa distribusi serat hibrida didalam matriks *polypropylene* tidak merata, sehingga kekuatan tarik komposit hibrida cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya volume serat kenaf.

Daftar Pustaka

Akil H.M., M.F. Omar, A.A.M Mazuki, S. Safiee, Z.A.M. Ishak, A.A. Bakar. (2011). *Kenaf Fiber Reinforced Composites : A Riview* : Journal of Materials and Design Vol. 4107-4121. Science Direct

Akova E. (2013). *Development of Natural Fiber Reinforced Polymer Composite* : Transfer inovácií 25/201

Haryanto, Agus (2015). *Peningkatan Kekuatan Tarik dan Impak Pada Rekayasa dan Manufaktur bahan komposit hybrid berpenguat serat E-glass dan serat kenaf bermatriks polyester unuk panel interior otomotif* : Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta

Jarukumjorn K., N. Suppakarn. (2009). *Effect of glass fiber hybridization on properties of sisal fiber-polypropylene composites* : Part B 40 (2009) 623–627

Maya Jacob, C. Bellmann, R.D. Anandjiwala. (2010). *Kenaf-polypropylene composites: Effect of amphiphilic coupling agent on surface properties of fibres and composites* : Science Direct

Neelam Singh, Santanu Dutta. (2013). *Reinforcement of polypropylene Composite System via Fillers and Compatibilizers* : Open Journal of Polymer Materials

Omar Faruk, Andrzej K., Bledzi, H.P. Fink, M. Sain. (2013). *Progress Report on Natural Fiber Reinforced Composite* : Macromolecular Materials and Engineering

Sosiati H., Pratiwi H., D.A Wijayanti, Soekrisno. (2015). *The Influens of Alkali Treatments on Tensile Strength and Surface Morfology of Cellulose Microfibrils* : Advance Materials Research Vol. 1123 pp 147-150

Zamri M.H., H. Akil, M.R. Osman. (2015). *The Use Kenaf Fiber As Reinforcements in Composite* : Elsiwier Ltd.

Zamri Yusof, Zaukaflı Mohammad. (2015). *Review of Research Activities on Kenaf Reinforced Composite* : Journal of Petrochemical Engineering Department Politeknik Kuching Sarawak