

Komposit Epoksi Diperkuat Tenunan Rami (RWREC): Pengaruh Jenis Tenunan terhadap Kekuatan Tarik

Zulkifli Djafar¹⁾, Jamasri²⁾, Heru S.B. Rochardjo³⁾, J.P. Gentur Sutapa⁴⁾

¹⁾ Mahasiswa sekolah Pascasarjana Program Doktor, Universitas Gadjja Mada Jogjakarta;

Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

^{2), 3)} Promotor/Co-promotor/Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin dan Industri

Fakultas Teknik Universitas Gadjja Mada, Jogjakarta, 55281, Indonesia

⁴⁾ Co-promotor/Staf Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas kehutanan Universitas Gadjja Mada,

Jogjakarta, 55281, Indonesia

¹zulkiflidjafar65@gmail.com

Abstract

Ramie is a type of plant having rich fibers. However, the use of ramie's fibers is still limited in Indonesia i.e they are merely used as the basic material for the making clothe and paper. Ramie is natural fiber which can be used as the medium of strengthener in many forms namely 'green fiber' (without treatment) and 'woven'. Ramie, in the form of woven, can be made manually (simple) by using non-machine woven tool (Alat Tenun Bukan Mesin or ATBM). The woven made by this ATBM are plain, basket, twill, and crow's foot. Ramie's natural fiber has some eminences, besides it is eco-friendly and cheap, it also has high tensile strength. The aim of this research is to examine the effect of woven type in ramie woven reinforced epoxy composite toward the tensile strength. The testing method employed to analyze tensile strength toward the mixture of ramie woven resin epoxy composite is by testing the tensile strength which meets with the standard of ASTM D638-02 type I. The result of the research showed that the highest tensile strength was obtained from this type of woven with the sample ATBM Basket, 52.01 ± 4.65 MPa; while the lowest was obtained from the sample ATBM Twill, 43.74 ± 2.39 MPa.

Keywords: ramie woven, epoxy resin, tensile strength, SEM-EDS.

1. Pendahuluan

Rami merupakan tanaman yang memiliki kandungan serat yang tinggi, namun saat ini pemanfaatan serat rami di Indonesia hanya sebatas sebagai bahan dasar pembuatan pakaian dan kertas. Tentunya akan memiliki nilai lebih jika serat tersebut dapat digunakan untuk menggantikan serat non alam (*fiber glass*) yang selama ini masih diimpor dari luar negeri sebagai penguat bahan komposit. Mengapa serat alam rami, karena rami mempunyai karakteristik kuat, ringan, tahan panas, tahan air dan dapat menahan tumbukan. Disamping itu pohon rami mudah ditanam oleh petani, karena cocok di daerah tropis. Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mulai mengalami pergeseran, dari bahan komposit berpenguat serat sintesis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Serat alam rami (*Boehmeria Nivea*) memiliki peluang yang besar untuk dikembangkan sebagai media penguatan pada resin polimer. Serat alam rami dapat digunakan sebagai media penguatan dalam berbagai bentuk antara lain dalam bentuk serat green (tanpa perlakuan) dan dalam bentuk tenunan. Rami dalam bentuk serat tenunan dapat dibuat dengan cara manual (sederhana) yaitu dengan cara memakai Alat Tenun Bukan Mesin (ATBM) dan dibuat secara permesinan atau Alat Tenun Mesin (ATM). Jenis tenunan yang dihasilkan dari kedua cara tersebut antara lain jenis tenunan *plain*, *basket*, *twill* dan *crow's foot*.

Penggunaan jenis tenunan *Plain weave hybrid ramie-cotton* sebagai penguat dan polyester sebagai

matrik komposit untuk mengetahui sifat mekanis khususnya kekuatan tarik [1], lain halnya dengan jenis tenunan plain secara manual dan mesin untuk mendapatkan sifat mekanik biokomposit sekresi kudu albasia dengan penguat anyaman serat ramie (*Boehmeria Nivea*) [2], begitupula penggunaan jenis serat tenunan plain untuk komposit agar mendapatkan pengaruh orientasi serat dan fraksi volume terhadap sifat tarik dan impak bahan komposit serat rami ayam bermatrik *polyester* [3]. Sedangkan penggunaan jenis serat tenunan basket untuk komposit kain tenun sisal diperkuat karet alam untuk menentukan sifat tarik (tensile) dan sifat mengembang (*swelling*) [4].

Resin polimer telah banyak digunakan dalam dunia komposit dimana sebagai media pengikat atau matrik dan dapat dikelompokkan kedalam matrik jenis plastik polimer. Saat ini banyak dikembangkan beragam perekat berbasis polimer, baik berupa larutan, suspensi, emulsi dan sebagainya. Polimer dapat dikelompokkan berdasarkan struktur, keadaan fisik, reaksi terhadap lingkungan, struktur kimia dan aplikasi penggunaan produk akhirnya.

Menurut reaksinya terhadap lingkungan polimer terbagi dua bagian yaitu polimer thermoplastik dan polimer thermoseting. Pengelompokan polimer menjadi thermoplastis dan thermoseting sering digunakan sebagai acuan untuk pemanfaatan polimer sebagai matriks dalam komposit. Sedangkan pengelompokan secara kimia dapat sesuai dengan gugus yang dikandungnya, seperti eter, ester, hidroksil, vinil dan sebagainya. Menurut



pemakaiannya polimer dikelompokkan ke dalam perekat serat, karet, plastik, pelapis dan sebagainya. Dalam prakteknya ada polimer yang berfungsi lebih dari satu kelompok perekat tersebut.

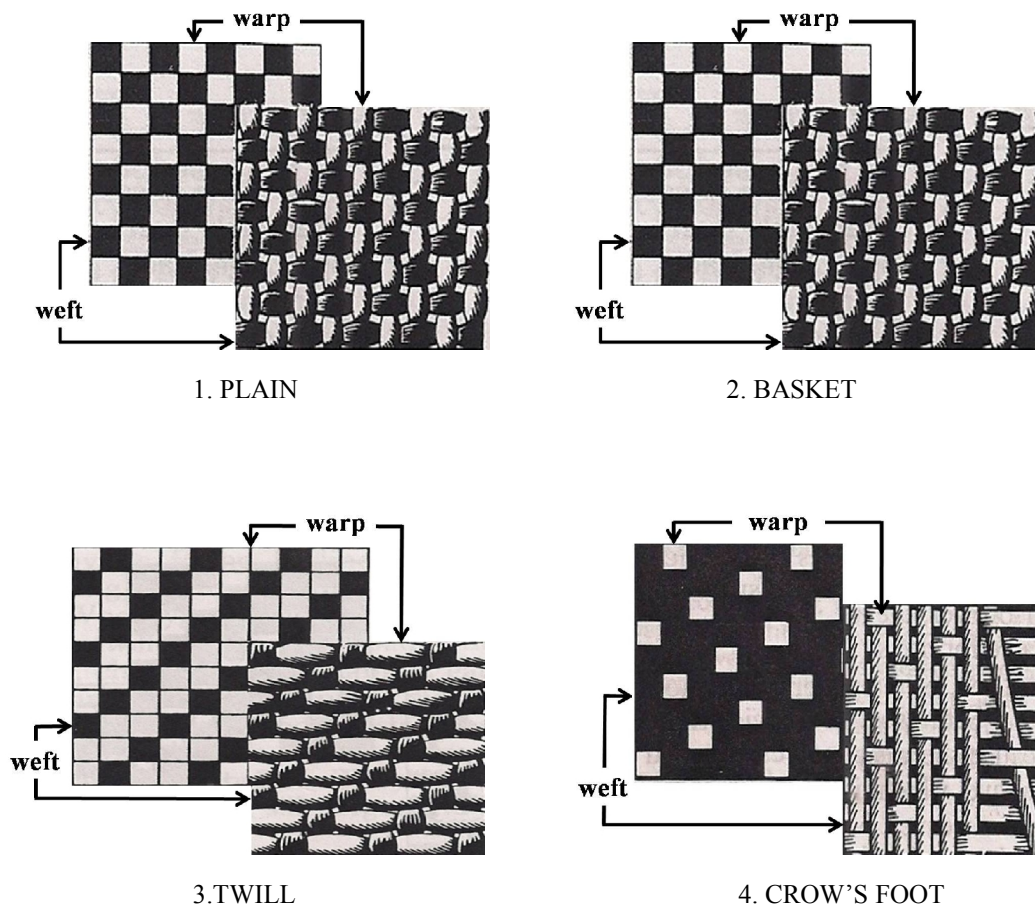
Perekat resin epoksi termasuk kelompok yang memiliki kekuatan yang tinggi, memiliki ketahanan terhadap degradasi lingkungan sehingga resin ini banyak digunakan pada industri pesawat terbang, sebagai resin pelapis epoksi juga memiliki sifat rekat yang baik dan tahan terhadap degradasi air sehingga resin ini sangat ideal digunakan sebagai bodi perahu atau kapal [5].

Pemakaian resin epoksi untuk kebutuhan aplikasi *bodyhull* kapal laut diperlukan sifat mekanis

yang baik antara lain sifat kekuatan tarik, bending dan dampak dimana ketiga sifat ini diperoleh pada campuran resin epoksi tenunan rami (RETER) pada rasio 62:38 dengan kekuatan tarik sebesar 60.45 ± 4.78 MPa dengan kandungan serat $V_f = 5,71\%$ [6].

1.1. Struktur tenunan serat rami

Model tenunan serat alam yang telah dijadikan benang terutama untuk aplikasi sandang, dimana model-model struktur tenunan yang dikembangkan antara lain tenunan polos/*plain*, *basket*, *satin (crow's foot)*, *twill* dan kombinasinya [7]. Variasi struktur tenunan ditunjukkan pada Gambar 3 berikut:



Gambar 1. Susunan benang dan orientasi pakan/weft dan lusi/warp

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benang rami tipe *S 12/3*. Benang rami ini dari produksi Koppotren Darussalam, Garut, Jawa Barat. Serat rami dipilih dari Sentra Rami Terpadu Koppontren Darussalam Garut dan setelah itu dijadikan berbagai jenis tenunan antara lain tenunan ATBM (alat tenun bukan mesin) dan dibuat jenis tenunan sebanyak 4 buah antara lain jenis tenunan

rami ATBM *Plain*, ATBM *Basket*, ATBM *Twill* dan ATBM *Crow's Foot*. Sementara matrik yang digunakan adalah jenis *thermosetting* plastik, yaitu epoksi resin dengan campuran resin dan *hardener* yang diperoleh dari PT. Justus Kimia Raya, cabang Semarang.

2.2. Alat yang digunakan

Cetakan, terbuat dari baja ukuran 25 x 25 cm, Gelas ukur 500 ml, Jarum suntik 3 ml (untuk mengukur katalis), Thermometer ruangan, Kuas dan Roll,

Jangka sorong, Kertas Amplas, Timbangan Digital, Oven Listrik

2.3. Alat Uji

Alat uji tarik komposit (standar ASTM D 638-02 tipe I) dan Alat uji SEM-EDS

2.4. Proses Pencetakan

Proses pencetakan komposit menggunakan pelat baja berukuran 250 mm x 250 mm. Langkah-langkah pencetakan spesimen komposit ini, yaitu: Alat dan bahan harus dipersiapkan terlebih dahulu, langkah pertama yaitu tuangkan resin dan hardener sesuai perbandingan yang telah ditentukan kedalam gelas ukur, Campurkan resin dan hardener pada sebuah wadah kemudian aduk campuran tersebut hingga merata, Tuangkan campuran resin dan hardener kedalam cetakan secukupnya, kemudian ratakan hingga semua daerah cetakan terisi setelah itu masukkan tenunan rami kedalam cetakan dan tuangkan kembali cairan campuran resin dan hardener di atasnya, dilakukan sampai tenunan rami 3 lapis. Tutup cetakan dengan penutup yang juga terbuat dari pelat baja kemudian tekanlah dengan alat press hidrolik. Hal ini dilakukan dengan harapan tebal komposit sesuai standar, Tunggu selama 6-8 jam sampai cetakan mengering/ mengeras, Setelah kering hasil cetakan komposit dapat dilepas dan masih

berupa lempengan. Kemudian lempengan ditempelkan kertas yang telah digambar spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM (lebar, panjang dan tebal telah sesuai) lalu dilakukan pemotongan dengan menggunakan mesin gergaji mengikuti bentuk gambar, Hasil pemotongan dilakukan *finishing* dengan menggunakan kikir dan ampelas halus agar permukaan luar spesimen uji lebih halus dan merata, Spesimen siap diuji.

2.5. Pembuatan Spesimen dan proses pengujian Uji Tarik komposit

Pembuatan spesimen uji tarik sesuai dengan standar ASTM D638-02 type I, dengan ukuran dimensi spesimen pengujian *Width of narrow section* ($W = 13 \pm 0.5$) mm, *Length of narrow section* ($L = 57 \pm 0.5$) mm, *Width overall, min* ($W_o = 19 \pm 6.4$) mm, *Length overall, min* ($L_o = 165$) mm, *Gage Length* ($G = 50 \pm 0.25$) mm, *Distance Between Grips* ($D = 115 \pm 5$) mm, *Radius of fillet* ($R = 76 \pm 10$) mm, *Thickness* (T) sesuai ketebalan material uji. Jumlah benda uji Tarik berjumlah 8 (delapan) buah. Hal ini bertujuan agar memperoleh sampel yang valid. Dengan menggunakan alat uji tarik merek *Go Tech Universal Testing Machine*, Model KT-7010A2, capacity 1000 Kg, produksi Kao Tieh Machinery industrial CO., LTD, tahun 1995. Pada saat uji tarik kecepatan mesin uji tarik sebesar 10 mm/menit.



Gambar 2. Go Tech Universal Testing Machine

2.6. Langkah-langkah pengujian tarik

Mengukur dimensi spesimen meliputi: panjang, lebar dan tebal; pemberian label berupa nomor urut dan jenis tenunan pada setiap spesimen yang telah diukur untuk menghindari kesalahan pencatatan; menghidupkan mesin universal Geo-Tech untuk uji tarik; pemasangan spesimen uji pada bagian pemegang (tap) pada mesin uji tarik; pasanglah secara hati-hati agar benda uji tegak lurus, lalu kencangkan agar benda uji tidak slip pada pemegangnya. Dalam hal ini jangan mengencangkan secara berlebihan yang dapat merusak spesimen uji. Pasang *elongation pointer* pada garis *length of narrow section* Kemudian tentukan beban yang digunakan dalam pengujian dan kecepatan. Dipilih pembebanan dengan kecepatan

konstan 10 mm/menit dengan besar pembebanan $P = 1000$ kg; setelah mesin dijalankan kita amati angka beban indikator pada mesin uji dan *elongation* indikator, angka tersebut menunjukkan beban maksimum dan perpanjangan spesimen uji saat putus; mesin akan secara otomatis merekam kurva tegangan-regangan pada kertas grafik; setelah mendapatkan data hasil pengujian dilanjutkan dengan perhitungan karakteristik kekuatan tarik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kekuatan Tarik komposit

Pengujian tarik komposit epoksi resin tenunan rami (**RETER**) dimaksudkan untuk mengetahui sifat kekuatan tarik suatu material komposit yang diperkuat

suatu tenunan rami. Sebelumnya ditentukan terlebih dahulu berapa besar kekuatan tarik tenunan rami dan tenunan rami yang diambil contoh pada pembuatan

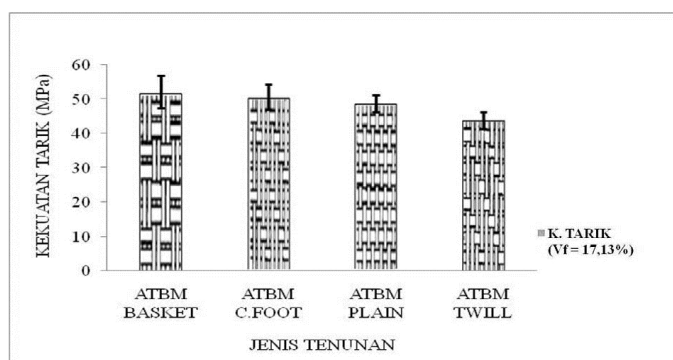
komposit adalah tenunan rami jenis basket dimana besar kekuatan tarik tenunan rata-rata ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kekuatan tarik rata-rata komposit resin epoksi tenunan rami (RETER)

No	Jenis Tenunan	Kekuatan Tarik (Mpa)
1	ATBM <i>Basket</i>	52,01 ± 4,65
2	ATBM <i>Crow's Foot</i>	50,50 ± 3,54
3	ATBM <i>Plain</i>	48,70 ± 2,49
4	ATBM <i>Twill</i>	43,74 ± 2,39

Pada Gambar 3. Kekuatan tarik komposit resin epoksi tenunan rami (RETER) dengan fraksi volume serat tenunan rami (V_f) = 17,13% terlihat bahwa nilai kekuatan tarik yang terbesar pada jenis tenunan ini diberikan oleh sampel ATBM *Basket* dengan nilai sebesar 52,01 ± 4,65 MPa dengan memberikan kontribusi nilai dalam persentasenya sebesar 22.52% lebih besar terhadap nilai terendah yang diperoleh. Nilai kekuatan tarik terkecil pada jenis tenunan ini diberikan oleh sampel ATBM *Twill* dengan nilai sebesar 43,74 ± 2,39 MPa. Kisaran nilai kekuatan tarik yang diberikan sampel pada jenis tenunan, dimulai dari nilai 43,74 ± 2,39 MPa sampai dengan 52,01 ± 4,65 MPa. Perolehan nilai kekuatan tarik terbesar sampai nilai terkecil pada jenis tenunan, berturut-turut diberikan oleh sampel ATBM *Basket*, ATBM *Crow's Foot*, ATBM *Plain* dan ATBM *Twill*. Persentase penurunan nilai kekuatan tarik setiap sampel uji terhadap nilai terbesar untuk sampel ATBM *Basket*, ATBM *Crow's Foot*, ATBM *Plain* dan ATBM *Twill*, berturut-turut diberikan dengan nilai penurunan kekuatan tarik sebesar 2,99%, 3,70% dan 18,92% lebih rendah.

Dari hasil pengujian tarik diperoleh beberapa sifat mekanik pada setiap struktur tenunan, maka terlihat bahwa struktur tenunan pada tenunan basket mempunyai kekuatan tarik tertinggi. Tenunan basket mempunyai lebih banyak jumlah silangan dan jumlah benang yang banyak dibandingkan tenunan plain. Silangan-silangan pada proses tenun akan meningkatkan kekuatan tenunan tersebut. Semakin banyak jumlah silangan akan membuat struktur tenunan kokoh dan semakin banyak jumlah benang menyebabkan bidang kontak antara benang lusi dengan benang pakan luas sehingga gaya gesekan akan besar saat terjadi pembebanan dan akan meningkatkan kekuatan persatuan panjang [6]. Dilihat dari struktur tenunan basket dapat dinyatakan dengan rumus 2/2 yang artinya dua benang lusi di atas dua benang pakan dan berikutnya di bawah dua benang pakan. Jenis tenunan basket memberikan struktur 2 atau lebih pakan bersamaan menjalin dengan 1 atau lebih lusi memberikan struktur *balanced* sehingga mempunyai karakteristik kuat, agak fleksibel dan lenting, mudah menyerap dan murah [7].



Gambar 3. Kekuatan tarik komposit resin epoksi tenunan rami terhadap jenis tenunan

3.2. PENGUJIAN SEM-EDS

Dari hasil analisa SEM secara morfologi dimana spesimen uji komposit dipotong dengan ukuran panjang sekitar 0,5 x 0,5 cm langsung dicoating dengan emas (Au) selama 120 detik pada voltase sebesar 20 kV maka diperoleh hasil SEM komposit seperti pada Gambar 4 dimana diperlihatkan foto

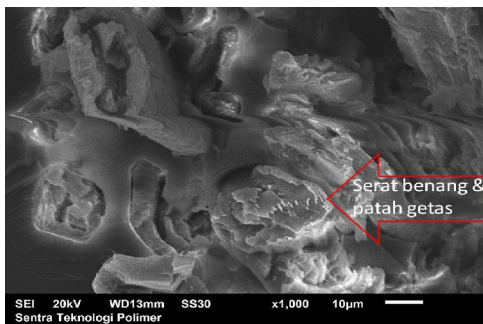
SEM komposit berbagai model jenis tenunan (ATBM *Basket*, ATBM *Crow's foot*, ATBM *Plain*, dan ATBM *Twill*) dengan campuran resin epoksi dan hardener sebesar 62:36 dan kandungan serat V_f = 17,13% diperlihatkan bahwa komposit resin epoksi tenunan rami jenis ATBM *Basket* memberikan ikatan serat tenunan yang kuat, patahan spesimen uji adalah patah

getas dan tidak terjadinya lubang-lubang atau porositas dan tidak terjadi pull out sedangkan jenis tenunan lainnya diperlihatkan bahwa terjadi pull out dan banyak terdapat lubang-lubang atau porositas ini juga dibuktikan diperolehnya kekuatan tarik lebih rendah dari jenis tenunan ATBM *Basket*. Disamping

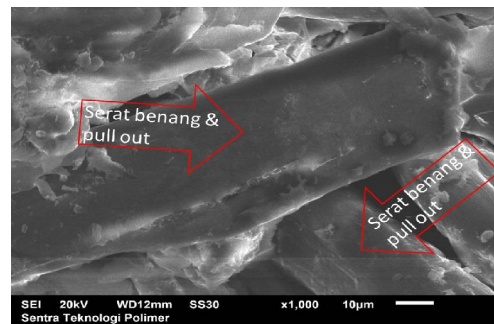
itu juga dalam pengujian ini diperoleh hasil kandungan unsur Karbon sebesar 64,46%, unsur Oksigen sebesar 33,58%, unsur Aurum sebesar 1,67 % dan unsur Mangan sebesar 0,29% seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan unsur komposit RETER

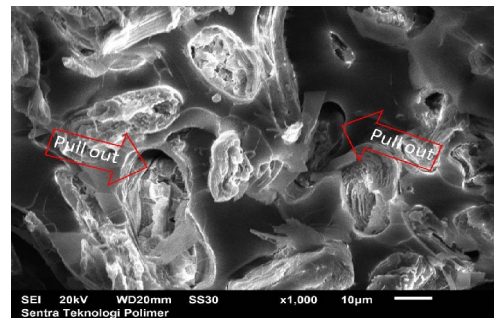
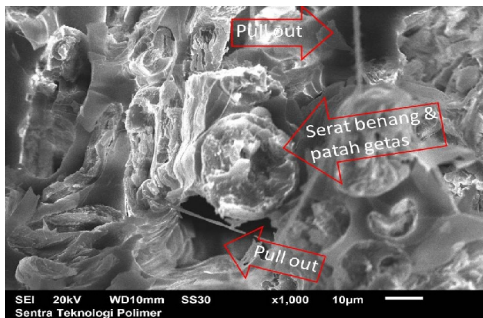
No	Jenis Tenunan	Kandungan Unsur (% mass)			
		C	O	Au	Mg
1	ATBM <i>Basket</i>	64,46	33,58	1,67	0,29
2	ATBM <i>Crow's Foot</i>	62,99	37,01
3	ATBM <i>Plain</i>	63,76	34,82	1,42	...
4	ATBM <i>Twill</i>	62,89	36,37	0,75	...



ATBM BASKET



ATBM CROW'S FOOT



KESIMPULAN

Sifat kekuatan tarik sangat dipengaruhi oleh jenis tenunan yang digunakan dimana nilai kekuatan tarik terbesar diperoleh pada jenis tenunan ATBM *Basket* dengan nilai sebesar 52.01 ± 4.65 MPa dan diperoleh nilai kekuatan tarik yang terendah pada jenis tenunan ATBM *Twill* dengan nilai sebesar 43.74 ± 2.39 MPa dimana persentase penurunan kekuatan tarik antara ATBM *Basket* dan ATBM *Twill* sebesar 18,92%. Kekuatan tarik terbesar ini terjadi pada campuran resin epoksi tenunan rami 62:38, kandungan serat Vf = 17,13 % dengan tipe benang rami digunakan adalah S 12/3. Kekuatan ini terlihat dari bentuk patahan yang terjadi yaitu patah getas, tidak terjadi pull out dan tidak terdapat rongga kosong atau porositas.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Junior, P.C.Z., de Carvalho, L.H., onseca, V. M, Monteiro, S.N., and d'Almeida, J.R.M., 2003, *Analysis of the tensile strength of polyester/hybrid ramie-cotton fabric composites*, Polymer Testing, Elsevier.

[2] Muntaha dan Rochardjo, H.S.B., 2009, *sifat mekanik biokomposit sekresi kutu albasia dengan penguat anyaman serat ramie (boechmeria nivea)*, Jurnal Mesin dan Industri, Volume 6, Nomor 2 edisi Mei 2009, ISSN 1693-704X, hal.100-108, Yogyakarta.

[3] Yusuf, E., 2009, *Pengaruh orientasi serat dan Fraksi volume terhadap sifat tarik dan impak bahan komposit serat rami anyam bermatrik polyester*, Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.



- [4] Thomas, S., Jacob, M., and Varughese, K.T., 2006, *Novel Woven Sisal Fabric Reinforced Natural Rubber Composites: Tensile and Swelling Characteristics*, Journal of Composite Materials, vol.40, pp. 1471, Sage Publ.
- [5] Ray, D dan Raut, J., 2005, *Thermoset bio composite, "Natural fibers, biopolimers and biocompositer"*, Taylor and Francis.
- [6] Zulkifli, Dj., Jamasri, Heru, S.B.R., Sutapa, G., 2007. *Ramie Woven Reinforced epoxy composite (RWREC): Tensile Strength Analysis*, International Journal of Engineering and Science Applications (IJESCA) Vol.1,1, November 2014 @2014 PPs UNHAS, ISSN 2406-9833.
- [7] Widodo, L., Raharjo, W.W., Ariawan, D., 2006. *Pengaruh variasi Anyaman Serat 3D Terhadap Karakteristik Mekanik Komposit Unsaturated Polyester-Serat Alam Cantula Roxb. Jurnal Teknik ATW*, Teknik Mesin UNS Surakarta.
- [8] Bernard P Corbman, 1983, *Textiles Fiber To Fabric*. Mc. Graw-Hill. Inc. New York USA

