

# ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN ALKALI TERHADAP IFSS (INTERFACIAL SHEAR STRESS) BERPENGUAT SERAT AKAA DENGAN MATRIKS EPOXY RESIN

Ilyas Renreng, Muhammad Syaiful, Emil Pratama<sup>1)</sup>

**Abstrak:** Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh perlakuan Alkali (NaOH) terhadap kekuatan tarik serat tunggal akaa dan daya ikat serat dengan resin atau tegangan gesernya. Serat yang digunakan adalah serat pelepah akaa (Corypha) dan matriksnya adalah epoxy resin. Serat direndam pada larutan alkali (NaOH) dengan konsentrasi NaOH dalam Aquades 2 %, 3 %, 3.5 %, 4 %, dan 5 %. Variasi perendaman serat adalah 1 jam, 2 jam, dan 3 jam. Dari hasil penelitian, pada pengujian serat tunggal tegangan tarik tertinggi terdapat pada perlakuan atau perendaman larutan NaOH 3.5 % dengan lama perendaman 2 jam yaitu 600.382 MPa dengan regangan 0.833 %, dan Modulus Elastisitas 2.163 GPa. Sedangkan untuk tegangan tarik terendah terdapat pada perendaman larutan NaOH 5 % dengan lama perendaman 3 jam, yaitu 433.938 MPa, dengan regangan 0,867 % dan modulus elastisitas 1.707 GPa. Untuk pengujian pull-out di dapat interfacial shear stress (IFSS) tertinggi 12.707 MPa, diperoleh pada serat dengan perlakuan NaOH 3,5 % . Sedangkan IFSS terendah 8.855 MPa pada serat dengan perlakuan NaOH 5 %.

**Kata kunci:** serat pelepah akaa, Epoxy Resin, Larutan Alkali (NaOH), Pengujian serat tunggal, Pengujian Pull-Out.

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memunculkan penemuan-penemuan baru diberbagai bidang. Dunia teknik merupakan salah satu bidang yang menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Terobosan-terobosan baru senantiasa dilakukan dalam rangka mencapai suatu hasil yang dapat bermanfaat bagi manusia. Komposit yang diperkuat serat terus diteliti dan dikembangkan guna menjadi bahan alternatif baru yang dapat menggantikan fungsi logam, hal ini disebabkan sifat dari komposit serat yang kuat dan lebih ringan dibandingkan dengan logam.

Penelitian yang mengarah pada pengembangan bahan komposit telah banyak dilakukan, terutama yang berkaitan dengan komposit penguatan serat alam yang berbahan matriks polimer. Penelitian ini dilakukan seiring dengan majunya eksploitasi penggunaan bahan alami dalam kehidupan sehari-hari. Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat alam adalah jumlahnya berlimpah, massa jenis yang rendah, harga yang murah, dapat diperbaharui atau didaur ulang, mudah didapatkan, memiliki sifat akustik yang baik, serta ramah terhadap lingkungan. Untuk memperoleh sifat mekanik yang baik misalnya: kekuatan tarik, bending, impact, modulus elastisitas dan lain-lain, maka serat alam diberikan perlakuan atau direndam dalam cairan yang mengandung alkali/NaOH.

Penggunaan bahan kimia alkali (NaOH) dan coupling agent silane pada perlakuan serat alam selulosa sebagai media penguatan pada komposit matriks polimer adalah yang paling umum digunakan (Ray dkk, 2001). Semua perlakuan

---

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

awal (pretreatment) terhadap serat alam bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik, meningkatkan kekuatan interfacial, menurunkan daya serap air dan meningkatkan keseragaman serat alam (Konte, 2006).

Serat merupakan material atau jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh, berfungsi untuk memberikan kekuatan impak dan menahan beban yang diterima oleh material komposit, sehingga sifat-sifat mekaniknya lebih kuat, kaku, tangguh dan lebih kokoh jika dibandingkan dengan tanpa serat penguat.

Pada umumnya komposit mengandung serat, baik serat pendek maupun serat panjang yang dibungkus dengan matriks. Fungsi serat adalah menahan bahan yang diberikan sedang fungsi matriks adalah membungkus serat sekaligus melindunginya dari kerusakan baik mekanis maupun kimia. Selain itu matriks mendistribusikan beban kepada serat. Jenis serat yang digunakan sebagai penguat adalah serat anorganik berupa serat karbon, serat gelas, dan keramik sedangkan jenis serat organik adalah Selulosa, *propylene*, dan serat grafit. Salah satu contoh serat organik yang memiliki kelebihan-kelebihan yang mulai diaplikasikan sebagai bahan penguat dalam komposit polimer adalah serat akaa.

Pohon aka (*corypha*) merupakan jenis tanaman yang hidup 1200 m di atas permukaan laut. Di ekosistemnya, pohon aka merupakan tanaman yang pertumbuhannya dapat mencapai 0,2% per hari dengan tinggi antara 0,07 Cm. Pohon aka dapat hidup pada daerah gersang atau iklim kemarau. Khususnya di Sulawesi Selatan, Pohon aka banyak tumbuh didaerah perkebunan pegunungan Dengan populasi yang begitu melimpah dan pengendaliannya yang kurang maksimal maka pohon aka harus dimanfaatkan khususnya serat pada pohon akaa. Hal tersebut diharapkan dapat mengendalikan pertumbuhannya yang begitu pesat serta mengkomersialisasikan pohon akaa.

Kekuatan tarik serat tunggal akan mampu memberikan informasi kekuatan komposit secara keseluruhan. Serat yang berfungsi sebagai media penguat harus memiliki kekuatan tarik lebih tinggi daripada matriks dan komposit yang dibuat.

Pengujian tarik adalah suatu pengukuran terhadap bahan untuk mengetahui ketangguhan suatu bahan terhadap tegangan tertentu serta penambahan panjang yang dialami oleh bahan tersebut. Pada uji tarik (Tensile Test) kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat penegang.

Kekuatan ikatan antar muka serat sangat berpengaruh terhadap kerja bahan komposit dengan penguatan serat. Hal ini disebabkan oleh terjadinya kombinasi dissimilar bahan penyusun komposit yang memiliki sifat mekanik dan kimia berbeda. Beberapa metode untuk menentukan kekuatan interface serat-matriks antara lain melalui uji microbond/pull-out, fragmentasi serat tunggal, micro-indentation (microcompression), dan microtension. Pengujian pull-out dilakukan untuk mendapatkan tegangan geser antar-muka serat dan matriks, serta memberi informasi perilaku kegagalan serat-matriks akibat kompatibilitas dua bahan yang rendah (Marsyahyo, 2009).

Hasil uji *pull-out* dapat memberikan harga tegangan geser antar-muka serat matriks yang diyakini merupakan faktor penentu sifat ketangguhan dan kekuatan *interlaminat* komposit. Panjang kritis serat merupakan indikator yang baik bagi kemampuan *interphase* untuk meneruskan beban di antara dua unsur, dengan asumsi bahwa tegangan geser yang dialami permukaan serat adalah sama pada setiap titik.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan NaOH terhadap IFSS (Interfacial Shear Stress) atau kemampuan ikatan serat-matriks komposit, dengan serat pelepah acaa (*Corypha*) sebagai penguat komposit, dan epoxy resin sebagai matriks berdasarkan pengujian *pull-out*.

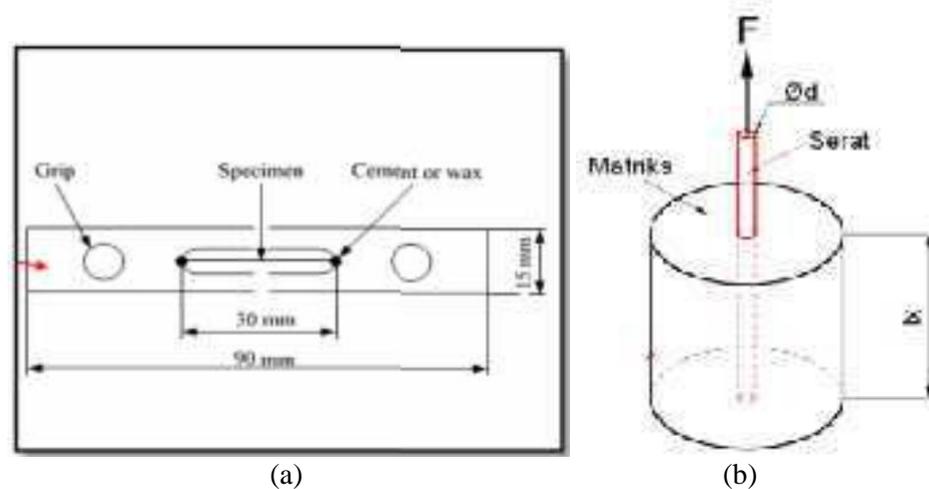
## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan penguat serat pelepah acaa (*Corypha*), matriks epoxy resin, dan larutan alkali (NaOH). Perlakuan awal pada serat adalah di rendam pada larutan alkali dengan variasi persentase kandungan alkali adalah 2 %, 3 %, 3,5 %, 4 %, 5 % dan tanpa perendaman. Variasi juga diberikan pada lama waktu perendaman yaitu 1, 2, dan 3 jam.

Kekuatan tarik serat tunggal akan mampu memberikan informasi kekuatan komposit secara keseluruhan. Serat yang berfungsi sebagai media penguat harus memiliki kekuatan tarik lebih tinggi daripada matriks dan komposit yang dibuat.

Hasil uji *pull-out* dapat memberikan harga tegangan geser antar-muka serat matriks yang diyakini merupakan faktor penentu sifat ketangguhan dan kekuatan *interlaminat* komposit. Panjang kritis serat merupakan indikator yang baik bagi kemampuan *interphase* untuk meneruskan beban di antara dua unsur, dengan asumsi bahwa tegangan geser yang dialami permukaan serat adalah sama pada setiap titik.

Bentuk Spesimen dari uji tarik serat tunggal dan uji *pull-out* seperti gambar 1 di bawah ini :



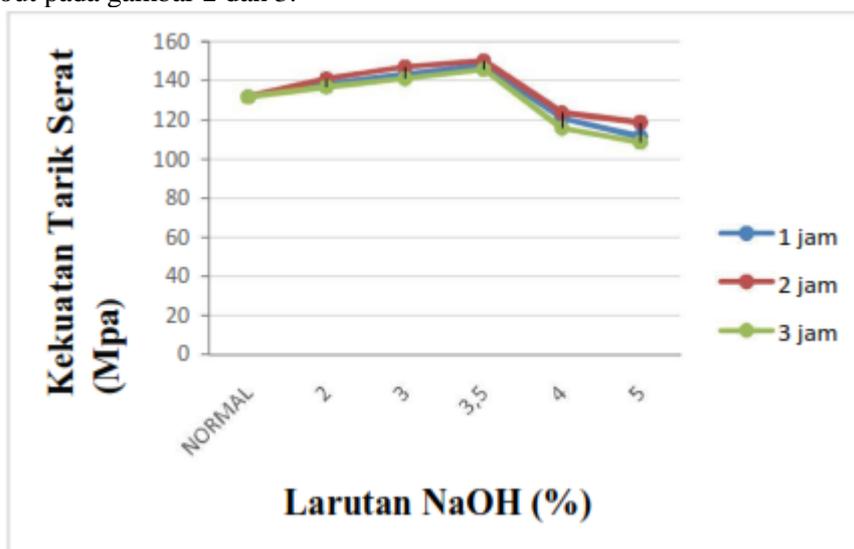
Gambar 1. Model S pesimen (a) Spesimen Uji Tarik Serat Tunggal, dan (b) Spesimen Uji Pull-Out

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian Tarik tunggal yang dilakukan dapat kita lihat bahwa tegangan tarik paling besar terdapat pada perlakuan atau perendaman larutan NaOH 3.5 % dengan lama perendaman 2 jam yaitu 150,095 MPa dengan regangan 0.833 %, dan Modulus Elastisitas 0,180 GPa. Sedangkan untuk tegangan tarik terkecil terdapat pada perendaman larutan NaOH 5 % dengan lama perendaman 3

jam, yaitu 108,485 MPa, dengan regangan 0,889 % dan modulus elastisitas 0,133 GPa.

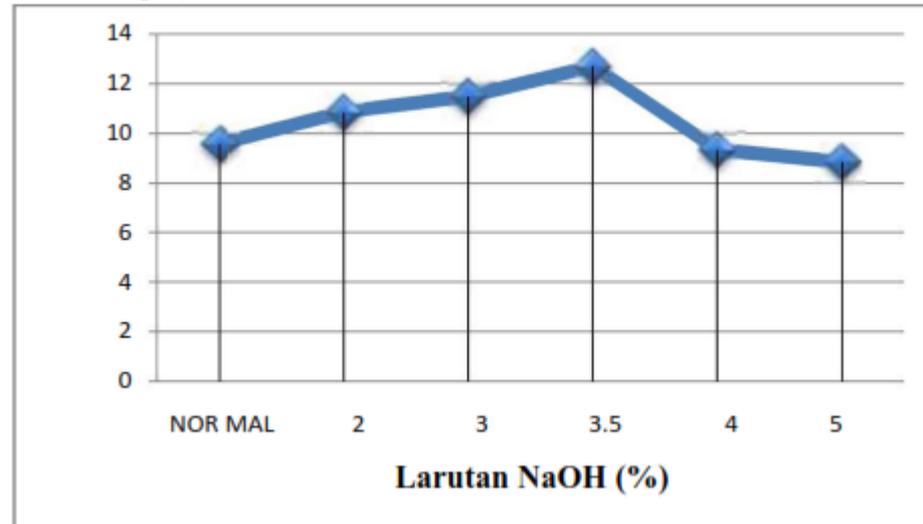
Dari hasil Pengujian Pull-Out di peroleh interfacial shear stress (IFSS) tertinggi 6,354 MPa, terdapat pada serat dengan perlakuan NaOH 3,5%. Sedangkan IFSS terendah 4,428 MPa terdapat pada serat dengan perlakuan NaOH 5%. Meningkatnya IFSS pada waktu perendaman 3.5 % disebabkan oleh permukaan serat yang kasar, berongga, beralur sehingga ketika di padukan dengan matriks terjadi interlocking atau bonding yang sempurna. Tetapi perlakuan NaOH dengan konsentrasi terlalu tinggi dapat menyebabkan permukaan serat menjadi halus dan menurunkan daya ikat serat dengan matriks atau IFSS (Interfacial Shear Stress). Hal itu di tunjukkan pada grafik hasil uji tarik serat tunggal dan grafik hasil uji pull-out pada gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Tarik Serat Tunggal

Grafik 2 di atas menunjukkan bahwa kekuatan tarik kenaikan terbaik terdapat pada lama waktu perendaman 2 jam dan terendah adalah 3 jam. Kenaikan kekuatan tarik pada perlakuan NaOH 3,5% dengan waktu perendaman 2 jam disebabkan karena hilangnya beberapa komponen dan impuritas lainnya pada serat seperti lignin, pectin, wax dan lain-lain yang merupakan unsur terluar dari serat. Lebih besarnya kekuatan tarik serat dengan media perlakuan NaOH 3,5% dikarenakan perlakuan pada serat menyebabkan meningkatnya crystallinity, faktor orientasi crystallite dan ukuran crystallite (Munawar dkk, 2008). Sedangkan penurunan kekuatan serat pada perlakuan NaOH 5% dengan waktu perendaman 3 jam mungkin disebabkan karena rusaknya atau berkurangnya beberapa unsur penguat seperti holoselulosa, alfa selulosa, hemiselulosa dan selulosa yang mengalami degradasi. Penurunan kekuatan tarik serat seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH juga ditenggarai oleh putusnya ikatan crosslink antara molekul serat selulosa. Dan pada skala mikro terjadi proses opening serat yang berlebihan yang menyebabkan terurainya serat tunggal menjadi microfibril akibat pelarutan lignin sebagai pengikat. Perlakuan NaOH pada konsentrasi yang tinggi dengan waktu perendaman yang lama dapat menyebabkan serat mengalami degradasi sehingga terjadi penurunan kekuatan serat (Marsyahyo, 2009).

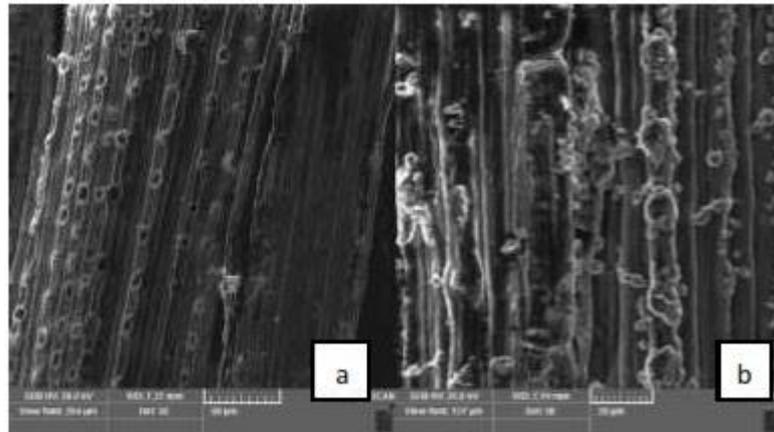
- 99 Ilyas Renreng, Muhammad Syaiful, Emil Pratama, Analisis Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap IFSS (Interfacial Shear Stress) Berpenguat Serat Akaa dengan Matriks Epoxy Resin



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Pull-Out

Dari grafik 3 di atas dapat kita lihat pula bahwa perlakuan perendaman NaOH meningkatkan kekuatan ikatan serat dengan matriks atau bias dikatakan meningkatkan tegangan geser antara serat dengan matriks, dimana kenaikan tertinggi terjadi pada perlakuan NaOH 3.5 %, sedangkan tegangan geser antara serat dengan matriks mulai mengalami penurunan pada perlakuan NaOH 4 % dan maksimal turun pada perlakuan NaOH 5 %, bahkan tegangan gesernya lebih kecil daripada serat tanpa perlakuan.

Hal itu di buktikan oleh hasil Foto SEM pada gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4. Hasil Foto SEM serat akaa.

- a) Serat dengan perendaman NaOH 3,5 %,
- b) Serat dengan perendaman NaOH 5 %

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari pengujian tarik serat tunggal akaa dapat dilihat bahwa adanya pengaruh perendaman NaOH terhadap kekuatan tarik serat tunggal aka, kekuatan tarik tertinggi sebesar 150,095 MPa, diperoleh pada serat dengan perlakuan NaOH

3,5 % dengan lama waktu perendaman 2 jam. Sedangkan kekuatan tarik terendah sebesar 108,485 MPa, diperoleh pada serat dengan perlakuan NaOH 5 % dengan lama waktu perendaman 3 jam. Selain itu, lama waktu perendaman juga mempengaruhi kekuatan tarik serat tunggal aka, kekuatan tarik terbaik diperoleh pada lama perendaman 2 jam.

2. Pada hasil pengujian pull-out serat akaa dengan variasi perendaman NaOH 2 %, 3 %, 3,5 %, 4 %, dan 5 % dengan lama perendaman 2 jam dapat dilihat bahwa, pada sampel dengan perendaman NaOH 3,5 % memiliki tegangan geser tertinggi yaitu 6,354 MPa dan tegangan geser terendah diperoleh pada sampel serat akaa dengan perlakuan NaOH 5 % yaitu 4,428 MPa.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, D., Sapuan, S.M., Hamdan, M.M., 2008. The Effect of Alkaline Treatment on Tensile Properties of Sugar Palm Fibre Reinforced Epoxy Composites. *Materials and Design* 1285–1290.
- Bambang Kismono Hadi. 2000. *Mekanika Struktur Komposit*. ITB. Bandung.
- Callister, W, D.2007. *Material Science and Engineering, An Introduction*. Seven Editin. Departement of Metalurgical Engineering, The University of Utah, John Willy and Sons, Inc., USA.
- Chandarabakty, S., 2009. Pengaruh Perlakuan Permukaan Serat Batang Melinjo (Gnetum Gnemon) Terhadap Wettability Dan Kemampuan Rekat Dengan Matriks Epoxy Resin. Tesis S-2 Teknik Mesin UGM. Yogyakarta.
- [file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR.\\_PEND.../P.Bahan...\\_ward.pdf](file.upi.edu/Direktori/FPTK/JUR._PEND.../P.Bahan..._ward.pdf)
- Gibson. 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*. Mc Graw Hill, Inc., New York.
- Jones, M.R., 1975. *Mechanics of Composite Material*. Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd.
- Jones, M.R., 1999. *Mechanics of Composite Material*, Edisi kedua. Taylor & Francis, London.
- Joseph, K., Filho, R.D.T., Thomas S., de Carvalho L.H., 1999, *A Review on Sisal Fiber Reinforced Polymer Composites*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Vol. 3, No. 3, p. 67379.
- Konte, S., 2006. *ProcessingProperty Relationships of Hemp Fibre*. A tesis. Degree of Master of Engineering, University of Canterbury.
- Mallick, P.K., 2007, *Fiber-reinforced Composites: Materials. Manufacturing, and design* 3rd ed. CRC Press Taylor & Francis Group.

- 101 Ilyas Renreng, Muhammad Syaiful, Emil Pratama, Analisis Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap IFSS (Interfacial Shear Stress) Berpenguat Serat Akaa dengan Matriks Epoxy Resin
- Marsyahyo, E., 2009. Perlakuan Permukaan Serat Rami (*Boehmeria nivea*) dan Kompatibilitas Serat-Matriks pada Komposit Matriks Polimer. Disertasi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Mohanty, A.K., Misra, M., Drzal, L.T., 2001. Surface Modifications of Natural Fibers And Performance Of The Resulting Biocomposites: An overview. *Composite Interfaces* 8(5):313-343.
- Mohanty, A.K., Misra, M., Drzal, L.T., 2005. *Natural Fibers Biopolymers, and Biocomposites*. Taylor & Francis.
- Mulya, E.B.S., 2005. Potensi Palem Indonesia. Program Studi Kehutana Fakultas Pertanian Uinversitas Sumatera Utara.
- Munawar, S., Umemura, K., Tanaka, F., Kawai, S., 2008. Effects of alkali, mild steam, and chitosan treatments on the properties of pineapple, ramie, and sansevieria fiber bundles. *Journal Wood Science* 54(1):28-35.
- Mwaikambo, L.Y., Ansell M.P., 1999. *The Effect of Chemical Treatment on The Properties of Hemp, Sisal, Jute And Kapok FibresforComposite Reinforcement*. 2nd International Wood and Natural Fibre Composites Symposium, pp 12.1–12.16.
- Ray, D., Sarkar. B.K., Rana, A.K., Bose, N.R., 2001. *Effect of Alkali Treated Jute Fibers on Composite Properties Bull. Material Science*. Vol. 24. no. 2, april 2001, pp. 129-135, Indian Academy of Science.
- Rokbi, M., Osmani, H., Imad, A., Benseddiq, N., 2011. *Effect of Chemical treatment on Flexure Properties of Natural Fiber-reinforcedPolyester Composite*. ICM11 doi:10.1016/j.proeng.2011.04.346.
- Vasiliev, V.V., Morozov, E.V., 2001. *Mechanic and Analysis of Composite Material*, Elsevier Science. Ltd. The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK.
- Wang, B., Panigrahi, S., Tabil, L., Crerar, W.J., Powell, T., Kolybaba, M., Sokhansanj, S., 2003, *Flax Fiber-Reinforced Thermoplastic Composites. Journal The Society for Eng. In Agricultural, Food, and Biological Systems*, Dep. Of Agricultural and Bioresource Eng. Univ. of Saskatchewan. Canada.
- Widodo, B., 2008. Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi dengan Penguat Serat Pohon Aren Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random). *Jurnal Teknologi Technoscientia* Issn: 1979-8415 Vol. 1 No. 1.