

KARAKTERISASI KOMPOSIT Matrik RESIN EPOXY BERPENGUAT SERAT GLASS DAN SERAT PELEPAH SALAK DENGAN PERLAKUAN NaOH 5%**Timbul Yuliyono*, H. Purwanto, dan S.M. Bondan Respati**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236.

*Email: timbul_yuliyono@yahoo.co.id

Abstrak

Serat pelepah tanaman salak sebagai bahan komposit merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perbandingan kekuatan tarik dan mengetahui sifat fisik dari komposit serat glass dan serat pelepah salak dengan matrik resin epoxy dengan variasi fraksi volume serat. Sifat-sifat mekanik yang diperoleh yaitu kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas. Untuk mengetahui sifat fisik dari komposit melalui pengamatan foto makro dari penampang patahan spesimen uji tarik. Pembuatan benda uji komposit dengan proses hand lay-up menggunakan standar ukuran ASTM D 638M-84. Komposit dibuat dengan fraksi volume (94% resin dan 6% serat glass), (94% resin dan 6% serat pelepah salak), (94% resin, 3% serat glass dan 3% serat pelepah salak), (94% resin, 4% serat glass dan 2% serat pelepah salak), (94% resin, 2% serat glass dan 4% serat pelepah salak) dan matrik tanpa serat. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik maksimum diperoleh pada komposit fraksi volume 94% resin dan 6% serat glass sebesar 35,49 Mpa. Kekuatan tarik komposit terendah pada fraksi volume 94% resin dan 6% serat pelepah salak sebesar 14,90 Mpa. Nilai regangan tertinggi didapat pada komposit fraksi tanpa serat yaitu 34,66%. Penambahan serat berpengaruh pada modulus elastisitas komposit. Pada komposit fraksi volume 94% resin dan 6% serat glass memperoleh nilai modulus elastisitas paling tinggi yaitu 434,19 Mpa. Hasil foto makro yang terlihat pada spesimen adalah fiber break, fiber pull out, void dan matrik cracking.

Kata kunci: epoxy, glass, komposit, pelepah salak, sifat mekanik, sifat fisik.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat dalam bidang industri otomotif, terutama dalam meningkatkan kebutuhan produksi otomotif, baik industri kecil maupun industri besar. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan tersebut yaitu dengan menggunakan komposit serat alam. Hal ini disebabkan karena komposit memiliki beberapa keunggulan tersendiri dibandingkan bahan teknik alternatif lainnya, seperti bahan komposit lebih kuat, tahan terhadap korosi, lebih ekonomis, dan sebagainya (Zainuddin, 1996). Komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda (Schwartz, 1984). Komposit terdiri dari matrik yang berfungsi untuk perekat atau pengikat dan pelindung filler (pengisi) dari kerusakan eksternal dan filler berfungsi sebagai penguat.

Pemanfaatan serat alam sebagai bahan komposit terus dikembangkan oleh para peneliti, yang ditujukan pada aplikasi dibidang

industri otomotif. Untuk penelitian yang dilakukan secara terus-menerus tidak hanya meningkatkan performa atau aplikasinya, tetapi juga untuk menentukan serat alam lain yang belum teridentifikasi sifat mekaniknya dengan berbagai variasi tertentu (Efendi dkk., 2014) Tanaman salak (*salaca edulis*) tumbuh subur di berbagai wilayah Indonesia. Salak merupakan salah satu jenis buah yang diminati masyarakat Indonesia, sehingga banyak petani yang melakukan budidaya jenis tanaman ini.

Pemanfaatan tanaman salak selama ini hanya berfokus pada buahnya saja, sedangkan untuk pelepah dan daunnya belum dimanfaatkan secara baik (Darmanto dkk., 2015). Pelepah tanaman salak yang telah dipotong dianggap masyarakat sebagai limbah dan belum dimanfaatkan. Penggunaan serat pelepah tanaman salak sebagai bahan komposit merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah, untuk mengetahui kekuatan dari serat tersebut.

Serat glass memiliki sifat tidak mudah terbakar dan tahan terhadap senyawa kimia, glass merupakan turunan dari sumber alam

yaitu pasir. Serat *glass* juga mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Serat *glass* terbuat dari *silica*, *alumina*, *lime*, *magnesia* dan lain-lain. Biaya produksi rendah, proses produksi sangat sederhana, memberikan serat *glass* unggul dalam *ratio* (perbandingan) harga dan *performance* (Callister, 2007).

Nesimnasi (2015) melakukan penelitian serat nanas sabrang (*Agave Cantula*). Serat *Agave Cantula* adalah serat alam yang berasal dari ekstraksi daun tanaman nenas sabrang setelah melewati proses pemisahan serat. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan perlakuan alkali (NaOH). Dari hasil penelitian yang dilakukan mendapatkan hasil data pengujian tegangan tarik tertinggi diperoleh dari spesimen uji tarik dengan perlakuan NaOH 5% selama 2 jam yaitu 36,866 Mpa sedangkan tegangan tarik terendah diperoleh pada spesimen dengan perlakuan NaOH 2% selama 2 jam dengan nilai tegangan 27,707 Mpa.

Perlakuan alkali adalah perlakuan pada serat yang berguna untuk menghilangkan kotoran atau lignin pada serat. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat permukaan serat alam selulosa telah diteliti dimana kandungan optimum air mampu direduksi sehingga sifat alami serat (*hydrophilic*) dapat memberikan ikatan interfacial dengan matrik secara optimal. Perendaman alkali dapat meningkatkan kekuatan tarik komposit serat, menurut Maryanti dkk. (2011) komposit yang diperkuat serat tanpa alkalisasi, maka ikatan antara serat dan resin menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh lapisan menyerupai lilin di permukaan serat. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perbandingan kekuatan tarik dan mengetahui sifat fisik dari komposit serat *glass* dan serat pelepah salak dengan matrik resin *epoxy* dengan variasi fraksi volume serat.

METODE PENELITIAN

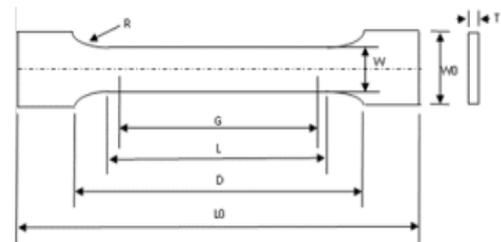
Bahan yang digunakan dalam pembuatan benda uji komposit berpenguat serat pelepah salak dan serat *glass* adalah resin *epoxy*, katalis, NaOH, aquades, serat *glass*, serat pelepah salak, dan kit. Alat yang digunakan untuk membuat komposit adalah cetakan kaca dengan ukuran 16,5x12x0,5cm, gelas ukur 100 ml, gelas ukur 5 ml, gelas ukur 500 ml, aluminium foil, timbangan digital, gunting, kuas, sikat kawat, gerinda potong, ampelas, sekrup, jangka sorong, suntikan 5 ml, mesin Uji Tarik. Perhitungan komposit ini berdasarkan

perhitungan volume total cetakan. Ukuran cetakan yang dipergunakan adalah 16,5 x 12 x 0,5 cm³. Perbandingan fraksi volume serat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel. 1. Perbandingan fraksi volume serat untuk pembuatan spesimen.

Resin	Glass	Pelepah Salak	Katalis
94% (93,06 ml)	6% (5,94 ml) 15,08 gr	-	0,3 ml
94% (93,06 ml)	-	6% (5,94 ml) 6,53 gr	0,3 ml
94% (93,06 ml)	3% (2,97 ml) 7,54 gr	3% (2,97 ml) 3,27 gr	0,3 ml
94% (93,06 ml)	2% (1,98 ml) 5,03 gr	4% (3,96 ml) 4,36 gr	0,3 ml
94% (93,06 ml)	4% (3,96 ml) 10,06 gr	2% (1,98 ml) 2,18 gr	0,3 ml

Proses pembuatan komposit dibutuhkan tiga spesimen benda uji untuk masing-masing fraksi volume pada pembuatan komposit. Terdapat lima macam fraksi volume serat dan satu matrik (tanpa serat), sehingga total spesimen yang ada 18 spesimen.



Gambar. 1. Spesifikasi cetakan ASTM D 638M-84

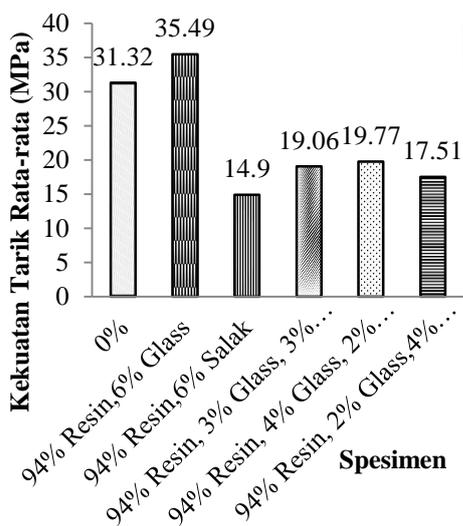
Perbandingan orientasi serat yang dipergunakan berbeda, yaitu antara serat pelepah salak dan serat *glass*, tetapi jumlah resin dan katalis sama pada setiap spesimen. Hal ini bertujuan untuk setiap spesimen memiliki perbandingan resin dan katalis yang sama. Proses yang digunakan dalam pembuatan benda uji komposit adalah proses *hand lay-up* dengan menggunakan standar ukuran ASTM D 638M-84. Gambar 1 merupakan spesimen untuk uji tarik mengacu pada standar pengujian *American Society For Testing and Materials* (ASTM) D 638M-84.

Tabel. 2. Ukuran cetakan ASTM D 638 M-84 M-1, T = 4 mm

Dimensi	Panjang (mm)	Toleransi (mm)
W= width of narrow section	10	± 0,5
L = length of narrow section	60	± 0,5
W ₀ = width of overall	20	± 0,5
L ₀ = length of overall	150	no max
G = gage length	50	± 0,25
D = distance between grips	115	± 5
R = radius of fillet	60	± 1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian tarik didapatkan sifat-sifat mekanik yaitu kekuatan tarik, regangan dan modulus elastisitas. Untuk data yang diperoleh dapat dilihat pada diagram kekuatan tarik, regangan dan modulus elastisitas rata-rata. Dapat dilihat pada Gambar 2, Gambar. 3 dan Gambar. 4.

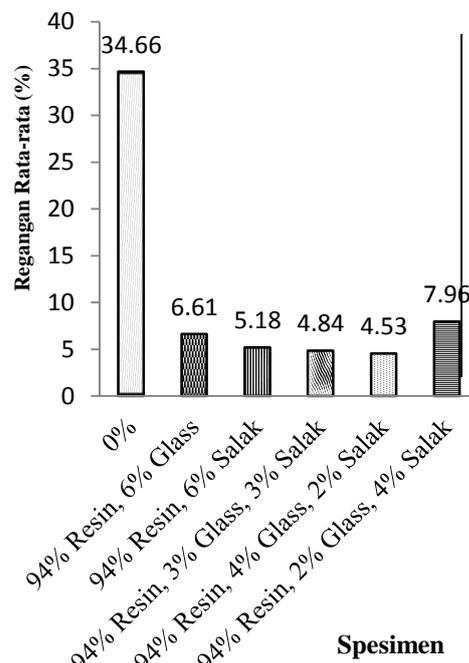


Gambar. 2. Diagram Kekuatan Tarik Rata-rata

Kekuatan tarik menunjukkan kemampuan untuk menerima beban atau tegangan tanpa menyebabkan komposit menjadi rusak atau putus. Ini dinyatakan dengan tegangan maksimal sebelum putus yaitu *ultimate tensile strength (UTS)*. Adapun dalam penelitian ini diperoleh data kekuatan tarik yang berkisar antara 14,90 Mpa sampai 35,49 Mpa pada tiap fraksi volume.

Dari diagram kekuatan tarik rata-rata pada Gambar. 2 diperoleh hasil bahwa pada fraksi volume 94% resin dan 6% serat *glass* diperoleh komposit dengan kekuatan tarik tertinggi yaitu

35,49 Mpa. Sedangkan kekuatan tarik komposit terendah pada fraksi volume 94% resin dan 6% serat pelepah salak sebesar 14,90 Mpa.

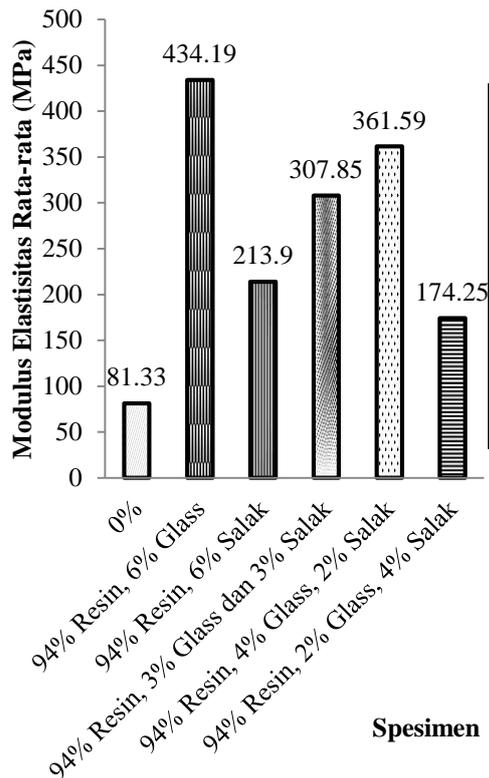


Gambar.3. Diagram Regangan Rata-rata.

Dari diagram regangan rata-rata pada Gambar. 3 menunjukkan regangan tarik komposit mengalami penurunan dengan peningkatan fraksi volume serat komposit. Penurunan regangan tarik disebabkan kuatnya ikatan antara matrik dengan serat dan pada matrik tanpa serat, tidak dapat menyerap energi pada saat pembebanan karena tidak adanya penguat (Schwartz, 1984).

Kekakuan bahan biasanya ditunjukkan oleh modulus elastisitas. Makin besar modulus elastisitas komposit maka semakin kaku bahan komposit tersebut (Gibson, 1994). Dalam penelitian ini diperoleh bahan komposit yang memiliki modulus elastisitas dalam rentang antara 81,33 Mpa sampai 434,19 Mpa.

Dari diagram modulus elastisitas rata-rata pada Gambar. 4 diperoleh hasil bahwa pada fraksi volume 94% resin dan 6% serat *glass* diperoleh komposit dengan modulus elastisitas tertinggi yaitu 434,19 Mpa. Sedangkan kekuatan tarik komposit terendah pada fraksi volume 0% tanpa serat sebesar 81,33 Mpa. Penurunan regangan tarik komposit menunjukkan komposit semakin kaku.



Gambar. 4 Diagram Modulus Elastisitas Rata-rata.

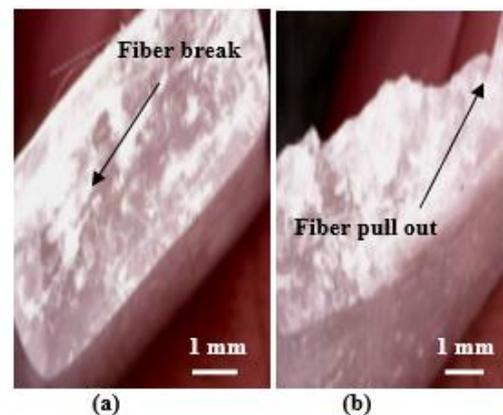
Pengambilan foto makro penampang patahan spesimen setelah diuji tarik, menggunakan mikroskop dapat menampilkan gambaran yang lebih jelas tentang fenomena-fenomena patahan yang terjadi pada spesimen serta dapat mengamati ikatan yang terjadi antara matrik resin *epoxy*, serat *glass* dan serat pelepah salak. Berikut hasil pengamatan foto makro dari penampang patahan spesimen.

Dari Gambar. 5 dapat dilihat patahan pada spesimen uji tarik matrik resin *epoxy* mengalami patah lebih dari dua bagian dan patahan yang terjadi menunjukkan bahwa matrik resin *epoxy* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki sifat yang getas. Spesimen patah menjadi lebih dari dua bagian atau banyak terjadi retakan matrik (*matrik cracking*) yang cukup panjang di dekat daerah patahan (Taufik, 2013).



Gambar . 5. Fraksi volume matrik tanpa serat

Hal ini terjadi karena tidak adanya penguat atau serat yang terdapat pada komposit sehingga kerapatan matrik sangat rendah dan matrik tidak dapat menyerap energi pada saat pembebanan. Pada saat terjadi penarikan terjadi retakan matrik yang menyebabkan terlepasnya ikatan matrik pada spesimen uji tarik. Pada fraksi volume matrik mempunyai nilai modulus elastisitas rata-rata paling rendah dibandingkan fraksi volume yang lain yaitu 81,33 Mpa.

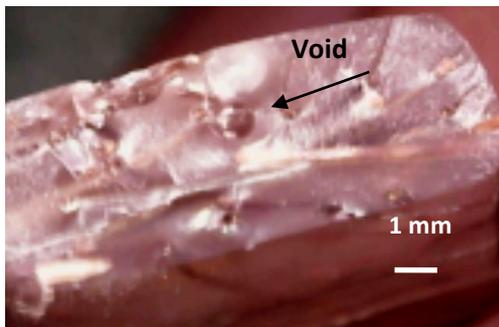


Gambar. 6. Fraksi volume 94% resin dan 6% serat glass

Nilai kekuatan tarik pada komposit sangat dipengaruhi oleh ikatan antara matrik dan penguatnya. Daya ikat komposit (*bonding strength*) mempengaruhi kekuatan komposit dalam menahan beban yang diberikan (Gibson, 1994). Dari Gambar. 6 dapat dilihat patahan pada spesimen uji tarik fraksi volume 94% resin dan 6% serat *glass*, dengan semakin bertambahnya kandungan penguat serat pada komposit, kerapatan antar penguat semakin tinggi dan penguat ikut membantu matrik dalam menopang beban saat dilakukan penarikan.

Adanya *fiber break* pada penampang patahan meningkatnya kekuatan tarik pada

komposit. *Fiber break* terjadi karena penguat serat dan matrik menahan beban secara bersamaan saat dilakukan penarikan (Taufik, 2013). Pada spesimen (b) dapat dilihat, penampang patahan terdapat *fiber pull out* yang menyebabkan lepasnya ikatan antara serat dengan matrik sehingga terjadi *debonding*. *Debonding* dan *fiber pull out* pada penampang patahan didominasi oleh serat yang posisinya tegak lurus dengan arah tarikan. Untuk fraksi volume 94% dan 6% serat *glass* mempunyai nilai modulus elastisitas rata-rata paling tinggi dibanding fraksi volume yang lain yaitu 434,19 Mpa.



Gambar. 7. Fraksi volume 94% resin dan 6% serat pelepah salak.

Pada spesimen uji tarik fraksi volume 94% resin dan 6% serat pelepah salak dapat dilihat terdapat *void* pada permukaan patahan spesimen, hal ini harus dihindari karena dengan adanya *void* pada komposit akan dapat mengurangi tingkat kekuatan dari komposit tersebut. *Void* ini terjadi karena adanya udara yang terjebak pada saat dilakukan pencetakan (Taufik, 2013). Pada fraksi volume ini merupakan fraksi dengan kekuatan tarik terkecil dibandingkan dengan fraksi volume yang lain dengan kekuatan tarik rata-rata 14,90 Mpa. Pada patahan penampang spesimen terdapat *matrik cracking* hal ini membuat kekuatan tarik dari komposit ini menurun, karena matrik lebih dominan dalam menahan beban saat dilakukan penarikan (Taufik, 2013).

Dari pengamatan foto makro pada penampang patahan spesimen uji kekuatan tarik, terlihat terjadinya *fiber break*. Hal tersebut diakibatkan karena adanya ikatan serat dan matrik menyatu dengan baik. Selain itu ada beberapa ikatan serat yang kurang menyatu dengan matrik yang digunakan (resin *epoxy*) sehingga serat lepas (*fiber pull out*). Dimana serat yang mengalami *fiber pull out* akan

mengakibatkan *debonding* pada struktur patahan spesimen komposit. Adanya *void* pada komposit juga akan dapat mengurangi tingkat kekuatan dari komposit tersebut.



Gambar. 8. Fraksi volume 94% resin, 3% serat glass dan 3% serat pelepah salak.

Void ini terjadi karena adanya udara yang terjebak pada saat dilakukan pencetakan. *Matrik cracking* juga menyebabkan kegagalan, hal ini membuat kekuatan tarik dari komposit ini memiliki nilai modulus elastisitas rendah, karena matrik lebih dominan dalam menahan beban saat dilakukan penarikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas maka dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai kekuatan tarik maksimum diperoleh pada komposit fraksi volume 94% resin dan 6% serat *glass* sebesar 35,49 Mpa. Sedangkan kekuatan tarik komposit terendah pada fraksi volume 94% resin dan 6% serat pelepah salak sebesar 14,90 Mpa. Nilai regangan tertinggi didapat pada komposit fraksi tanpa serat yaitu 34,66%. Penambahan serat berpengaruh pada modulus elastisitas komposit. Pada komposit fraksi volume 94% resin dan 6% serat *glass* memperoleh nilai modulus elastisitas tertinggi yaitu 434,19 Mpa.
2. Foto makro yang terlihat pada penampang patahan spesimen, adalah *fiber break*, *fiber pull out*, *void* dan *matrik cracking*.

SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Proses penekanan pada saat pencetakan harus dilakukan secara merata agar cetakan terisi dengan resin secara menyeluruh sehingga ikatan antar serat dan matrik lebih baik.

2. Untuk melanjutkan penelitian ini dapat dilakukan pengujian mekanik lain seperti uji bending dan uji tekan guna melihat kekuatan mekanik lainnya dari karakteristik komposit berpenguat serat pelepah salak.

dengan Serat Kulit Bambu Apus. Jurnal Fema Vol. 1, No. 1. Teknik Mesin. Universitas Lampung.

Zainuddin, 1996, "Komposit Ijuk Serat Panjang dengan Resin Polyester" Skripsi. Medan: FMIPA, USU.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D-638 dan ASTM D-695, 1990, *Standard and Literature References for Composite Materials, 2nd, American Society For Testing Materials*. Philadelphia: PA.
- Budha Maryanti, A. As'ad Sonief dan Slamet, W., 2011, *Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa Poliester Terhadap Kekuatan Tarik*. Teknik Mesin Universitas Brawijaya. Malang.
- Callister dan Jr. William.D., 2007, *Material Science And Engineering An Introduction*. United State of America. Quebeecor Versailler.
- Darmanto, S., Sarwoko, Eko, J.S., Yusuf, U., dan Sriyana, 2015, *Peningkatan Kekuatan Serat Pelepah Salak dengan Perlakuan Alkali dan Pengukusan*. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.
- Efendi, R., Sumarji, dan Yuni, H., 2014, *Analisis Variasi Panjang Serat Dan Fraksi Volume Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Polyester Yang Diperkuat Serat Daun Lidah Mertua*. Fakultas Teknik. Universitas Jember.
- Gibson, F, Ronald, 1994, *Principle of Composite material Mechanics*. Singapore. Departemen of Mechanical Engineering Wayne State University Detroit.
- Nesimnasi, J.J.S., Kristomus, B., Yeremias, M.P., 2015, *Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Pada Serat Agave Cantula Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Sains dan Teknik. Universitas Nusa Cendana.
- Saraswati, I., 2004, "Suryo Agung memaksimalkan Potensi Salak Pondoh", Inovasi Usaha, Kutipan dari Suryo Agung. Ketua kelompok Tani Salak.
- Schwartz, M.M., 1984 "Composite Materials Handbook", Mc Graw-Hill Inc, New York.
- Taufik, M.I., Sugiyanto dan Zulhanif, 2013, *Perilaku Creep pada Komposit Polyester*