



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PENGARUH LARUTAN  $C_7H_{18}O_3Si$  TERHADAP KEKUATAN TARIK  
SERAT DAUN KELAPA, KOMPATIBILITAS  
DAN KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT**

**TUGAS AKHIR**

**ERWIN ANGGORO  
L2E 005 447**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN**

**SEMARANG  
JUNI 2011**

## TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Erwin Anggoro  
NIM : L2E 005 447  
Dosen Pembimbing : Yusuf Umardhani, ST, MT  
Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)  
Judul : Pengaruh Larutan  $C_7H_{18}O_3Si$  Terhadap Kekuatan Tarik Serat Daun Kelapa, Kompatibilitas dan Kekuatan *Bending* Komposit

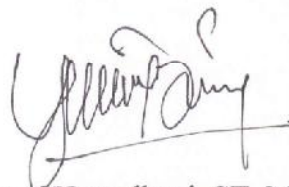
### Isi Tugas

1. Mengetahui pengaruh perendaman serat daun kelapa pada larutan *silane* kadar 2,5 %, 5 %, 7,5% selama 2 jam terhadap kekuatan tarik serat daun kelapa, kompatibilitas dan kekuatan *bending* pada matrik *Unsaturated Polyester Yukalac* tipe 157 BQTN-EX.

Semarang, Juni 2011

Menyetujui

Pembimbing




Yusuf Umardhani, ST, MT

NIP: 197008061998021001

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/Tesis/Disertasi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Erwin Anggoro  
NIM : L2E 005 447  
Tanda Tangan :   
Tanggal : 5 Juni 2011





## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Erwin Anggoro  
NIM : L2E 005 447  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pengaruh Larutan  $C_7H_{18}O_3Si$  Terhadap Kekuatan Tarik  
Serat Daun Kelapa, Kompatibilitas dan Kekuatan *Bending*  
Komposit

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

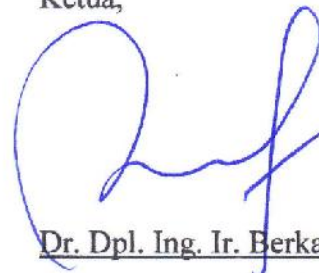
### TIM PENGUJI

Pembimbing : Yusuf Umardhani, ST, MT (  )  
Penguji : Dr. MSK. Tony Suryo Utomo, ST, MT (  )  
Penguji : Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT (  )  
Penguji : Dr. Achmad Widodo, ST, MT (  )

Semarang, Juni 2011

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Dpl. Ing. Ir. Berkah Fadjar TK

NIP. 195907221987031003

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Erwin Anggoro  
NIM : L2E 005 447  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Departemen : Universitas Diponegoro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGARUH LARUTAN  $C_7H_{18}O_3Si$  TERHADAP KEKUATAN TARIK SERAT DAUN KELAPA, KOMPATIBILITAS DAN KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang  
Pada Tanggal : 5 Juni 2011

Yang menyatakan



(Erwin Anggoro)

NIM: L2E 005 447

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Skripsi ini kupersembahkan untuk ayah dan ibuku tercinta, adik, saudara - saudara dan semua sahabatku yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, dukungan, bimbingan, dan doa yang tulus dalam setiap langkahku. Terima kasihku sebagai tanda bakti kepadamu.*

## ABSTRAK

Perkembangan material komposit dalam bidang rekayasa semakin banyak digunakan. Hal ini dikarenakan sifat-sifatnya yang unggul dibandingkan dengan bahan konvensional, seperti rasio antara kekuatan dan densitasnya cukup tinggi, kaku, proses pembuatannya sangat sederhana serta tahan terhadap korosi dan beban lelah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh larutan silane terhadap kekuatan tarik serat daun kelapa, kompatibilitas dan kekuatan bending komposit. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai bahan pertimbangan bagi dunia industri untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan larutan silane dengan matrik polyester terhadap peningkatan kekuatan tarik, kompatibilitas dan kekuatan bending komposit.

Obyek penelitian ini adalah komposit serat daun kelapa dengan matrik polyester sebagai bahan pengikatnya. Dalam eksperimen ini terdapat 3 variasi perbedaan konsentrasi larutan silane, yaitu non perlakuan, 2,5%, 5% dan 7,5%. Pengujian bending yang dilakukan dengan acuan standar uji ASTM D 790-02, untuk uji tarik seratnya menggunakan standar uji ASTM D 3379-75.

Dari hasil pengujian tarik serat daun kelapa didapatkan tegangan tarik paling optimal pada larutan silane 7,5% sebesar 59,889 MPa. Sedangkan hasil pengujian kompatibilitas didapatkan tegangan interfacial optimal pada larutan silane 7,5% sebesar 0,204 MPa. Hasil uji bending serat daun kelapa didapatkan tegangan bending paling optimal pada larutan silane 2,5% sebesar 53,468 MPa.

Kata Kunci : Serat Daun Kelapa, Kekuatan Tarik, Kekuatan Bending, Matrik Polyester

## ABSTRACT

*Developments in the field of engineering composite materials are increasingly used. This is because its properties are superior compared to conventional materials, such as the ratio between strength and density is quite high, stiff, the manufacturing process is very simple and resistant to corrosion and fatigue loads. The purpose of this study was to determine the effect of silane solution on palm leaf fiber tensile strength, compatibility and bending strength of composites. The benefits of this research is the consideration for the industry to know how big the effect of adding a solution of silanes with polyester matrix to increase tensile strength, compatibility and bending strength of composites.*

*Object of this study was the composite of palm leaf fibers with polyester matrix as a fastening material. In this experiment there are three variations of silane solution concentration differences, ie non-treatment, 2.5%, 5% and 7.5%. Bending test is performed with the reference standard test ASTM D 790-02, for its fiber tensile test using a standard test ASTM D 3379-75.*

*From the results of tensile testing of palm leaf fiber obtained the optimum tensile stress at 7.5% silane solution of 59,889 MPa. While the results of compatibility tests obtained optimal interfacial tension at 7.5% silane solution of 0.204 MPa. The test results obtained bending palm leaf fiber bending stress on the most optimal solution of silane 2.5% of 53.468 MPa.*

*Keywords : Leaf Coconut fiber, Pull Strength, Bending Strength, Polyester Matrix*



## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul “PENGARUH LARUTAN  $C_7H_{18}O_3Si$  TERHADAP KEKUATAN TARIK SERAT DAUN KELAPA, KOMPATIBILITAS DAN KEKUATAN *BENDING* KOMPOSIT”. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi pada program strata satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bimbingan, bantuan, serta dukungan kepada :

1. Yusuf Umardhani, ST, MT, selaku Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan kepada penulis untuk menyusun Tugas Akhir.
2. Bapak Supardi, selaku teknisi di Laboratorium Evaluasi Tekstil Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Yanto, selaku teknisi di Laboratorium Bahan Teknik, Teknik Mesin Universitas Gajah Mada.

Dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari banyak kekurangan. Oleh karena itu segala kritik yang bersifat membangun akan diterima dengan senang hati untuk kemajuan bersama. Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada siapa saja yang membutuhkan data maupun referensi yang ada dalam laporan ini.

Semarang, 5 Juni 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Tugas Sarjana .....	ii
Halaman Pernyataan Orisinalitas .....	iii
Halaman Pengesahan .....	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi .....	v
Halaman Motto dan Persembahan .....	vi
Abstrak .....	vii
Kata Pengantar .....	ix
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Gambar .....	xiv
Nomenklatur .....	xvi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Metode Penelitian .....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	5

### **BAB II DASAR TEORI**

2.1. Kajian Pustaka .....	6
---------------------------	---

2.2. Pengertian Komposit .....	6
2.3. Klasifikasi Material Komposit Berdasarkan Bentuk Komponen strukturalnya .....	8
2.3.1 Komposit Serat ( <i>Fibrous Composites</i> ) .....	8
2.3.2 Komposit Partikel ( <i>Particulate Composites</i> ) .....	9
2.3.3 Komposit Lapis ( <i>Laminated Composites</i> ).....	10
2.4. Unsur-unsur Utama Pembentuk Komposit FRP .....	11
2.4.1 Serat .....	11
2.4.2 Matriks .....	12
2.5. Tinjauan Serat Alam .....	14
2.5.1 Serabut Kelapa .....	14
2.5.2 Serat Eceng Gondok .....	16
2.5.3 Bambu .....	17
2.5.4 Serat Kenaf .....	17
2.6. Tinjauan Matrik.....	19
2.6.1 Resin <i>Unsaturated Polyester</i> ( UP ) Yukalac 157 BQTN EX .....	19
2.6.2 Resin <i>Unsaturated Polyester</i> (UP) Type 286 SHPC .....	20
2.6.3 Resin Epoksi.....	20
2.7. Tinjauan Larutan .....	21
2.7.1 <i>Silane</i> .....	21
2.7.2 Alkali .....	22
2.7.3 Etanol .....	23
2.8. Pengaru Pemberian Larutan .....	23
2.9. Kajian Teoritis .....	24
2.9.1 Kekuatan Tarik .....	24
2.9.2 Kompatibilitas .....	26
2.9.3 Kekuatan <i>Bending</i> .....	27

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Diagram Alir Penelitian.....	29
3.2. Bahan dan Alat Penelitian .....	30
3.3. Cara Kerja Pengoperasian Alat Uji Tarik Mulur .....	34
3.4. Metode Pengolahan Serat Daun Kelapa .....	35
3.5. Metode Pembuatan Spesimen .....	36
3.5.1 Metode Uji Tarik Serat Daun Kelapa .....	36
3.5.2 Metode Pengujian Kompatibilitas .....	37
3.5.3 Metode Uji <i>Bending</i> .....	38

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Pengujian Tarik Serat Daun Kelapa .....	41
4.2. Pengujian Kompatibilitas .....	43
4.3. Pengujian Kekuatan <i>Bending</i> .....	46
4.4. Hasil Foto Mikrografi .....	48

### **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	50
5.2. Saran .....	50

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	51
-----------------------------	----

### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat mekanik dari beberapa jenis serat.....	12
Tabel 2.2	Sifat fisis dan kimia serabut kelapa .....	15
Tabel 2.3	Sifat serat kenaf tanpa perlakuan alkali dan dengan perlakuan alkali 2 jam.....	19
Tabel 2.4	Sifat resin <i>Unsaturated Polyester</i> Yukalac 157 BQTN-EX setelah mengeras. (sumber : PT. Justus kimia raya, 2001) .....	20
Tabel 2.5	Sifat resin Epoksi Bakelite EPR 174 setelah mengeras .....	21
Tabel 2.6	Sifat Ethanol.....	23
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Tarik Mulur Serat Daun kelapa .....	44
Tabel 4.2	Hasil Pengujian <i>Single Fiber Pull Out</i> Serat Daun kelapa .....	47
Tabel 4.3	Hasil Pengujian kekuatan <i>bending</i> Serat Daun kelapa.....	49

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	<i>Continous fiber composite</i> .....	8
<b>Gambar 2.2</b>	<i>Woven fiber composite</i> .....	9
<b>Gambar 2.3</b>	<i>Chopped fiber composite</i> .....	9
<b>Gambar 2.4</b>	<i>Hybrid composite</i> .....	9
<b>Gambar 2.5</b>	<i>Particulate Composite</i> .....	9
<b>Gambar 2.6</b>	<i>Laminated Composites</i> .....	10
<b>Gambar 2.7</b>	SEM dengan perlakuan silane dan tanpa perlakuan silane .....	22
<b>Gambar 2.8</b>	Skema prinsip <i>pull-out fiber test</i> .....	26
<b>Gambar 2.9</b>	Pengujian kekuatan bending dengan metode <i>three point bending</i> ....	27
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir.....	29
<b>Gambar 3.2</b>	Serat daun kelapa.....	30
<b>Gambar 3.3</b>	Resin <i>Unsaturated Polyester Yukalac tipe 157 BQTN-EX</i> .....	30
<b>Gambar 3.4</b>	Katalis MEXPO 100cc .....	31
<b>Gambar 3.5</b>	Larutan <i>Silane</i> .....	31
.....		
<b>Gambar 3.6</b>	Sikat Baja .....	31
<b>Gambar 3.7</b>	Timbangan digital.....	32
<b>Gambar 3.8</b>	Gergaji Besi.....	32
<b>Gambar 3.9</b>	Gelas Ukur .....	32
.....		
<b>Gambar 3.10</b>	Mikrografi.....	33
<b>Gambar 3.11</b>	Alat Uji tarik-mulur TENSO-LAB UII.....	33
<b>Gambar 3.12</b>	Alat Uji Bending.....	34
<b>Gambar 3.13</b>	Spesimen Standart Uji Tarik Serat Tunggal ASTM 3379-75.....	36
.....		
<b>Gambar 3.14</b>	Spesimen Uji Tarik .....	37

<b>Gambar 3.15</b>	Spesimen Uji Kompatibilitas.....	38
<b>Gambar 3.16</b>	Spesimen Uji <i>Bending</i> .....	40
.....		
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik panjang elongasi serat daun kelapa terhadap kadar <i>Silane</i> ...	42
<b>Gambar 4.2</b>	Grafik panjang tegangan tarik serat daun kelapa terhadap kadar <i>Silane</i> .....	43
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik panjang elongasi serat daun kelapa terhadap kadar <i>Silane</i> ....	45
<b>Gambar 4.4</b>	Grafik tegangan interfacial serat daun kelapa terhadap kadar <i>Silane</i> .....	45
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik tegangan bending serat daun kelapa terhadap kadar <i>Silane</i> ....	47
<b>Gambar 4.6</b>	(a) Patahan berbenruk gerigi.....	48
<b>Gambar 4.6</b>	(b) Patahan berbentuk meruncing.....	48
<b>Gambar 4.8</b>	Patahan Broken Fiber .....	47

## NOMENKLATUR

$A$	Luasan penampang	$mm^2$
$b$	Lebar	$mm$
$d$	Tebal	$mm$
$r$	Jari-jari	$mm$
$L$	Panjang span	$mm$
$L_0$	Panjang mula-mula	$mm$
$L_u$	Panjang sesudah patah	$mm$
$P$	Beban	$N$
$S$	Tegangan bending	$MPa$
$\sigma$	Tegangan tarik	$MPa$
$\varepsilon$	Regangan	%
$\tau$	Tegangan geser interfacial	$MPa$