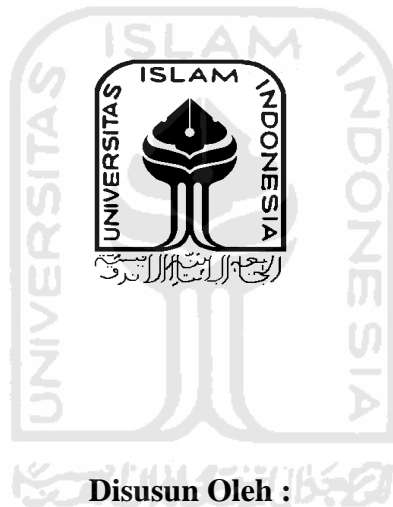


**OPTIMALISASI PERLAKUAN ALKALI TERHADAP SERAT  
UNTUK PEMBUATAN PRODUK KOMPONEN OTOMOTIF**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh :**

**Nama : Andy Kurniawan**  
**No. Mahasiswa : 11525034**  
**NIRM : 2011040208**

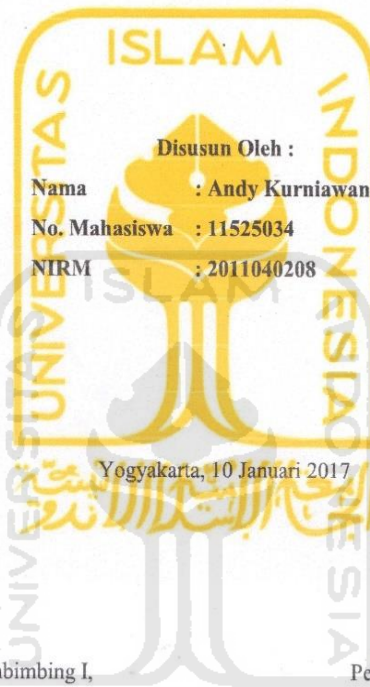
**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2017**

# LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

## OPTIMALISASI PERLAKUAN ALKALI TERHADAP SERAT UNTUK PEMBUATAN PRODUK KOMPONEN OTOMOTIF

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Andy Kurniawan

No. Mahasiswa : 11525034

NIRM : 2011040208

Yogyakarta, 10 Januari 2017

Pembimbing I,

Handwritten signature of Muhammad Ridlwan S.T., M.T.

Muhammad Ridlwan S.T., M.T

Pembimbing II,

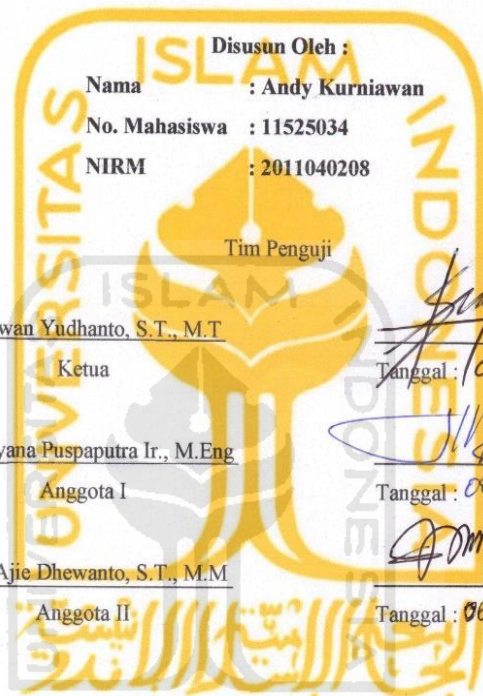
Handwritten signature of Ferrjawan Yudhanto S.T., M.T. with the date '10 Januari 2017' written above it.

Ferrjawan Yudhanto S.T., M.T

# LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

## OPTIMALISASI PERLAKUAN ALKALI TERHADAP SERAT UNTUK PEMBUATAN PRODUK KOMPONEN OTOMOTIF

### TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Andy Kurniawan

No. Mahasiswa : 11525034

NIRM : 2011040208

Tim Penguji

Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T

Ketua

Tanggal : 08/02/2017

Dr. Paryana Puspaputra Ir., M.Eng

Anggota I

Tanggal : 08/02/2017

Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M

Anggota II

Tanggal : 08/02/2017

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Eng Risdiyono, S.T., M.Eng

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya :

Nama : Andy Kurniawan

NIM : 11525034

Jurusan / Fak.Univ : Teknik Mesin / FTI UII Yogyakarta

Judul Skripsi : Optimalisasi Perlakuan Alkali Terhadap Serat Untuk Pembuatan  
Produk Komponen Otomotif.

Menyatakan bahwa topik didalam skripsi ini merupakan Hibah Penelitian Kopertis V Tahun 2016 yang didanai oleh Kemenristek Dikti dengan nama peneliti sebagai berikut :

Nama Ketua Peneliti : Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T

Nama Anggota Peneliti : Andika Wisnujati, S.T., M.Eng

Nomor Dipa : 042.06-/2016, 7 Desember 2015

Penelitian : Karakterisasi Hasil Perlakuan Alkali Terhadap Topografi Permukaan, Kekuatan Tarik dan Model Patahan Serat Tunggal Agave Sisalana Terhadap Kemampuan Rekat Matrik Polyester

Dengan demikian segala hak kekayaan ilmiah dan hak publikasi hasil penelitian dalam skripsi ini menjadi hak milik saudara Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T dan Andika Wisnujati, S.T., M.Eng. Demikian surat ini dibuat tanpa paksaan dari pihak manapun untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 10 Februari 2017

Yang memberi pernyataan,



Andy Kurniawan

NIM 11525034

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Puji syukur ku Panjatkan padamu ya Allah SWT atas karunia besar yang telah Engkau limpahkan kepadaku dan juga kedua orang tuaku yang telah berusaha membesarkan dan mendidikku hingga akhir studiku.*

*Buat Papa dan Mama, inilah kado kecil yang dapat anakmu persembahkan untuk sedikit menghibur hatimu yang telah aku susahkan, aku tahu banyak yang telah kalian korbankan untuk anakmu ini dan tak pernah merasa lelah demi memenuhi kebutuhanku.*

*Saya hanya bisa mengucapkan banyak terima kasih kepada Papa dan Mama, hanya ALLAH SWT yang akan membalas kemuliaan hati kalian.*

*Terima kasih kasih untuk kakakku tercinta Christine Sisilia Anggraeni yang selalu memberikan dukungan kepada adekmu ini.*

*Dan tak lupa saya ucapkan terima kasih kepada teman seangkatan Teknik Mesin 2011 dan sahabat-sahabatku yang senantiasa memberikan nasihat, dukungan dan selalu mendoakan kesuksesan saya. Semoga ALLAH SWT akan membalas kebaikan kalian.*

## HALAMAN MOTTO

*“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu  
Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang  
yang sabar”*

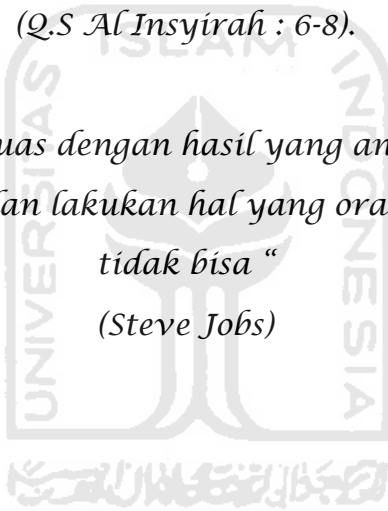
*(Q.S. Al-Baqarah: 153)*

*“Sungguh bersama kesukaran dan keringanan. Karna itu bila  
kau telah selesai (mengerjakan yang lain). Dan kepada Tuhan,  
berharaplah”*

*(Q.S Al Insyirah : 6-8).*

*“ Jangan pernah puas dengan hasil yang anda peroleh. Selalu  
dorong diri anda dan lakukan hal yang orang-orang katakan  
tidak bisa “*

*(Steve Jobs)*



## KATA PENGANTAR



*Assalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakathu.*

Segala puji bagi Allah SWT, berkat rahmat dan hidayahnya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas Akhir berjudul “Optimalisasi Perlakuan Alkali Terhadap Serat Untuk Pembuatan Produk Komponen Otomotif” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan moral maupun material dari berbagai pihak. Atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis, baik berupa bimbingan, motivasi, dorongan, kerjasama, fasilitas maupun kemudahan lainnya maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.Eng Risdiyono, S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Muhammad Ridlwan, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir.
3. Bapak Ferriawan Yudhanto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen dan staff jurusan Teknik Mesin FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik dalam kegiatan akademis maupun administratif.
5. Papa dan Mama tersayang, atas semua doa, dukungan, kesabaran dan bimbingannya.

6. Kakakku tercinta, Christine Sisilia Anggraeni yang selalu memberi dukungan.
7. Laboran Evaluasi Tekstil Teknik Kimia-Tekstil Bapak Supardi yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan memberikan ilmunya.
8. Teman – teman Teknik Mesin 2011 saudara seperjuangan di Teknik Mesin yang selalu memberikan dukungan dan semangatnya.
9. Teman tugas akhir komposit ( Jamal, Nazrudin, dan Suluh) yang sama-sama saling membantu dan memberikan semangat.
10. Teman Partner dalam menyelesaikan tugas akhir Dwikky Eryawan dan Difbya Wicaksana.
11. Teman - teman Pandawa kost (Fikriansyah, Panji, Satrio, dan Tangguh) yang selalu memberikan nasihat dan semangatnya.
12. Dan seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga Allah S.W.T. senantiasa memberikan balasan limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, serta kelapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan. Penulis menyadari bahwa dalam laporan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, ini tidak lepas dari kurangnya pengetahuan penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca yang sekiranya dapat menambah pengetahuan dan demi kemajuan penulis di masa mendatang.

Harapan penulis, laporan ini dapat membantu mengembangkan ilmu pengetahuan penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

*Wassalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakathu*

Yogyakarta, 7 Januari 2017

Andy Kurniawan



## ABSTRAK

*Serat Agave Sisalana sebagai bahan alternatif penguat komposit banyak ditemukan di daerah Jawa Timur dan Madura, Indonesia. Serat ini akan digunakan sebagai bahan penguat alami pada pembuatan produk komponen otomotif. Pembuatan produk komponen otomotif menggunakan serat alam dari bahan agave sisalana dilakukan dengan metode vacuum bagging.*

*Pada penelitian ini membahas tentang sifat mekanis (pengujian tarik), sifat fisis (Scanning Electron Microscopy) dan kemampuan matrik membasahi serat (wettability). Perlakuan alkali (NaOH) konsentrasi 5% dengan lama waktu perendaman 0, 2, 4, 6 dan 8 jam.*

*Hasil penelitian ini menunjukkan serat agave sisalana dengan perlakuan perendaman alkalisasi 0 jam, 2 jam, 4 jam, 6 jam dan 8 jam memiliki nilai tegangan tarik 315 Mpa, 374 Mpa, 530 Mpa, 420 Mpa dan 270 Mpa. Kekuatan tarik tertinggi berada pada perlakuan perendaman 4 jam yaitu 530 Mpa, sedangkan yang terendah yaitu pada serat dengan perendaman 8 jam yaitu 270 Mpa. Bentuk droplet pada uji wettability dengan perendaman 4 jam berbentuk barrel dengan nilai sudut kontak  $10^{\circ} < \theta < 29^{\circ}$ , hal ini menunjukkan bahwa terjadi tegangan permukaan yang baik antara matrik dan serat. Perlakuan alkali dengan perendaman 4 jam mampu menghilangkan lapisan wax, hemiselulosa, lignin dan pectin pada serat sisal sehingga hanya terlihat selulosa dan memiliki topografi permukaan yang baik.*

*Kata kunci : Serat Sisal, Perlakuan Alkali, Kekuatan Tarik, Wettability dan SEM.*

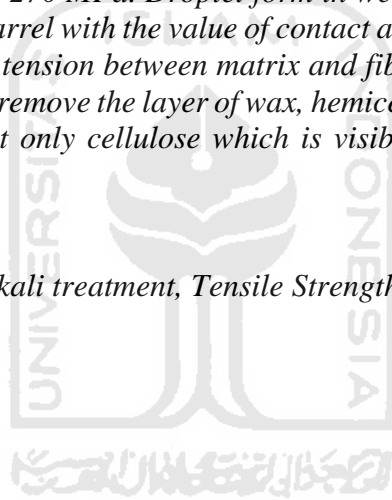
## ABSTRACT

*Agave sisalana* fiber reinforcement composite as alternative materials were found in East Java and Madura, Indonesia. This fibers will be used as a natural reinforcing materials in the manufacture of automotive components. Automotive components manufacture product uses natural fibers by using agave sisalana material is made by vacuum bagging method.

This study discusses about mechanical properties (tensile testing), physical properties (Scanning Electron Microscopy) and matrix fiber wetting ability (wettability). Alkali treatment (NaOH) in 5% concentration with longer soaking time 0, 2, 4, 6 and 8 hours.

The results of this study shows agave sisalana fiber in immersion alkalization 0 hours, 2 hours, 4 hours, 6 hours and 8 hours have a tensile stress 315 MPa, 374 MPa, 530 MPa, 420 MPa and 270 MPa. The highest tensile strength are in the 4 hour soaking treatment, about 530 Mpa. While lowest strengths are in 8 hours soaking treatment 270 MPa. Droplet form in wettability test with 4 hours soaking is in the form of barrel with the value of contact angle  $10^{\circ} < \theta < 29^{\circ}$ , it show that there is good surface tension between matrix and fiber. Alkali treatment with 4 hours soaking is able to remove the layer of wax, hemicellulose, lignin and pectin in the sisal fibers so that only cellulose which is visible and has good surface topography.

*Keywords: Sisal Fibre, Alkali treatment, Tensile Strength, Wettability and SEM*



## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iii
Halaman Persembahan .....	v
Halaman Motto .....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak .....	ix
Abstract.....	x
Daftar Isi .....	xi
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar lampiran.....	xv
Daftar Gambar .....	xvi
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	4
2.1 Kajian Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori .....	5
2.2.1 Pengukuran sudut kontak .....	5
2.2.2 <i>The Rule of Mixture (RoM)</i> .....	7
2.2.3 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i> .....	8
2.2.4 Pengujian Tarik ( <i>Tensile Strength</i> ).....	9
2.3 Serat <i>Agave Sisalana</i> .....	9
2.4 Larutan Alkali .....	10
2.5 <i>Vacuum Bagging</i> .....	11

Bab 3 Metodologi Penelitian .....	13
3.1 Alur Penelitian .....	13
3.2 Peralatan dan Bahan.....	14
3.2.1 Bahan Penelitian .....	14
3.2.2 Alat Pembuatan Spesimen Uji.....	18
3.3 Alat Pengujian Tarik Serat Tunggal .....	20
3.3.1 Spesimen Uji Tarik Serat Tunggal .....	21
3.4 Alat Pengujian <i>Wettability</i> .....	21
3.5 Alat Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) .....	22
3.6 Proses Perancangan Alat.....	23
Bab 4 Hasil dan Pembahasan .....	26
4.1 Proses Perendaman Serat Menggunakan Alkali (NaOH).....	26
4.2 Pembuatan Spesimen Uji .....	27
4.2.1 Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik.....	28
4.2.2 Proses Pembuatan Spesimen Untuk <i>Wettability</i> .....	30
4.2.3 Proses Pembuatan Spesimen (SEM).....	31
4.3 Hasil Perhitungan Kekuatan Tarik Serat Tunggal Sisal .....	32
4.3.1 Perhitungan Hasil Pengujian Tegangan Tarik.....	33
4.3.2 Perhitungan Hasil Modulus Elastisitas .....	35
4.4 Analisis Dan Pembahasan.....	35
4.4.1 Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Serat Sisal .	36
4.4.2 Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap <i>Wettability</i> Serat .....	37
4.4.3 Pengaruh Alkali Terhadap Topografi Permukaan Serat.....	40
4.4.4 Perbandingan Kekuatan Tarik Serat Tunggal.....	42
4.5 Proses Pembuatan Produk Dengan Metode <i>Vacuum Bagging</i> .....	42
4.5.1 Pembahasan Proses Produksi .....	46
4.5.2 Pembahasan Dimensi dan Kualitas Produk.....	47
4.5.3 Pembahasan Fraksi Volume .....	49

Bab 5 Penutup.....	51
5.1    Kesimpulan .....	51
5.2    Saran .....	51
Daftar Pustaka .....	52
Lampiran.....	55

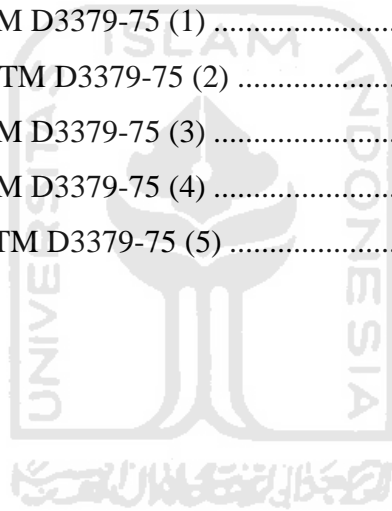


## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Tanpa Perlakuan ( <i>Untreat</i> ) .....	33
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Dengan Perlakuan Alkali Perendaman 2 Jam 5% NaOH .....	33
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Dengan Perlakuan Alkali Perendaman 4 jam 5% NaOH.....	33
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Dengan Perlakuan Alkali Perendaman 6 jam 5% NaOH.....	34
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Dengan Perlakuan Alkali Perendaman 8 Jam 5% NaOH .....	34
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas.....	35
Tabel 4.7 Spesifikasi Resin UPR <i>Yucalac 157</i> BQTN-EX (PT. Justus Kimia Raya, 2001).....	38
Tabel 4.8 Perbandingan Kekuatan Tarik Serat Tunggal.....	42
Tabel 4.9 Pengambilan Data Produk .....	45
Tabel 4.10 Waktu Total Produksi.....	46
Tabel 4.11 Perbandingan Dimensi Produk.....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Tanpa Perlakuan .....	57
Lampiran 2. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Perendaman 2 jam 5% NaOH.....	58
Lampiran 3. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Perendaman 4 jam 5% NaOH.....	59
Lampiran 4. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Perendaman 6 jam 5% NaOH.....	60
Lampiran 5. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Perendaman 8 jam 5% NaOH.....	61
Lampiran 6. Standar ASTM D3379-75 (1) .....	62
Lampiran 7. Standar wASTM D3379-75 (2) .....	63
Lampiran 8. Standar ASTM D3379-75 (3) .....	64
Lampiran 9. Standar ASTM D3379-75 (4) .....	65
Lampiran 10. Standar ASTM D3379-75 (5) .....	66



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi <i>Wettability</i> Serat dan Matrik .....	7
Gambar 2.2 Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	9
Gambar 2.3 Tumbuhan <i>Agave Sisalana</i> .....	10
Gambar 2.4 Reaksi Kimia Perendaman Serat dengan Alkali.....	11
Gambar 2.5 Bagian-bagian <i>Vacuum Bagging</i> .....	12
Gambar 3.1 Serat <i>Agave Sisalana</i> .....	14
Gambar 3.2 Resin <i>Polyester</i> .....	14
Gambar 3.3 Larutan Alkali.....	15
Gambar 3.4 Pompa <i>Vacuum</i> .....	15
Gambar 3.5 Tabung <i>Vacuum</i> .....	16
Gambar 3.6 <i>Connector</i> dan Dimensi <i>Connector</i> .....	16
Gambar 3.7 Cetakan .....	17
Gambar 3.8 Selang <i>Pneumatik</i> dan Selang <i>Spiral</i> .....	17
Gambar 3.9 Plastik Klip .....	18
Gambar 3.10 Gelas Ukur.....	18
Gambar 3.11 Kertas Asturo.....	19
Gambar 3.12 Kertas Karton.....	19
Gambar 3.13 Spesimen <i>Wettability</i> .....	20
Gambar 3.14 (a) Alat <i>Tenso Lab Strength Tester</i> (b) Data Pengujian .....	20
Gambar 3.15 Spesimen <i>test ASTM D3379-75</i> .....	21
Gambar 3.16 Mikroskop Optik.....	21
Gambar 3.17 Spesimen Uji <i>Wettability</i> .....	22
Gambar 3.18 Ilustrasi <i>droplet</i> membasahi serat ( <i>Barrel</i> dan <i>Clam-Shell</i> ) .....	22
Gambar 3.19 Alat uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	23
Gambar 3.20 Pengecekan Pompa .....	23
Gambar 3.21 Pemasangan selang .....	24
Gambar 3.22 Persiapan produksi, (a) proses peletakan serat dalam cetakan, (b) proses pemasangan <i>strimin</i> , selang <i>spiral</i> , <i>connector</i> dan plastik klip.....	24
Gambar 3.23 Proses Pengecekan Kebocoran dan <i>Pemvacuuman</i> Cetakan.....	25
Gambar 3.24 Proses Produksi Menggunakan Teknik <i>Vacuum Bagging</i> .....	25



Gambar 4.1 (a) Penuangan Alkali (b) Perendaman Serat.....	26
Gambar 4.2 Pengeringan Serat .....	27
Gambar 4.3 Serat Untuk Uji SEM, Uji Tarik dan Uji <i>Wettability</i> .....	27
Gambar 4.4 Spesimen Uji Tarik .....	28
Gambar 4.5 <i>Grip</i> Untuk Uji Tarik.....	28
Gambar 4.6 Spesimen Uji Tarik .....	29
Gambar 4.7 Peletakan spesimen pada alat uji .....	29
Gambar 4.8 Peletakan serat ada <i>jig</i> yang terbuat dari <i>acrylic</i> .....	30
Gambar 4.9 Peletakan resin pada serat sisal.....	30
Gambar 4.10 Pengujian <i>wettability</i> serat sisal.....	31
Gambar 4.11 Pengukuran Sudut Kontak Pada <i>Droplet</i> .....	31
Gambar 4.12 Alat Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	32
Gambar 4.13 Topografi permukaan serat sisal.....	32
Gambar 4.14 Grafik Tegangan Tarik Serat Sisal .....	36
Gambar 4.15 Grafik Modulus Elastisitas Serat Sisal .....	37
Gambar 4.16 Bentuk <i>Droplet</i> , (a)Tanpa Perlakuan, (b) Alkalisasi 2 Jam, (c) Alkalisasi 4 Jam, (d) Alkalisasi 6 Jam, (e) Alkalisasi 8 Jam.....	39
Gambar 4.17 Grafik Nilai $\cos\theta$ .....	40
Gambar 4.18 Hasil Uji SEM, (a) Tanpa Perlakuan, (b) Alkalisasi 2 Jam, (c) Alkalisasi 4 Jam, (d) Alkalisasi 6 Jam, (e) Alkalisasi 8 Jam.....	41
Gambar 4.19 Cetakan Cover Spion .....	43
Gambar 4.20 Pelapisan Cetakan Dengan <i>Fiberglass</i> .....	43
Gambar 4.21 Pemotongan Serat Sisal .....	44
Gambar 4.22 Pemasangan <i>Strimin</i> , Selang <i>Spiral</i> , Plastik Klip dan <i>Connector</i> ..	44
Gambar 4.23 Proses Produksi Dengan <i>Vacuum Bagging</i> .....	45
Gambar 4.24 Hasil Jadi Produk, (a) Sebelum finishing, (b) Sesudah di finishing .....	46
Gambar 4.25 Pengukuran Ketebalan Dengan Micrometer.....	47
Gambar 4.26 Grafik Nilai Fraksi Volume Komposit Serat Sisal dan Komposit Bulu Ayam .....	49

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan serat alam dalam perkembangan teknologi bahan komposit polimer telah menyita perhatian para peneliti untuk dapat menemukan keunggulan-keunggulan serat alam sehingga mampu bersaing dengan serat sintetis. Sisal (*agave sisalana*) adalah salah satu tanaman tropis tahunan (*tropical plant*) dan secara periodik diambil seratnya yang berasal dari daun (*leaf fiber*) oleh petani serat. Tanaman ini tumbuh baik pada kondisi tanah kering dan berbatu seperti di Sumenep, Madura, Indonesia. Serat ini banyak digunakan untuk tali temali, membuat jaring jala, sapu, keset serta produk kerajinan komersial yang lain karena sifatnya yang kuat, tidak mulur dan tahan terhadap air laut (Sastrosupadi A, 2006). Semua serat alam dari tanaman memiliki sifat hidropilik yang berlawanan secara kompatibilitas dengan matrik polimer yang bersifat hidrofobik. Kelemahan ini dapat diatasi dengan memberikan perlakuan alkali (NaOH) pada permukaan serat yang dimaksudkan untuk mengurangi sifat hidropilik serat tersebut. Perlakuan alkali juga berguna untuk membersihkan media ekstraktif dari serat alam seperti *lignin*, *pectin*, *wax* dan kotoran (impuritas) sehingga diperoleh serat dengan permukaan yang relatif memiliki topografi yang seragam.

Kemampuan matrik kelompok termoplastik maupun termoset untuk membasahi serat secara optimal merupakan salah satu kunci utama menentukan kinerja bahan komposit secara optimal. Kemampuan untuk membasahi serat disebut dengan *wettability*. Selain *wettability* daya rekat (*adhesive bonding*) dan mekanisme *interlocking* antara dua permukaan serat dan matrik akan berpengaruh langsung terhadap kekuatan geser *interfacial*. Perilaku mampu basah atau tidak mampu basah permukaan padat oleh suatu cairan diukur sederhana menggunakan sudut kontak (Rochery, 2006). Perlakuan alkalisasi diharapkan mampu memberikan dampak baik terhadap sifat mampu basah serat sisal.

Secara kualitatif, *morphology* permukaan serat sisal akibat alkalisasi dapat dilihat dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Karakterisasi *wettability*,

topografi permukaan, kekuatan tarik dan model patahan serat tunggal ini akan digunakan untuk komabilitas penelitian serat sisal dengan resin polimer sebagai alternatif pengembangan dan optimasi material teknik khususnya NACO (*Natural Composite*).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Apakah perlakuan NaOH 5% pada serat sisal dapat memberikan pengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik serat tunggal seperti kekuatan tarik dan *wettability* sehingga dapat dimanfaatkan sebagai penguat komposit.

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Perlakuan permukaan serat yaitu perendaman dalam media larutan alkali NaOH 5% selama 0, 2, 4, 6, dan 8 jam.
2. Sifat mekanik yang diuji adalah kekuatan tarik serat tunggal, *wettability* dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).
3. Parameter *wettability* yang dipertimbangkan dalam tulisan ini adalah sudut kontak.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan :

1. Mengetahui nilai tegangan tarik serat tunggal dan nilai modulus elastisitas pada serat tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan alkali (NaOH).
2. Mengetahui nilai tegangan permukaan pada serat tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan alkali (NaOH).
3. Mengetahui bentuk permukaan serat tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan alkali (NaOH).
4. Mengetahui dimensi produk dari 2 material yang berbeda.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menambah data kekuatan tarik, regangan dan modulus elastisitas serat sisal.
2. Pengembangan teknologi bahan komposit sebagai alternatif pengganti serat sintetis.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian, yang bertujuan memudahkan dalam memahami laporan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab, yaitu:

1. Bab I berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan laporan.
2. Bab II berisikan kajian pustaka yang menerangkan tentang perkembangan terkini terkait topik perancangan dan landasan teori yang dipakai dalam perancangan ini.
3. Bab III berisikan penjelasan tentang alur penelitian yang dilengkapi dengan diagram alir, alat dan bahan yang digunakan, konsep desain, metode pengujian spesimen dan analisis hasil pengujian.
4. Bab IV berisikan penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai dalam penelitian ini dan pembahasannya.
5. Bab V merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan beserta saran yang didapat dalam pelaksanaan penelitian ini.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Pemanfaatan komposit polimer dengan penguatan serat alam *selulosa* saat ini menunjukkan perkembangan yang sangat pesat terutama untuk aplikasi struktural dan nonstruktural (Rowell, R.M., et al, 2000). Kekuatan *interfacial* serat dan matrik dapat dioptimalkan jika hubungan antara ikatan serat matrik serta perlakuan mekanis dari komposit dipahami dengan baik.

Menurut Eichorn, S.J., et al., (2001), kekuatan *interfacial* ditentukan oleh beberapa faktor mendasar yaitu:

- a) Topologi kekasaran permukaan serat (*surface roughness*).
- b) Jenis serat dan model perpatahan (*fracture modes*).
- c) Kemampuan rekat serat matrik (*adhesive bonding*).

Triyono dan Diharjo, (2000). Serat atau *fiber* dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada material.

Menurut Hwang (2003), ikatan *interfacial* antara serat dan matrik dipegaruhi oleh *moisture absorption dan wettability*, dimana *debonding* dapat terjadi dengan mudah apabila serat memiliki *moisture absorption* yang tinggi, selanjutnya ditunjukkan pula bahwa perlakuan kimia pada serat dapat menghentikan proses *moisture absorption*, membersihkan dan mengubah topografi permukaan serat serta meningkatkan kekasaran permukaan sehingga dapat meningkatkan daya ikat *interfacial* antara serat dan matrik. Topografi permukaan serat kasar tersebut akan menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik dengan matrik. Pernyataan tambahan dari Korte (2006) yang menjelaskan bahwa semua perlakuan awal (*pre-treatment*) terhadap serat bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik, menguatkan sifat komposit dengan *kekuatan interfacial*, menurunkan daya serap air dan meningkatkan keseragaman serat alam.

Selain itu perlakuan kimia pada serat juga dapat membersihkan dan mengubah topografi permukaan serat, meningkatkan kekerasan sehingga dapat meningkatkan daya ikat *interfacial* antara serat dan matrik. Pendapat ini diperkuat oleh Marsyahyo dkk (2006) yang mengatakan bahwa serat tanpa perlakuan masih berbentuk *fiber double* dan akan terurai menjadi serat tunggal (*single fiber*) setelah mendapat perlakuan alkali. Serat dapat terurai menjadi serat tunggal karena adanya kandungan *lignin*, *pectin* dan *impurities* yang lain sudah berkurang. Hal ini akan meningkatkan *mechanical interlocking* antara serat dan matrik pada komposit. Penelitian dari Munawar dkk (2007) menunjukkan terjadinya penurunan ukuran diameter, persentasi berat dan bertambah ukuran kristalin pada serat nanas dan rami, hal ini terjadi karena dengan perlakuan alkali dan panas secara efektif menghilangkan beberapa kandungan seperti *lignin*, *wax* dan *oils*.

Proses *vacuum bagging* ini adalah penyempurnaan dari metode *hand lay-up* (manual). Adapun fungsi dari *vacuum* tersebut adalah untuk menghilangkan udara yang terperangkap di dalam cetakan dan menghindari resin yang berlebih. Sehingga metode ini sangat bermanfaat terutama untuk membuat produk yang bervariasi.

Pada penelitian yang dilakukan (Pratiyodha Suthira, 2016) dengan menggunakan perendaman larutan alkali (NaOH 5%) sebagai media perendaman serat sisal selama 4 jam didapatkan nilai kekuatan tarik kompositnya 31,2 Mpa dan modulus elastisitasnya sebesar 2,61 Gpa. Sedangkan penelitian mengenai komposit bulu ayam dilakukan oleh (Trishandy Agung N, 2016) didapatkan nilai kekuatan tarik sebesar 13,88 Mpa dan modulus elastisitasnya 0,39 Gpa. Untuk kekuatan tarik material plastik ABS sebesar 28,26 Mpa dan modulus elastisitasnya 2 Gpa (sumber : <http://curbellplastics.com>).

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Pengukuran sudut kontak**

Pengukuran sudut kontak untuk mengamati dan mengetahui seberapa jauh matriks polimer dapat membasahi permukaan serat. Keseimbangan tegangan

permukaan padat dan cair (Rider, 1998) digambarkan seperti dalam persamaan berikut :

$$\cos \theta = \frac{(\gamma_{sv} - \gamma_{sl})}{\gamma_{lv}} \quad (1)$$

$$\gamma_{lv} \cdot \cos \theta + \gamma_{sl} = \gamma_{sv} \quad (2)$$

Dengan catatan :

$\theta$  = Sudut kontak serat matrik;  $\gamma_{sv}$  = Tegangan permukaan serat-*vapor* ( $mJ/m^2$ );  $\gamma_{sl}$  = Tegangan permukaan serat-matrik ( $mJ/m^2$ );  $\gamma_{lv}$  = Tegangan permukaan matrik-*vapor* ( $mJ/m^2$ )

Menurut Sharpe dan Schonhorn (Hefer, 2004) kriteria mampu basah dipengaruhi oleh kontak *intermolekular* antara dua permukaan suatu bahan dapat ditulis sebagai berikut;

$$\text{Mampu basah optimal : } \gamma_{sv} > \gamma_{lv} \quad (3)$$

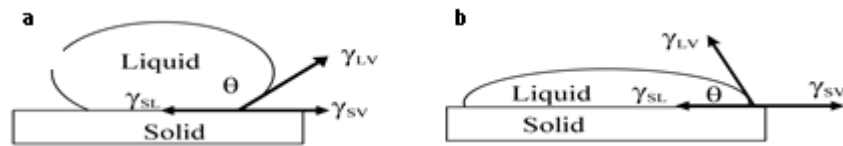
$$\text{Mampu basah rendah : } \gamma_{sv} < \gamma_{lv} \quad (4)$$

Dapat diambil analisa bahwa semakin tinggi harga  $\cos \theta$  semakin tinggi pula nilai tegangan permukaan serat-*vapor* untuk menghasilkan mampu basah yang optimal antara serat dengan matrik.

Menurut Vicks (1999), sudut kontak yang memberikan mampu basah yang optimal ditentukan oleh besaran sudut antara permukaan kayu dan cairan perekat yang mendekati nol. Sudut kontak yang mendekati nol menunjukkan bahwa permukaan memiliki kemampuan menyerap cairan dimana cairan memiliki tegangan permukaan yang lebih rendah daripada permukaan kayu.

Hyers (1998) mengilustrasikan mampu basah yang rendah dan tinggi antara permukaan serat dan matrik yang ditetaskan (gambar 2). Gambar 2 (a) menunjukkan kemampuan basah yang rendah dimana matrik cair dalam bentuk *droplet* yang ditetaskan menghasilkan sudut lebih besar dibandingkan gambar 2 (b) yang memiliki sudut lebih kecil atau mendekati nol.

Semakin kecil sudut kontak *wettability* semakin baik, sehingga matrik sebagai media perekat serat harus memiliki kemampuan melapisi luasan permukaan serat secara optimal. Menurut Doan (2006), sudut kontak untuk menghasilkan kemampuan basah optimal adalah tidak lebih dari  $30^\circ$ .



Gambar 2.1 Ilustrasi *Wettability* Serat dan Matrik

### 2.2.2 *The Rule of Mixture* (RoM)

Sifat-sifat material komposit dapat diprediksi berdasarkan pada sifat-sifat material pembentuk atau konstituennya. Sifat material pada arah serat yang memanjang secara teoritis dapat diprediksi dan biasa disebut dengan *The Rule of Mixture* sebagai berikut:

$$V_c = V_f + V_m + V_v = 1 \quad (5)$$

$$V_v = 1 - \frac{\left( \frac{W_f}{\rho_f} \right) + (W_c - W_f) / \rho_m}{W_c / \rho_c} \quad (6)$$

$$W_c = W_f + W_m \quad (7)$$

$$\rho_c = \rho_f \cdot V_f + \rho_m \cdot V_m \quad (8)$$

Dengan catatan :

$W_f$  = Berat Serat (gr)

$W_c$  = Berat Komposit (gr)

$W_m$  = Berat Matrik (gr)

$\rho_f$  = Massa Jenis Serat (gr/cm<sup>3</sup>)

$\rho_c$  = Massa Jenis Komposit (gr/cm<sup>3</sup>)

$\rho_m$  = Massa Jenis Matrik (gr/cm<sup>3</sup>)

$V_c$  = Volume Komposit (cm<sup>3</sup>)

$V_f$  = Fraksi Volume Serat (%)

$V_m$  = Fraksi Volume Matrik (%)

$V_v$  = Fraksi Volume Void (%)



Analisis teoritis tentang karakteristik mekanik komposit biasanya didasarkan pada asumsi bahwa ikatan antar serat dan matrik terjadi secara sempurna. Walaupun dalam kenyataannya tidak demikian, karena pergeseran antara muka dan deformasi pasti terjadi dalam komposit.

### **2.2.3 Scanning Electron Microscopy (SEM)**

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) adalah salah satu jenis mikroskop electron yang menggunakan berkas electron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas electron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkas elektron akan memantulkan kembali berkas elektron atau dinamakan berkas elektron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas elektron yang dipantulkan terdapat satu berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. *Detector* yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas elektron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Selain itu juga dapat menentukan lokasi berkas elektron yang berintensitas tertinggi itu.

Ketika dilakukan pengamatan terhadap material, lokasi permukaan benda yang ditembak dengan berkas elektron yang berintensitas tertinggi *discan* keseluruhan permukaan material pengamatan. Karena luasnya daerah pengamatan kita dapat membatasi lokasi pengamatan yang kita lakukan dengan melakukan *zoom – in* atau *zoom – out*. Dengan memanfaatkan berkas pantulan dari benda tersebut maka informasi dapat di ketahui dengan menggunakan program pengolahan citra yang terdapat dalam komputer.

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) memiliki resolusi yang lebih tinggi dari pada mikroskop optik. Hal ini di sebabkan oleh panjang gelombang de Broglie yang memiliki elektron lebih pendek daripada gelombang optik. Karena makin kecil panjang gelombang yang digunakan maka makin tinggi resolusi mikroskop. Alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.2 Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)

### 2.2.4 Pengujian Tarik (*Tensile Strength*)

Bahan polimer setelah mengalami pengujian tarik, terjadi gaya tarikan pada bahan atau material yang diuji. Hasil dari pengujian ini adalah tegangan (*strength*) disimbolkan ( $\sigma$ ), regangan (*elongation*) disimbolkan ( $e$ ) dan Modulus Elastisitas disimbolkan ( $E$ ) uji tarik serat tunggal dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma_{ultimate} = \frac{F}{A_0} \quad (8)$$

$$e = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l_i - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (9)$$

$$E = \frac{\sigma}{e} \quad (10)$$

dengan catatan:  $\sigma_{ultimate}$  = Tegangan tarik (Mpa);  $F$  = Gaya (N);  $A_0$  = Luas penampang mula ( $\text{mm}^2$ );  $e$  = Regangan (%);  $L_i$  = Panjang ukur spesimen setelah pengujian (mm);  $L_0$  = Panjang ukur mula spesimen (mm);  $E$  = Modulus elastisitas (Gpa);  $\sigma_{yield}$  = Tegangan luluh material (MPa).

### 2.3 Serat *Agave Sisalana*

Serat *Agave Sisalana* atau sering juga disebut dengan sisal merupakan salah satu serat alam yang paling banyak digunakan dan paling mudah dibudidayakan.

Produksi sisal di seluruh dunia mencapai hampir 4,5 juta ton setiap tahunnya. Negara Tanzania dan Brazil merupakan negara penghasil sisal terbesar

(Kusumastuti, 2009). Serat sisal merupakan serat keras yang dihasilkan dari proses ekstraksi daun tanaman sisal (*Agave Sisalana*). Meskipun tanaman ini berasal dari Amerika Utara dan Selatan, sisal dapat tumbuh dengan baik hingga Afrika, Hindia Barat, dan Hindia Timur.

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil *agave* terbesar di dunia. Sehingga hasil alam dari Indonesia dapat dimanfaatkan untuk kegunaan lain, contohnya seperti digunakan untuk penguat komposit menggantikan penguat dari bahan sintetis. Tanaman *agave* berasal dari negara Meksiko, dan kemudian masuk ke Indonesia pada tahun 1913. Tanaman *agave* ini banyak ditemukan di daerah Jawa Timur, seperti di daerah Malang Selatan, Jember, Blitar Selatan dan Madura.

Di Indonesia, tanaman sisal digunakan di industri kapal laut karena memiliki keunggulan dalam hal tahan terhadap kadar garam tinggi dan memiliki kekuatan lebih baik dibanding tanaman *agave* lainnya. Serat sisal dapat dilihat pada gambar berikut ini.



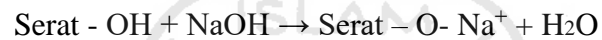
Gambar 2.3 Tumbuhan *Agave Sisalana* (bianginovasi.com)

## 2.4 Larutan Alkali

Alkali secara umum disebut kelompok senyawa basa. NaOH merupakan salah satu senyawa alkali yang tergolong mudah larut dalam air dan termasuk basa kuat yang dapat terionisasi dengan sempurna. Menurut teori Arrhenius, basa merupakan zat yang dalam air menghasilkan ion OH negatif dan ion positif. Larutan basa memiliki rasa pahit, dan jika mengenai tangan terasa licin (seperti

sabun). Salah satu indikator yang digunakan untuk menunjukkan kebasaaan adalah dengan lakmus merah, bila lakmus merah dimasukkan kedalam larutan basa maka warnanya berubah menjadi biru.

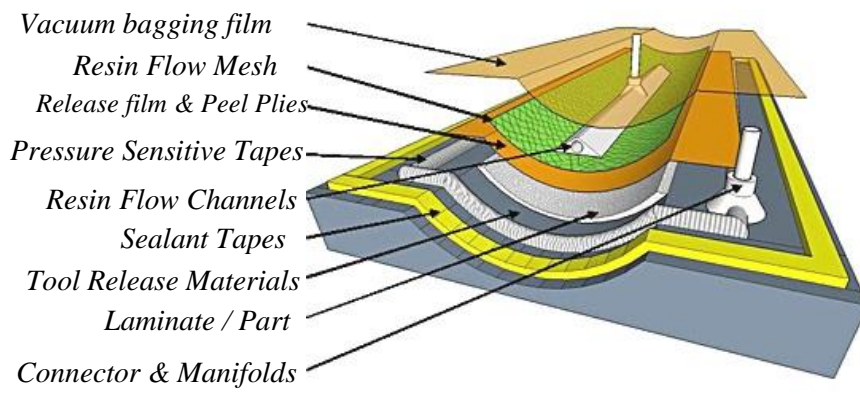
Proses alkalisasi bertujuan untuk menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu *hemiselulosa*, *lignin* dan *pectin*. Dengan berkurangnya *hemiselulosa*, *lignin* dan *pectin*, *wetability* serat oleh matrik akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat. Selain itu, pengurangan *hemiselulosa*, *lignin* dan *pectin* akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik (Maryanti dkk, 2011). Reaksi kimia perendaman alkali dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Reaksi Kimia Perendaman Serat dengan Alkali (Maryanti dkk, 2011)

## 2.5 *Vacuum Bagging*

*Vacuum bagging* adalah suatu metode pembuatan spesimen komposit dengan cara pengepresan menggunakan kantong kedap udara untuk menekan suatu laminasi dari *gelcoat*, *fiber* dan lapisan lainnya pada cetakan sampai lapisannya menyatu sebagai suatu bahan komposit struktural. Pada proses ini digunakan pompa *vacuum* untuk menghisap udara yang ada dalam wadah tempat diletakkannya komposit yang akan dilakukan proses pencetakan. Dengan divacuumkan udara dalam wadah maka udara yang ada diluar penutup plastik akan menekan kearah dalam. Hal ini akan menyebabkan udara yang terperangkap dalam spesimen komposit akan dapat diminimalkan. Bagian-bagian *vacuum bagging* dapat dilihat pada Gambar 2.5.



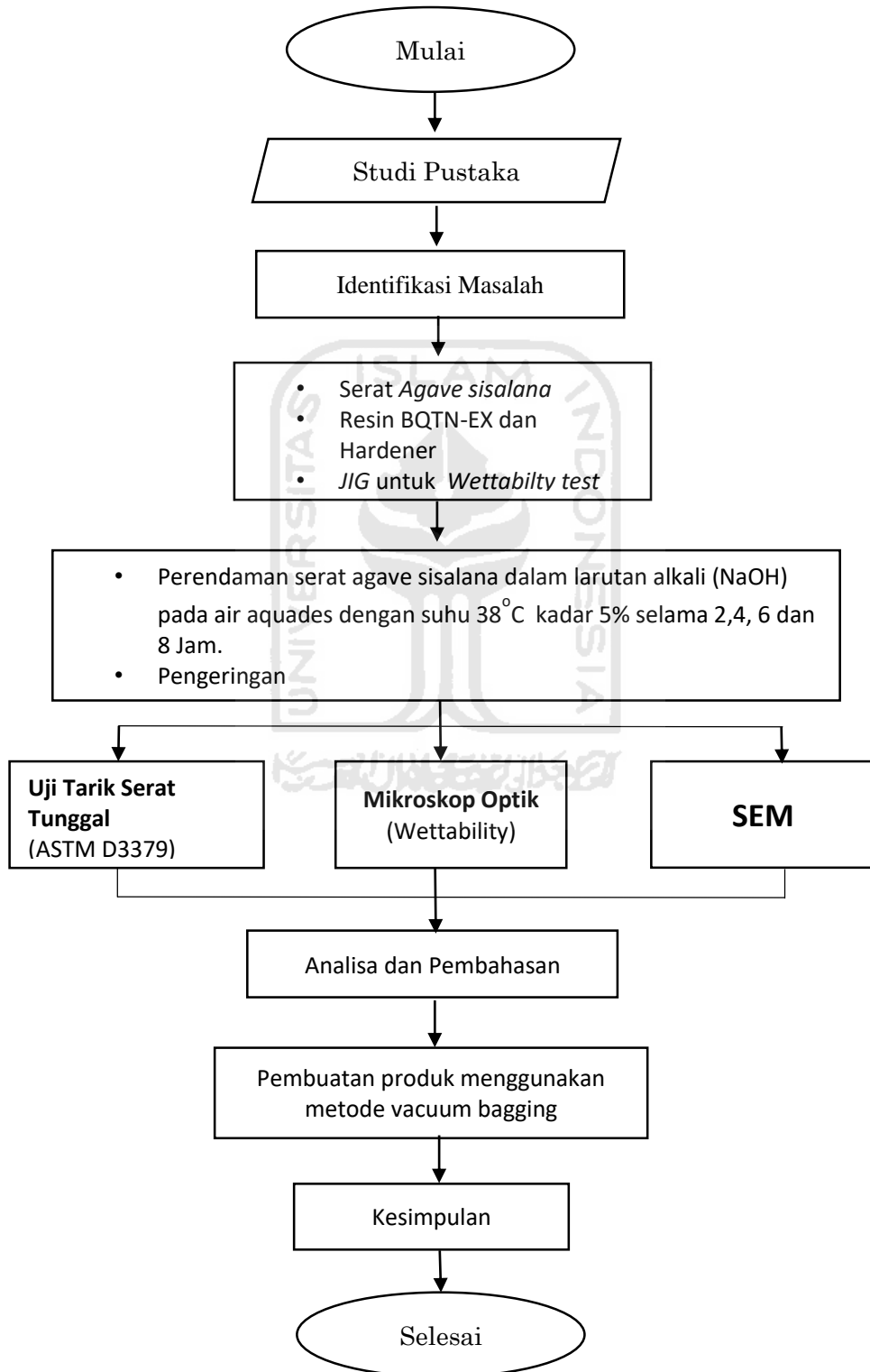
Gambar 2.5 Bagian-bagian *Vacuum Bagging*



# BAB 3

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian



## 3.2 Peralatan dan Bahan

### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan dan peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

#### 1. Serat *Agave Sisalana*

Serat *agave* pada penelitian ini nantinya akan diuji kekuatan dan topografi permukaan untuk melihat perlakuan alkali yang paling optimal. Serat sisal dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.1 Serat *Agave Sisalana*

#### 2. Resin

Resin yang digunakan adalah resin *polyester Yucalac BQTN 157* diperoleh dari PT. Justus Sakti Raya Corporation, Jakarta. Resin dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Resin *Polyester*

### 3. Larutan Alkali

Kegunaan dari larutan alkali untuk membersihkan permukaan serat dari lapisan wax, *lignin*, *hemiselulosa* dan *pectin*. Larutan alkali dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.3 Larutan Alkali

### 4. Pompa Vacuum

Pada penelitian ini pompa *vacuum* yang digunakan mempunyai tekanan maksimal 300mbar. Gambar pompa *vacuum* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.4 Pompa Vacuum

### 5. Tabung Vacuum

Dalam penelitian ini penggunaan tabung *vacuum* berfungsi sebagai media penyimpan tekanan yang akan menarik resin ke dalam cetakan, sehingga pada saat pompa *vacuum* dinyalakan resin yang ada dicetakan



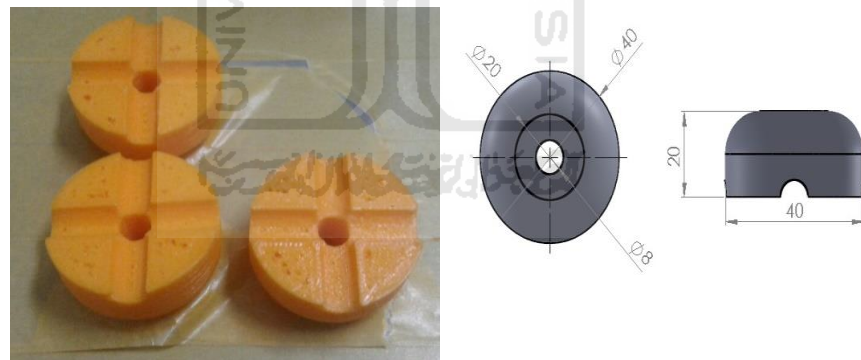
tidak akan masuk dalam pompa dikarenakan resin akan masuk terlebih dulu ke dalam tabung *vacuum*. Tabung *vacuum* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.5 Tabung *Vacuum*

#### 6. *Connector*

*Connector* dalam metode ini berfungsi untuk mengalirkan resin ke *molding*. Bahan yang digunakan untuk pembuatan *connector* adalah ABS dengan metode 3D printing, waktu pengerjaan sekitar 5 jam. Dimensi *connector* dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.6 *Connector* dan Dimensi *Connector*

## 7. Cetakan

Cetakan disini bertujuan untuk membentuk bahan mentah menjadi bahan yang diinginkan. Bahan yang digunakan untuk cetakan penelitian ini adalah jenis plastik mika dengan ketebalan 0,5mm. Cetakan dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Cetakan

## 8. Selang

Selang dalam penelitian ini menggunakan 2 selang yaitu selang *pneumatik* dan selang *spiral*. Selang *pneumatik* berfungsi untuk mengalirkan resin kedalam cetakan sedangkan selang *spiral* digunakan untuk mengalirkan udara dari seluruh sisi cetakan ke tabung *vacuum*. Selang dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Selang *Pneumatik* dan Selang *Spiral*

## 9. Plastik klip

Penggunaan plastik klip pada penelitian ini dipilih karena bersifat kedap udara sehingga pada saat pemvacuuman udara dalam plastik ini tidak bocor. Plastik klip yang digunakan berukuran 40x30 cm. Plastik klip dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.9 Plastik Klip

### 3.2.2 Alat Pembuatan Spesimen Uji

#### a. Peralatan Untuk Perendaman Serat

Peralatan yang digunakan untuk perendaman serat yaitu: gelas ukur, larutan alkali (NaOH), botol aqua, dan jam. Peralatan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Gelas Ukur

## b. Peralatan Untuk Spesimen Uji Tarik

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan spesimen uji tarik sebagai berikut:

### 1. Kertas Asturo

Kertas asturo digunakan sebagai alas untuk peletakan serat tunggal. Pemotongan kertas disesuaikan dengan standar *ASTM D3379-75*. Bentuk spesimen dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Kertas Asturo

### 2. Kertas Karton

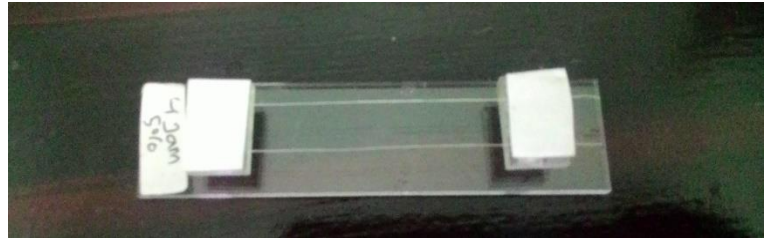
Kertas karton digunakan sebagai *grip* pada spesimen, hal ini bertujuan karena kertas karton memiliki ketebalan yang lebih daripada kertas asturo. Kertas karton dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Kertas Karton

**c. Peralatan Untuk Pembuatan Spesimen *Wettability***

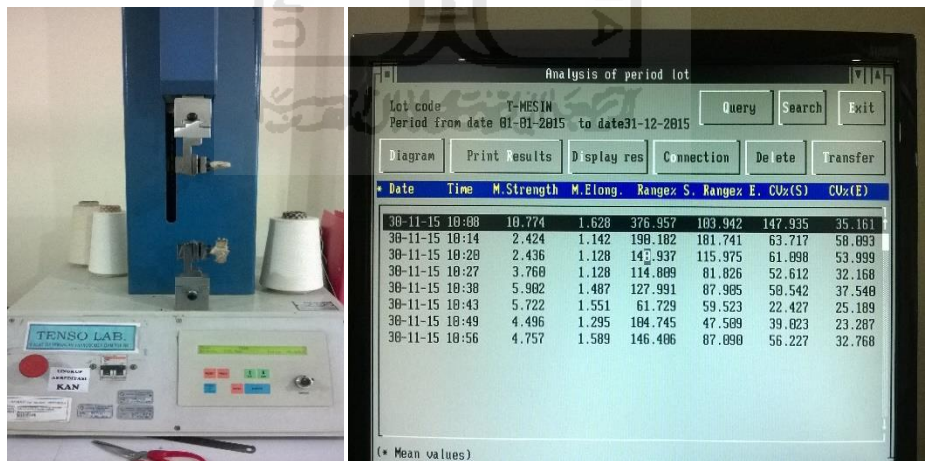
Peralatan yang digunakan untuk pembuatan spesimen *wettability* adalah *acrylic*, *acrylic* dipilih karena berwarna bening sehingga pada saat pengecekan dengan menggunakan mikroskop optik cahaya dari bawah mampu menyinari spesimen sehingga pada saat pengambilan foto *droplet* hasilnya optimal. Bentuk spesimen *wettability* dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Spesimen *Wettability*

**3.3 Alat Pengujian Tarik Serat Tunggal**

Proses pengujian dilakukan di Laboratorium Evaluasi Tekstil, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta dengan menggunakan alat *Tenso Lab Strength Tester*.



(a)

(b)

Gambar 3.14 (a) Alat *Tenso Lab Strength Tester*

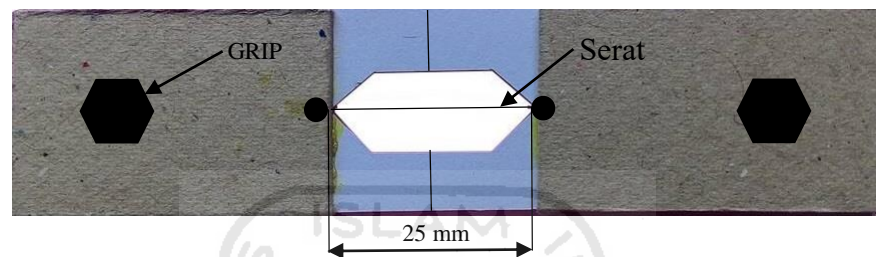
(b) Data pengujian

Sebelum pengujian kertas dipotong pada bagian tengah terlebih dahulu dan pastikan *grip* tercekam dengan baik pada alat pencekaman. Dari pengujian

menggunakan alat *Tenso Lab Strength Tester* tersebut nantinya akan muncul data pengujian seperti yang ditunjukkan oleh gambar 3.14.

### 3.3.1 Spesimen Uji Tarik Serat Tunggal

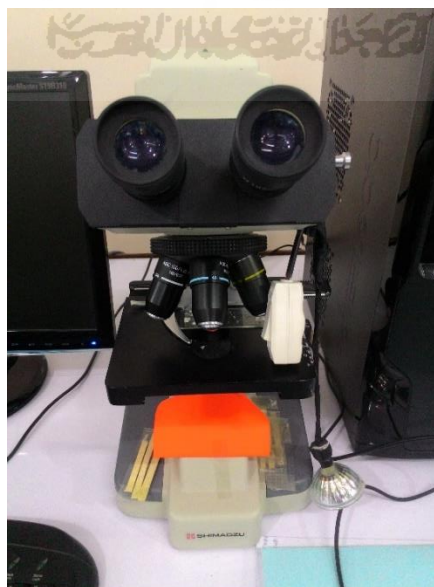
Spesimen uji tarik serat tunggal menggunakan standar *ASTM D3379-75*. Variabel yang digunakan dalam pengujian ini adalah lamanya waktu perendaman yaitu 0, 2, 4, 6, dan 8 jam. Desain spesimen standar *ASTM D3379-75* (Gibson, 1994) dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.15 Spesimen test *ASTM D3379-75*

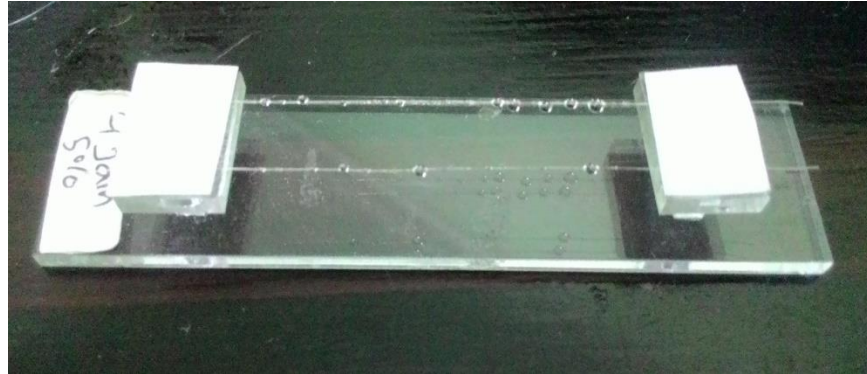
### 3.4 Alat Pengujian *Wettability*

Proses pengujian dilakukan di Laboratorium Evaluasi Tekstil, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta dengan menggunakan alat mikroskop optik seperti pada gambar berikut ini.



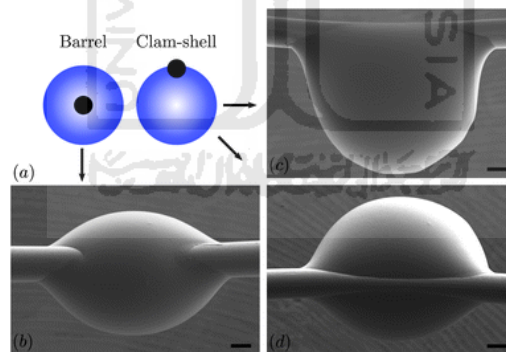
Gambar 3.16 Mikroskop Optik

Serat yang diletakkan diatas *jig* (pemegang) ditetaskan resin sebanyak 10 tetes dengan orientasi serat membujur dua baris dengan panjang serat tiap baris 10 cm seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.17



Gambar 3.17 Spesimen Uji *Wettability*

Hasil pengamatan dan pengukuran *droplet* dari masing-masing variasi serat sebanyak 12 kali pengukuran. *Morphology* dari *droplet* dibedakan menjadi dua bentuk atau jenis yaitu *Barrel* (serat terbasahi sempurna atau serat ditengah *droplet*) dan *Clam-shell* (serat tidak terbasahi sempurna atau hanya satu bagian saja yang terbasahi *droplet*). Seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 3.18 Ilustrasi *droplet* membasahi serat (*Barrel* dan *Clam-Shell*)

### 3.5 Alat Pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Pengujian metalografi dilakukan untuk melihat mikrostruktur topografi permukaan serat tunggal sisal tanpa dan dengan adanya perlakuan alkali. Bentuk perubahan permukaan serat sisal dapat dilihat dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan perbesaran sampai 1000.000 kali dan resolusi 4-9 nm. Mesin SEM yang digunakan adalah merk JOEL tipe JSM-6701F di

Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu Universitas Gadjah Mada. Alat uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19 Alat uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

### 3.6 Proses Perancangan Alat

Setelah proses pengujian didapatkan, tahap selanjutnya adalah perancangan alat untuk pembuatan produk komposit, yaitu :

1. Pengecekan pompa *vacuum* apakah diperlukan *maintance* atau tidak. Seperti gambar berikut ini.



Gambar 3.20 Pengecekan Pompa



2. Penyambungan selang ke tabung *vacuum* seperti pada gambar 3.21



Gambar 3.21 Pemasangan selang

3. Mempersiapkan calon material komposit seperti pada gambar 3.22.

- a) Cetakan
- b) Serat
- c) *Strimin* (jaring)
- d) *Connector*
- e) Selang *spiral*
- f) Plastik klip



(a)



(b)

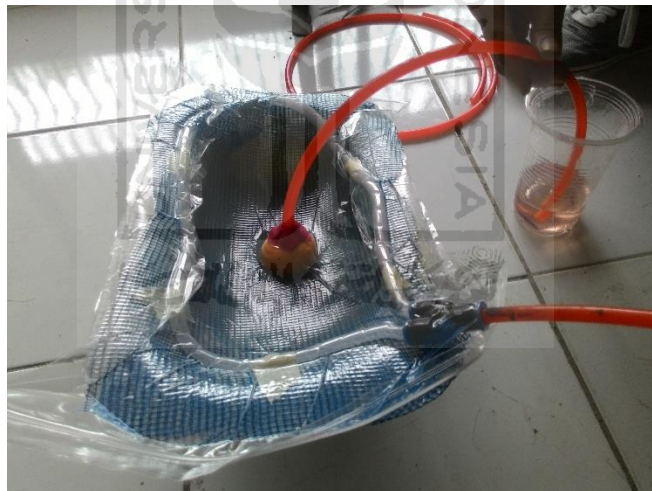
Gambar 3.22 Persiapan produksi, (a) proses peletakan serat dalam cetakan, (b) proses pemasangan *strimin*, selang *spiral*, *connector* dan plastik klip

4. Pengecekan kebocoran dan pemvacuuman cetakan. Pengecekan kebocoran dapat dilihat pada gambar 3.23.



Gambar 3.23 Proses Pengecekan Kebocoran dan Pemvacuuman Cetakan

5. Produksi produk materal komposit dengan tekanan didalam cetakan sebesar 300mbar.



Gambar 3.24 Proses Produksi Menggunakan Teknik *Vacuum Bagging*

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Proses Perendaman Serat Menggunakan Alkali (NaOH)

Proses perendaman serat menggunakan alkali dengan konsentrasi 5% dan air sebanyak 600 ml. Sehingga larutan alkali yang digunakan dalam proses ini adalah 5% dari jumlah air yaitu 30 ml. Lamanya perendaman serat pada penelitian ini adalah 2,4,6 dan 8 jam. Setelah direndam dengan waktu yang sudah ditentukan, serat diangkat lalu dibilas dengan menggunakan air mengalir. Hal ini bertujuan untuk membersihkan serat dari larutan alkali. Proses perendaman serat dapat dilihat pada gambar 4.1.



(a)

(b)

Gambar 4.1 (a) Penuangan Alkali

(b) Perendaman Serat

Setelah proses perendaman selesai, langkah selanjutnya adalah proses pembilasan dengan menggunakan air mengalir selama 2 menit. Kemudian serat sisal dikeringkan dengan cara dijemur dibawah terik matahari. Lamanya pengeringan tergantung dari cuaca. Proses pengeringan dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengeringan Serat

#### 4.2 Pembuatan Spesimen Uji

Setelah serat kering kemudian serat sial dipotong 2,5 cm, 5 mm dan 10 cm untuk bahan spesimen uji tarik serat tunggal, spesimen uji *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan spesimen *wettability*. Seluruh serat dipotong baik tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan.



Gambar 4.3 Serat Untuk Uji SEM, Uji Tarik dan Uji *Wettability*

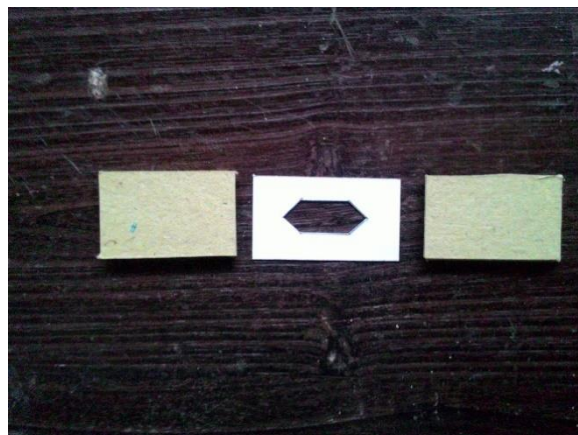
#### 4.2.1 Proses Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Serat yang telah dipotong kemudian diletakkan pada kertas asturo yang sudah dibentuk sesuai dengan standar *ASTM D3379-75* seperti yang ada dalam gambar 4.4. Pembuatan spesimen berjumlah 6 untuk masing-masing satuan waktu.



Gambar 4.4 Spesimen Uji Tarik

Serat kemudian diikatkan pada ujung kertas menggunakan lem dengan panjang ujur (*gauge length*) 25 mm. Setelah itu siapkan kertas karton yang berguna untuk *grip* pada saat proses uji tarik seperti pada gambar 4.5 . Panjang kertas karton berkisar 4 cm untuk sisi kiri dan kanan.



Gambar 4.5 *Grip* Untuk Uji Tarik

Setelah semua serat sisal terpasang pada spesimen pastikan *grip* yang terbuat dari karton terempel dengan benar. Untuk hasil spesimen uji tarik dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6 Spesimen Uji Tarik

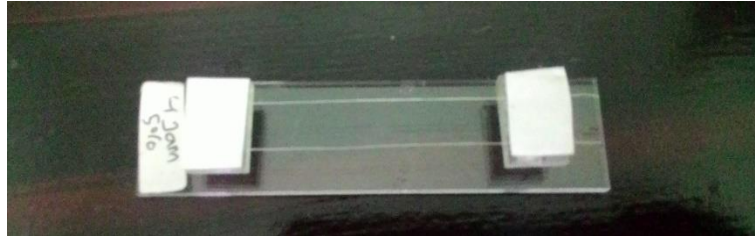
Selanjutnya spesimen yang sudah jadi dilakukan proses pengujian tarik serat tunggal di Laboratorium Evaluasi Tekstil Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan *Tenso-Lab Strength Tester*. Alat uji tarik disetting pada kecepatan 300 mm/menit. Sebelum pengujian kertas dipotong pada bagian tengah terlebih dahulu seperti yang terlihat pada gambar 4.7 berikut ini.



Gambar 4.7 Peletakan spesimen pada alat uji

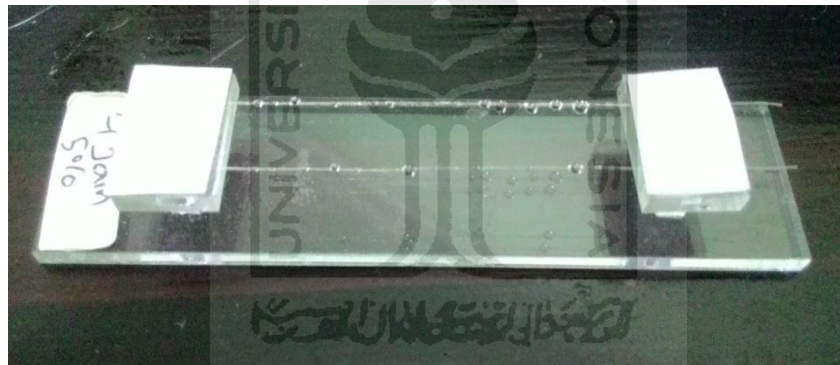
#### 4.2.2 Proses Pembuatan Spesimen Untuk Wettability

Setelah serat dipotong, serat tanpa dan dengan perlakuan diletakkan pada *jig* yang terbuat dari *acrylic* secara membujur dua baris dengan panjang serat tiap baris 10 cm seperti yang terlihat pada gambar 4.8.



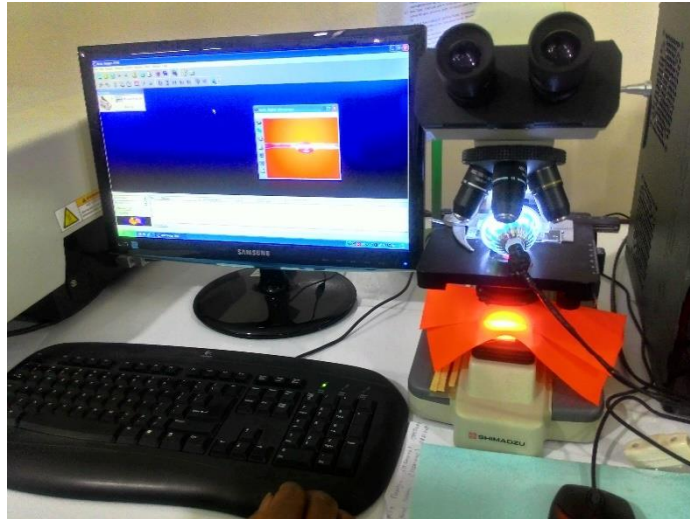
Gambar 4.8 Peletakan serat pada *jig* yang terbuat dari *acrylic*

Selanjutnya serat sisal yang sudah diletakkan pada *jig* ditetesi dengan resin sebanyak 10 tetes tiap baris. Rasio perbandingan antara resin dan katalis adalah 1:100.



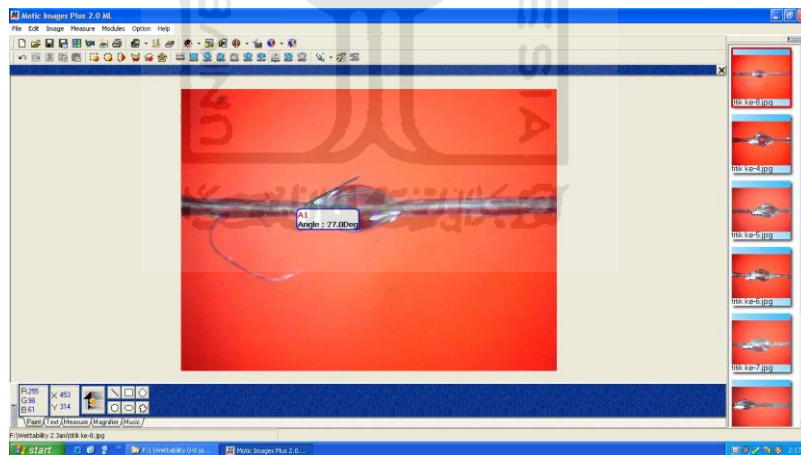
Gambar 4.9 Peletakan resin pada serat sisal

Setelah resin ditetaskan pada serat seperti pada gambar 4.9, spesimen *wettability* diuji dengan mikroskop optik dengan perbesaran lensa 40x dan *jig* diposisikan tegak lurus dengan mikroskop seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4.10 Pengujian *wettability* serat sisal

Kemudian sampel uji *droplet* difoto, disimpan dan gambar ditransfer ke program *Motic Image Plus 2.0* seperti pada gambar 4.11. Pada pengujian ini akan didapatkan nilai sudut kontak yang akan direpresentasikan sebagai tegangan permukaan ( $\cos\theta$ ).



Gambar 4.11 Pengukuran Sudut Kontak Pada *Droplet*

### 4.2.3 Proses Pembuatan Spesimen (SEM)

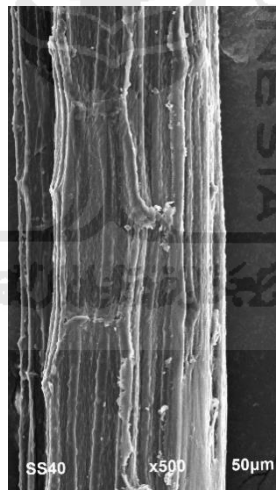
Serat yang telah dipotong selanjutnya di uji di LPPT (Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu) Universitas Gadjah Mada menggunakan alat merk JOEL tipe JSM-6701F. Alat uji *Scanning Electron Microscope* (SEM) dapat dilihat pada gambar 4.12.





Gambar 4.12 Alat Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Proses pengujian menggunakan perbesaran lensa 500x, selanjutnya gambar akan muncul pada layar yang sudah terintegrasi dengan alat uji. Pada gambar 4.13 adalah bentuk topografi permukaan serat sisal.



Gambar 4.13 Topografi permukaan serat sisal

### **4.3 Hasil Perhitungan Kekuatan Tarik Serat Tunggal Sisal**

Hasil data pengujian dari Laboratorium Evaluasi Tekstil Universitas Islam Indonesia didapatkan nilai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang bisa dilihat pada tabel tabel berikut ini beserta penjelasan perhitungannya.

### 4.3.1 Perhitungan Hasil Pengujian Tegangan Tarik

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Tanpa Perlakuan (*Untreat*)

Spesimen	Load (N)	Diameter Serat (mm)	Elongation (mm)	Tensile Strength (Mpa)
1	3,727	0,116	0,625	353
2	5,101	0,140	0,750	332
3	1,275	0,073	0,875	305
4	3,825	0,131	0,750	284
5	2,158	0,095	0,625	305
6	2,943	0,110	0,750	310
<b>Average</b>	<b>3,172</b>	<b>0,108</b>	<b>0,729</b>	<b>315</b>

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Dengan Perlakuan Alkali  
Perendaman 2 Jam 5% NaOH

Spesimen	Load (N)	Diameter Serat (mm)	Elongation (mm)	Tensile Strength (Mpa)
1	5,297	0,133	1,125	381
2	6,572	0,142	1,125	319
3	6,376	0,140	1,125	414
4	5,101	0,140	1,125	332
5	1,962	0,088	0,750	321
6	2,943	0,089	0,625	473
<b>Average</b>	<b>4,709</b>	<b>0,122</b>	<b>0,979</b>	<b>374</b>

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Dengan Perlakuan Alkali  
Perendaman 4 jam 5% NaOH

Spesimen	Load (N)	Diameter Serat (mm)	Elongation (mm)	Tensile Strength (Mpa)
1	2,452	0,079	1,125	499
2	3,237	0,087	1,125	544
3	3,335	0,089	0,75	536
4	2,844	0,082	0,875	544
5	2,452	0,077	0,75	523
6	3,139	0,087	0,875	534
<b>Average</b>	<b>2,910</b>	<b>0,084</b>	<b>0,917</b>	<b>530</b>

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Dengan Perlakuan Alkali  
Perendaman 6 jam 5% NaOH

Spesimen	Load (N)	Diameter Serat (mm)	Elongation (mm)	Tensile Strength (Mpa)
1	5,003	0,141	0,75	321
2	1,863	0,072	0,875	459
3	2,746	0,085	0,875	484
4	1,079	0,066	0,875	315
5	2,648	0,083	1	485
6	1,863	0,072	0,75	459
<b>Average</b>	<b>2,534</b>	<b>0,087</b>	<b>0,854</b>	<b>420</b>

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Dengan Perlakuan Alkali  
Perendaman 8 Jam 5% NaOH

Spesimen	Load (N)	Diameter Serat (mm)	Elongation (mm)	Tensile Strength (Mpa)
1	2,452	0,107	0,8	273
2	3,924	0,135	0,8	274
3	4,414	0,152	1,0	243
4	4,12	0,145	0,9	250
5	4,218	0,129	1,0	323
6	2,648	0,115	0,8	255
<b>Average</b>	<b>3,629</b>	<b>0,130</b>	<b>0,854</b>	<b>270</b>

Keterangan : Load : Beban Maksimal (N)

Tensile Strength : Nilai kekuatan tarik serat tunggal (Mpa)

#### Mencari Luas Area

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,116)^2$$

$$A = 0,011 \text{ mm}^2$$

### Mencari Tegangan Tarik

$$\sigma = \frac{F}{A}$$
$$= \frac{3,727}{0,011}$$

$$\sigma = 353 \text{ Mpa}$$

### 4.3.2 Perhitungan Hasil Modulus Elastisitas

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas

Perlakuan	Yield Tensile Strength (Mpa)	$\epsilon$	Elastisity Modulus (E)
Tanpa Perlakuan	285	0,029	9,8
2 Jam	344	0,039	8,8
4 Jam	500	0,037	13,5
6 Jam	390	0,034	11,4
8 Jam	240	0,034	7,1

Keterangan :  $\epsilon$  : Regangan Tarik (%)

E : Modulus Elastisitas (Gpa)

### Mencari Nilai Modulus Elastisitas dan Regangan :

$$E = \frac{\sigma_{yield}}{\epsilon}$$
$$= \frac{285}{0,029}$$

$$E = 9827,58 \text{ Mpa}$$

$$E = 9,8 \text{ Gpa}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{l_0}$$
$$= \frac{0,729}{25}$$

$$\epsilon = 0,029 \text{ (dikalikan 100\%)}$$

$$\epsilon = 2,9\%$$

### 4.4 Analisis Dan Pembahasan

Dalam penelitian ini pembahasan akan mengarah ke pengaruh perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik serat tunggal. Pembahasan juga akan membahas tentang *wettability* serat dan topografi permukaan serat sisal.

#### 4.4.1 Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik Serat Sisal

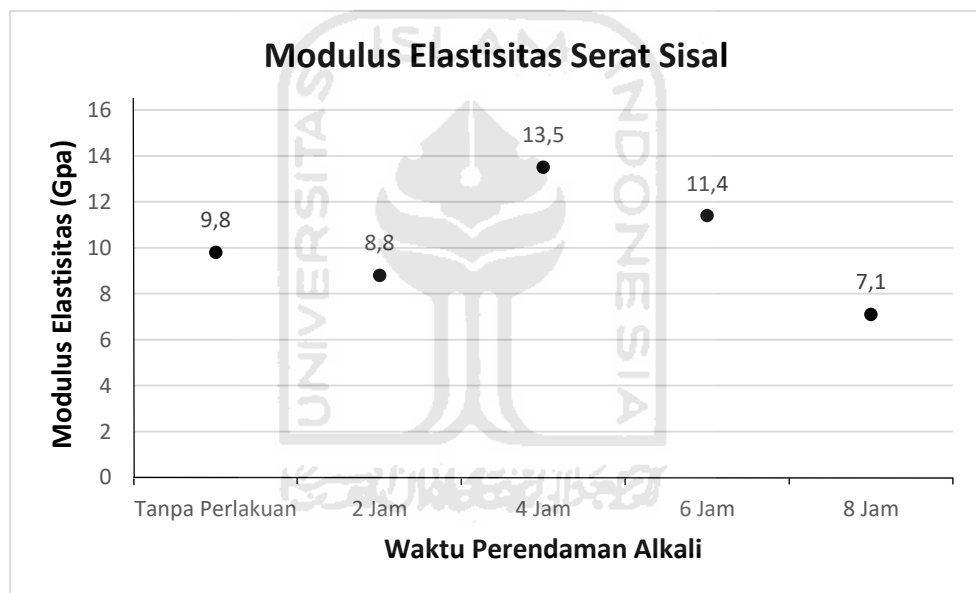
Hasil pengujian tarik serat tunggal sisal didapatkan serat tanpa perlakuan sebesar 315 Mpa, kemudian perlakuan alkali selama 2 jam meningkat sebesar 374 Mpa. Kemudian dengan perlakuan alkali selama 4 jam nilai tegangan tarik naik sebesar 530 Mpa, sedangkan perlakuan alkali selama 6 dan 8 jam nilainya makin menurun yaitu 420 dan 270 seperti pada gambar 4.14. Pada perendaman alkali selama 2 jam proses densifikasi *selulosa* belum berjalan sempurna sehingga nilai uji tarik yang didapatkan kurang optimal. Perendaman serat dengan alkali selama 4 jam mampu menghilangkan lapisan *wax* (*lignin*, *pectin* dan *hemiselulosa*) secara optimal sehingga kekuatan tarik meningkat sebesar 49%. Perendaman alkali yang terlalu lama yaitu 6 dan 8 jam akan menimbulkan kerusakan pada *selulosa* didalam serat sehingga menurunkan nilai kekuatan tarik serat sebesar 45%.



Gambar 4.14 Grafik Tegangan Tarik Serat Sisal

Modulus elastisitas pada gambar 4.15 menunjukkan nilai 9,8 Gpa untuk serat tanpa perlakuan. Sedangkan pada perlakuan perendaman serat selama 2 jam nilai modulus elastisitas menurun menjadi 8,8 Gpa. Pada perlakuan serat dengan perendaman selama 4 jam nilainya meningkat sebesar 13,5 Gpa hal ini disebabkan karena proses perendaman selama 4 jam mampu membersihkan lapisan *wax*

(*lignin*, *pectin* dan *hemiselulosa*) secara optimal. Untuk perlakuan serat dengan perendaman 6 dan 8 nilai modulus elastisitasnya menurun menjadi 11,4 dan 7,1 Gpa. Hal ini terjadi akibat rusaknya *selulosa* serat sisal sehingga perlakuan alkali tidak akan memberikan penguatan apabila serat digunakan dalam produk komposit. Pada penelitian ini menggunakan distribusi diameter serat tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan alkali (NaOH) untuk menghitung luas area. Distribusi serat tanpa perlakuan berkisar antara 0,073-0,14 mm, dengan perlakuan alkali (NaOH) perendaman 2 jam antara 0,088-0,162 mm, perendaman 4 jam 0,077-0,089 mm, perendaman 6 jam 0,066-0,141 mm dan perendaman 8 jam antara 0,107-0,152 mm. Dengan lamanya waktu perendaman maka serat akan terkikis sehingga diameter serat semakin kecil.



Gambar 4.15 Grafik Modulus Elastisitas Serat Sisal

#### 4.4.2 Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap *Wettability* Serat

Pemberian matrik menggunakan *disposal syringe* pada untaian serat tunggal yang diletakan pada *jig* dari bahan *acrylic* yang kemudian dilihat dengan mikroskop optik dengan perbesaran 40x dengan bantuan pencahayaan dari dua sudut atau posisi sehingga *droplet* matrik dapat terlihat jelas pada serat. Matrik yang dijadikan *droplet* tersebut adalah resin *yucalac BQTN 157-EX* dari PT. Justus Kimia Raya Semarang, Indonesia. Penambahan MEKPO (*Methyl Ethyl Keton*

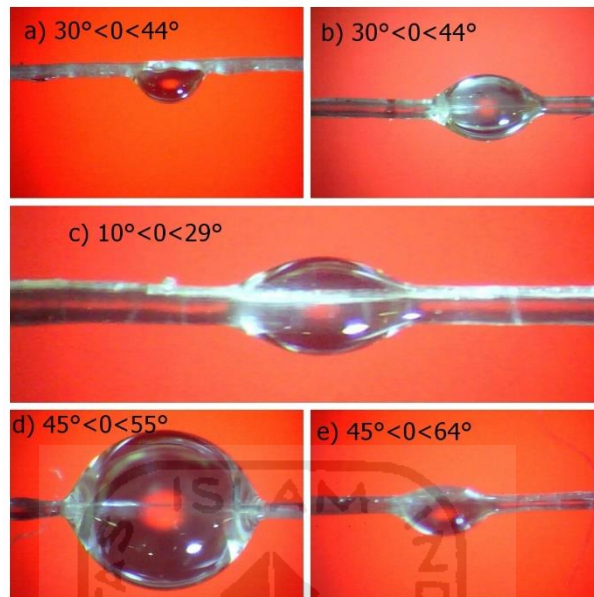
*Peroksida*) sebesar 1% bertujuan untuk proses pengerasan dari larutan menjadi padatan (*curing process*) sehingga berbentuk matrik. Hasil yang didapatkan dari hasil foto *droplet* menunjukkan bentuk *barrel* dan *clam-shell*. Bentuk *barrell* ditemukan pada serat sisal dengan perendaman alkali dengan waktu 2 jam, 4 jam dan 6 jam sedangkan bentuk *clam-shell* ditemukan pada serat tanpa perlakuan (*untreat*) dan perendaman alkali 8 jam. Bentuk *clam-shell* tampak seperti *droplet* yang akan jatuh karena serat memiliki tegangan permukaan yang rendah. Pada serat tanpa perlakuan (*untreatment*) disebabkan adanya lapisan *wax* (*lignin, pectin, dan hemiselulosa*) yang menempel pada serat. Sedangkan pada serat sisal dengan perlakuan perendaman 8 jam disebabkan diameter serat yang semakin mengecil dan rusaknya lapisan *selulosa* menyebabkan resin UPR *Yucalac 157 BQTN-EX* tidak dapat berikatan dengan baik (*poor adhesion bonding*) dengan serat sisal. Tabel 4.7 menunjukkan spesifikasi resin UPR *Yucalac 157 BQTN-EX*.

Tabel 4.7 Spesifikasi Resin UPR *Yucalac 157 BQTN-EX* (PT. Justus Kimia Raya, 2001)

Item	Nilai Tipikal
Berat jenis	1,215 gr/cm <sup>3</sup>
Kekerasan	40 (Barcol/GYZJ934)
Suhu distorsi panas	70°
Penyerapan air (suhu ruang)	0,188 %
Kekuatan Flexural	9,4 Kg/mm <sup>2</sup>
Modulus Flexural	300 Kg/mm <sup>2</sup>
Daya Rentang	5,5 Kg/mm <sup>2</sup>
Modulus Rentang	300 Kg/mm <sup>2</sup>
Elongasi	1,6 %

Hasil pengamatan dan pengukuran *droplet* dari variasi lama perendaman alkali (NaOH) 5% selama 2,4,6 dan 8 jam masing-masing variasi tersebut dibuat spesimen uji *droplet* sebanyak 20 buah. Dari hasil pengujian didapat tidak ada yang menyebar merata (*spreading*)  $0^\circ < \theta < 10^\circ$  dan juga tidak ada serat yang menunjukkan tidak memiliki kemampuan basah atau  $65^\circ < \theta < 90^\circ$ . Semua foto *droplet* ditransfer ke aplikasi program *motic image plus 2.0* dan secara otomatis kita dapat melakukan

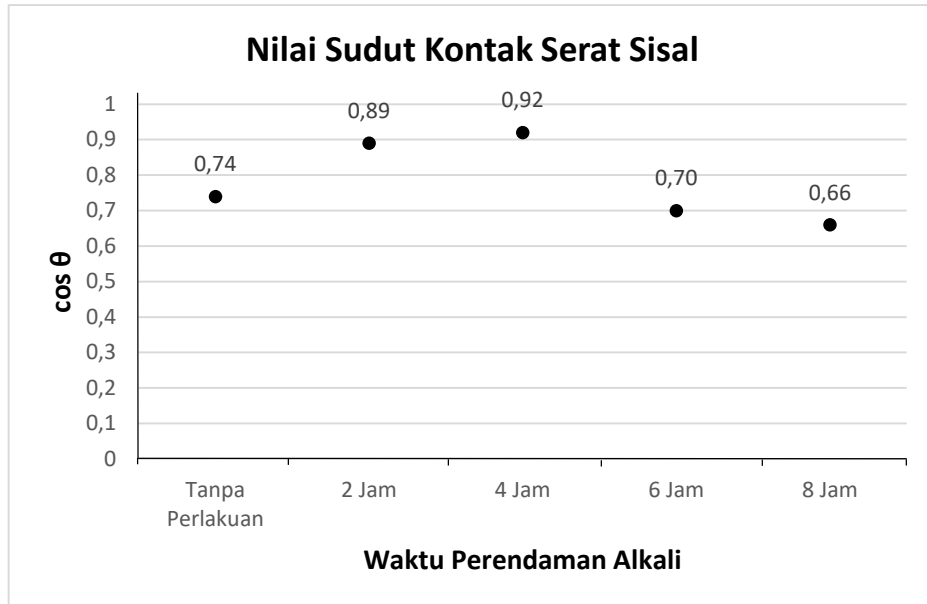
pengukuran sudut dengan ketelitian lebih baik. Bentuk *droplet* tiap variasi waktu dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Bentuk *Droplet*, (a)Tanpa Perlakuan, (b) Alkalisasi 2 Jam, (c) Alkalisasi 4 Jam, (d) Alkalisasi 6 Jam, (e) Alkalisasi 8 Jam

Perendaman serat dengan alkali selama 2 jam dan 6 jam didapatkan sudut dengan range  $30^\circ < \theta < 44^\circ$  dan  $45^\circ < \theta < 55^\circ$ . Hal ini menunjukkan kemampuan matrik dalam membasahi serat tergolong sedang. Perendaman serat dengan alkali selama 4 jam didapatkan sudut dengan range  $10^\circ < \theta < 29^\circ$ , di perendaman 4 jam menunjukkan tingkat mampu basah (*wettability*) yang optimal. Karena sudut kontak untuk menghasilkan kemampuan basah yang optimal adalah tidak lebih dari  $30^\circ$  (Doan,2006). Sedangkan untuk serat tanpa perlakuan (*untreat*) didapatkan bentuk *clam-shell* dengan tingkat *wettability* yang sedang cenderung mendekati rendah. Bentuk *droplet clam-shell* juga ditemukan pada perendaman alkali dengan waktu 8 jam dengan sudut kontak  $45^\circ < \theta < 64^\circ$ , hal ini akibat dari rusaknya *selulosa* pada serat. Nilai  $\cos \theta$  dapat dilihat pada gambar berikut ini.



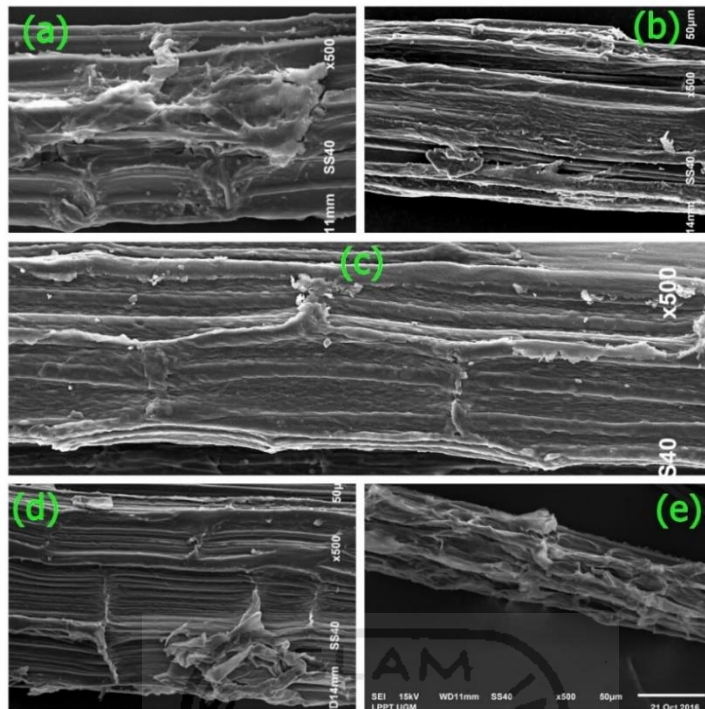


Gambar 4.17 Grafik Nilai Cos $\theta$

Secara umum hasil pengukuran sudut kontak ( $\theta$ ) dapat digunakan untuk mengukur besaran tegangan permukaan serat dengan matrik *droplet*. Dapat disimpulkan semakin tinggi harga  $\cos \theta$  semakin tinggi pula tegangan permukaan serat dengan matrik *polyester*.

#### 4.4.3 Pengaruh Alkali Terhadap Topografi Permukaan Serat

Pengujian SEM dilakukan di LPPT (Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu) Universitas Gadjah Mada. Hasil SEM dengan perbesaran 500x menghasilkan bentuk topografi untuk serat sisal tanpa perlakuan maupun serat sisal dengan perlakuan alkali (NaOH 5%). Hasil SEM dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.18 Hasil Uji SEM, (a) Tanpa Perlakuan, (b) Alkalisasi 2 Jam, (c) Alkalisasi 4 Jam, (d) Alkalisasi 6 Jam, (e) Alkalisasi 8 Jam

Topografi permukaan serat sisal tanpa perlakuan (*untreat*) terlihat masih banyak mengandung kotoran (*impurities*), *hemiselulosa*, *pectin* dan *lignin*. Perubahan topografi serat akan menunjukkan hubungan sifat fisis dan sifat mekanis serat yaitu ikatan adhesi (*adhesion bonding*) secara kimia ataupun ikatan mekanis (*mechanical interlocking*) yang terjadi antara serat dan matrik. Sedangkan perlakuan alkali selama 2 jam belum membersihkan lapisan *wax*, *hemiselulosa*, *pectin* dan *lignin*. Sehingga *selulosa* pada serat masih terlapisi dengan lapisan *wax*. Perlakuan alkali (NaOH) dengan perendaman 4 jam mampu menghilangkan lapisan *wax*, *hemiselulosa*, *pectin* dan *lignin* pada serat sisal sehingga yang terlihat hanya *selulosa* dan memiliki topografi yang baik untuk dapat berikatan dengan *matrik*. Topografi permukaan serat dengan perlakuan alkali selama 6 jam dan 8 jam menunjukkan bersihnya serat dari lapisan *wax*, *hemiselulosa*, *pectin* dan *lignin*, tetapi dengan lamanya perendaman mengakibatkan rusaknya serat menjadi bagian-bagian serat yang berukuran kecil disebut dengan *microfibril* dan dari *fibril* ini akan menjadi lembaran tipis yang banyak pada permukaan serat. Hal ini mengakibatkan ikatan antara serat dan matrik yang sangat rendah, sehingga komposit akan

memiliki sifat getas dan mudah patah (*fracture*) pada saat dibuat material komposit. Semakin berkurangnya lapisan *wax*, *hemiselulosa*, *lignin* dan *pectin* akan meningkatkan kekasaran permukaan serat (*surface roughness*) yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik antara serat dan matrik.

#### 4.4.4 Perbandingan Kekuatan Tarik Serat Tunggal

Pada pembahasan ini penulis akan membandingkan nilai kekuatan tarik serat tunggal antara serat pohon kurma, serat *agave sisalana* dan serat pelepah salak seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 4.8 Perbandingan Kekuatan Tarik Serat Tunggal

Jenis Serat	Kekuatan Tarik Serat Tunggal (Mpa)
Serat <i>Agave Sisalana</i>	530
Serat Pohon Kurma	366
Serat Pelepah Salak	189

Pada serat *agave sisalana* dengan perlakuan alkali (NaOH) dengan konsentrasi 5% didapatkan nilai kekuatan tariknya sebesar 530 Mpa, untuk serat pohon kurma pada penelitian (Abdalla Abdal-hay dkk, 2012) nilai kekuatan tariknya 366 Mpa dengan perlakuan alkali (NaOH) konsentrasi 6% dan serat pelepah salak pada penelitian (Seno Darmanto dkk, 2015) memiliki nilai kekuatan tarik sebesar 189 Mpa dengan konsentrasi alkali (NaOH) 5%. Dari ketiga serat pada tabel diatas dapat disimpulkan serat *agave sisalana* memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dari serat pohon kurma dan serat pelepah, karena serat *agave sisalana* memiliki kandungan *selulosa* yang tinggi.

#### 4.5 Proses Pembuatan Produk Dengan Metode *Vacuum Bagging*

Pada proses pembuatan cover spion ini serat yang digunakan adalah serat dengan perlakuan perendaman alkali selama 4 jam karena memiliki kekuatan yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan perendaman alkali yang lainnya.

Langkah pertama pembuatan cetakan dengan menggunakan plastik mika seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4.19 Cetakan Cover Spion

Cover spion yang sudah jadi kemudian dipotong agar sesuai dengan ukuran plastik klip. Pada gambar 4.20 cetakan dilapisi dengan *fiberglass* anyam, kegunaan *fiberglass* disini untuk memberi penguatan cetakan pada saat pemvacuuman.



Gambar 4.20 Pelapisan Cetakan Dengan *Fiberglass*

Setelah cetakan sesuai dengan ukuran plastik mika, selanjutnya persiapan serat sisal dengan pemotongan 4 cm. Hal ini karena semakin pendek ukuran serat

maka akan memberikan mampu bentuk yang baik. Serat yang telah dipotong dapat dilihat pada gambar 4.21.



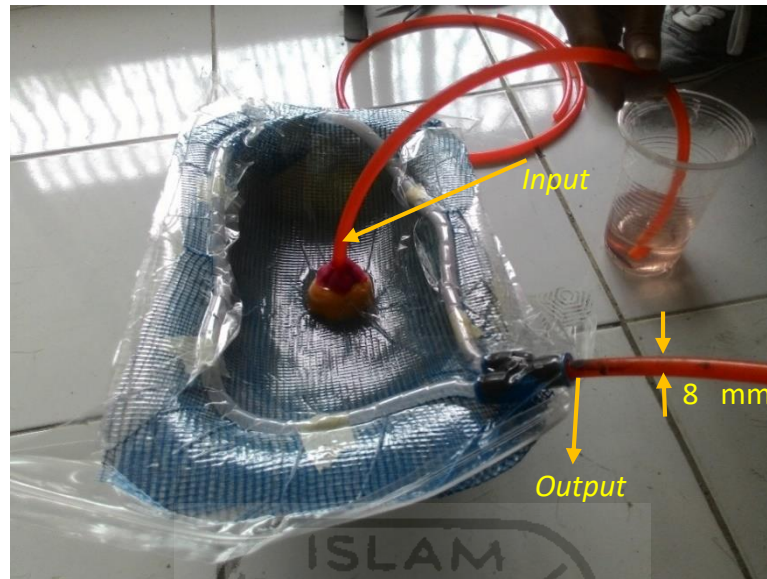
Gambar 4.21 Pemotongan Serat Sisal

Serat yang telah dipotong kemudian di letakkan pada cetakan, penyusunan serat dibikin secara acak. Selanjutnya pemasangan *strimin*, selang *spiral*, plastik klip dan *connector* seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4.22 Pemasangan *Strimin*, Selang *Spiral*, Plastik Klip dan *Connector*

Setelah semua bahan telah siap, maka proses pemvacuuman dapat dilakukan seperti pada gambar 4.23.



Gambar 4.23 Proses Produksi Dengan *Vacuum Bagging*

Berat serat dan berat resin yang digunakan pada pembuatan produk dengan metode *vacuum bagging* dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.9 Pengambilan Data Produk

Berat serat	Berat Resin		Resin Yang Digunakan
	Awal	Sisa	
20 gram	220 gram	62 gram	158 gram

Untuk sampai produk cover spion mengeras (*curing time*) dibutuhkan waktu sekitar 4 jam. Setelah dirasa cukup maka produk dilepas dari cetakan, karena hasil produk masih terdapat sirip maka dilakukan proses pemotongan menggunakan gerindra. Pada gambar 4.24 hasil jadi produk spion sebelum dan sesudah di finishing.



Gambar 4.24 Hasil Jadi Produk, (a) Sebelum finishing, (b) Sesudah di finishing

#### 4.5.1 Pembahasan Proses Produksi

Pada pembahasan ini hal yang akan dibahas mengenai lamanya proses produksi dimulai dari persiapan alat dan bahan, proses pemvacuuman dan proses *curing time* seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 4.10 Waktu Total Produksi

Tahap Pemrosesan	Waktu (detik)
	<i>Vacuum bagging</i>
Persiapan alat dan bahan	540
Proses Pemvacuuman	180
Proses <i>curing time</i>	1800
<b>Total Waktu</b>	<b>2520</b>

Pada proses persiapan alat dan bahan didapatkan waktu 540 detik lebih cepat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya (Muhammad Baqir B, 2016) dengan lama waktu sekitar 680 detik. Hal ini karena proses *vacuum bagging* yang dilakukan sebelumnya masih menggunakan plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) dan penjepit sehingga pada persiapan alat dan bahan membutuhkan waktu yang lama.

Pada proses pemvacuuman hasil yang didapatkan sangat berbeda dengan metode *vacuum bagging* yang telah dilakukan (Muhammad Baqir B, 2016). Karena pada proses *vacuum bagging* sebelumnya menggunakan 3 *connector* dengan 2 *connector* sebagai *output*. Peletakan *output* sendiri ada disebelah kanan dan kiri cetakan, sehingga aliran resin pada cetakan membutuhkan waktu lama untuk memenuhi seluruh ruang cetakan. Sedangkan pada penelitian ini hanya

menggunakan 1 *connector* sebagai *input* dan selang *spiral*. Selang *spiral* dipilih agar pada saat proses pemvacuuman aliran resin merata ke segala arah cetakan, sehingga waktu yang dibutuhkan lebih cepat.

Pada penelitian ini menggunakan proses *curing time*, yang dimaksud dengan proses *curing time* adalah proses dimana resin berubah menjadi *gel*. Setelah resin berubah menjadi *gel*, maka plastik klip, *connector*, selang *spiral*, dan selang *pneumatik* dapat dilepas sehingga dapat digunakan untuk pembuatan produk berikutnya.

#### 4.5.2 Pembahasan Dimensi dan Kualitas Produk

Dimensi produk yang dibahas disini adalah tentang berat produk dan ketebalan produk. Pengukuran ketebalan produk diambil dari 4 titik yang berbeda pada produk setelah itu di rata-rata, seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4.25 Pengukuran Ketebalan Dengan Micrometer

Perbandingan yang dilakukan pada pembahasan kali ini adalah dimensi produk dari cover spion asli dengan cover spion komposit serat sisal, seperti pada tabel berikut ini.



Tabel 4.11 Perbandingan Dimensi Produk

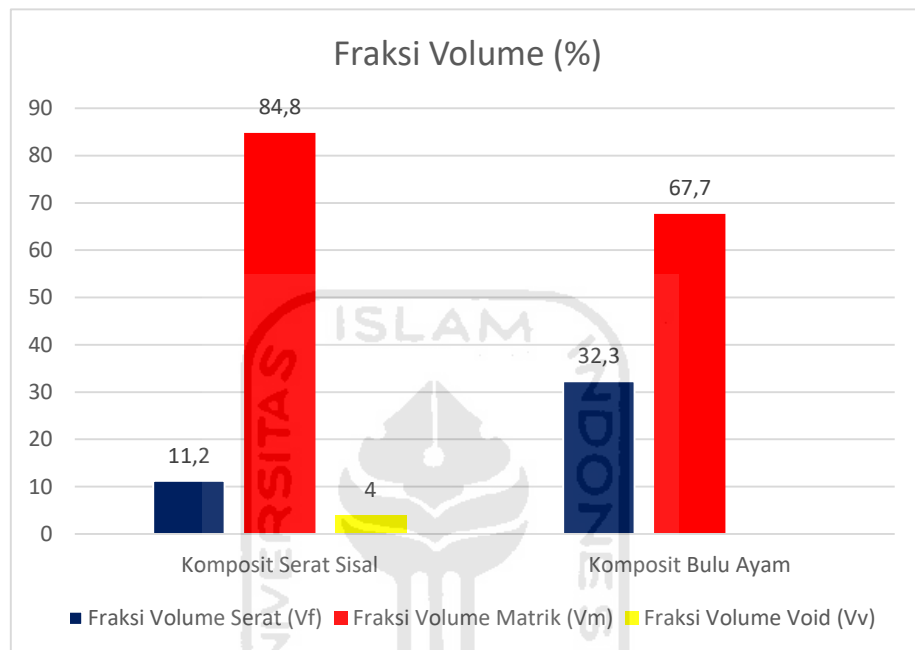
Jenis Produk	Dimensi Produk		Rata-rata Ketebalan (mm)
	Berat (gram)	Ketebalan (mm)	
Cover Spion Asli Plastik ABS	90	2,74	3,23
		2,8	
		3,9	
		3,46	
Cover Spion Komposit Serat Sisal	174	5,7	4,68
		3,42	
		5,15	
		4,45	

Hasil yang didapat cover spion komposit serat sial memiliki berat 174 gram dengan ketebalan 4,68 mm sedangkan cover spion aslinya hanya 90 gram dengan ketebalan 3,23mm, hal ini karena proses pembuatan cover spion asli menggunakan metode *injection molding* sehingga produk yang dihasilkan tipis dan ringan. Pada pembuatan cover spion komposit serat sisal menggunakan metode *vacuum bagging*, sebenarnya metode ini lebih terjangkau dibandingkan dengan *injection molding* karena biaya yang dibutuhkan relatif murah. Tetapi proses pembuatan cover spion komposit serat sisal masih terdapat *porous* pada produk sehingga dilakukan proses pendempulan untuk menutup bagian produk yang *berporous*. Hal ini yang mengakibatkan berat produk cover spion komposit serat sisal lebih tinggi dibandingkan dengan cover spion aslinya.

Kualitas produk pada penelitian ini masih kurang bagus dibandingkan dengan produk aslinya. Tetapi paling tidak produk yang dihasilkan hampir sama bentuknya hanya berbeda pada berat dan ketebalannya.

### 4.5.3 Pembahasan Fraksi Volume

Pada pembahasan kali ini penulis akan membahas mengenai perbandingan fraksi volume serat dan matrik antara serat sisal dengan perlakuan alkali (NaOH) perendaman 4 jam untuk pembuatan produk dan komposit bulu ayam pada penelitian (Trishandy Agung N, 2016).



Gambar 4.26 Grafik Nilai Fraksi Volume Komposit Serat Sisal dan Komposit Bulu Ayam

Pada gambar 4.27 menunjukkan fraksi volume serat pada komposit serat sisal sebesar 11,2% dan komposit bulu ayam 32,2%. Sedangkan fraksi volume matrik pada komposit serat sisal sebesar 84,8% dan komposit bulu ayam 67,7%. Fraksi volume void pada serat sisal 4% sedangkan komposit bulu ayam 0 %.

Fraksi volume serat pada komposit serat sisal pada penelitian ini memiliki persentase paling rendah dibandingkan komposit bulu ayam pada penelitian (Trishandy Agung N, 2016), hal ini dikarenakan serat sisal dengan perlakuan alkali (NaOH) perendaman 4 jam mampu berikatan baik dengan matrik. Dengan penggunaan serat yang sedikit tetapi mampu memberikan penguatan terhadap material komposit untuk pembuatan produk.

Pada fraksi volume void komposit serat sisal menunjukkan persentase sebesar 4% sedangkan komposit bulu ayam tidak ada, karena pada komposit bulu ayam tidak menghitung fraksi volume void. Perhitungan fraksi volume void menggunakan teori *The Rule of Mixture* (RoM). Semakin kecil persentase fraksi volume void maka semakin baik material komposit yang dibuat.

Terlihat dari grafik metode *vacuum* komposit bulu ayam dan metode *vacuum* pada komposit serat sisal nilainya sangat berbeda walaupun dengan metode yang sama, hal ini dikarenakan material komposit yang akan dibuat dapat mempengaruhi fraksi volume matrik.



## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil pengujian tarik serat tunggal sisal perlakuan dengan perendaman 4 jam mempunyai nilai tegangan tarik (*tensile strength*) yang baik sebesar 530 MPa dan Modulus Elastisitas 13,5 GPa.
2. Dari uji *wetability* nilai tegangan permukaan yang baik akan terbentuk pada serat sisal yang direndam selama 4 jam dengan dominasi bentuk *droplet barrel*. Perendaman terlalu lama menyebabkan serat rusak dan akan memberikan tegangan permukaan rendah dengan bentuk droplet *clam shell*.
3. Dari pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan lamanya perendaman serat akan memberikan pengaruh terhadap permukaan serat.
4. Pembuatan produk cover spion berhasil dibuat dengan berat 174 gram dan tebal 4,68 mm, hal ini jauh lebih berat dibandingkan produk aslinya yang hanya memiliki berat 90 gram dan ketebalan 3,23 mm.

#### **5.2 Saran**

Dari penelitian yang telah dilakukan, sebaiknya disarankan:

1. Pada saat perendaman serat dengan menggunakan alkali (NaOH) sebaiknya menggunakan sarung tangan, karena larutan alkali bersifat korosif dan sensitif terhadap kulit.
2. Pada saat pemilihan serat tunggal diusahakan menggunakan *loop* agar pada saat proses uji tarik serat tunggal serat tidak *double* karena sangat berpengaruh pada hasil kekuatan tarik.
3. Pada saat pencampuran resin dan katalis diusahakan perlahan agar tidak menimbulkan gelembung udara (*void*).
4. Dapat membuat lembaran dari serat sisal, agar pada saat proses *vacuum bagging* serat tidak menyebar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla Abdal-hay, Ngakan Putu Gede Suardana, Do yeon Jung, Kwang-Seog Choi dan Jae Kyoo Lim, 2012, *Effect of Diameters and Alkali Treatment on the Tensile Properties of Date Palm Fiber Reinforced Epoxy Composites*, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, Vol.13, No.7, pp.1199-1206.
- ASTM, 1989, *ASTM Standart D3379-75: Standart Test Method for Tensile Strength and Youngg's Modulus for High Modulus Single Filament Materials*, ASTM Internasional, USA.
- Curbell Plastic. *Plastic Properties Table*. <https://curbellplastics.com/Research-Solutions/Plastic-Properties>. Diakses 16 Desember 2016.
- Doan Thi Thu Loan. (2006). *Investigation on jute fibres and their composites based on polypropylene and epoxy matrices*, Dissertation Der Fakultät Maschinenwesen Der Technischen Universität Dresden.
- Eichhorn, S.J. Baillie, C.A. Zafeiropoulos, N.M, Waikambo,L.Y, Ansell, M.P. Dufrense, A. Entwistle, K.M. Herrera Franco, P.J. Escamilla, G.C. Groom, L. Hughes, M. Hill, C. Rials. T.G. Wild, P.M, 2001, *Review Current International Research into Cellulosic Fibres and Composites*, Journal of Material Science, vol.36.
- Eko Marsyahyo, R. Soekrisno, Heru Santoso, B.Rochardjo, Jamasri, (2006). *Karakterisasi Hasil Perlakuan Kimia Alkali X% NaOH terhadap Topografi Permukaan, Kekuatan Tarik dan Model Patahan Serat Tunggal Ramie (Boehmeria Nivea)*. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin V-BKSTM, Yogyakarta, Indonesia.
- Ferriawan Yudhanto, Andika Wisnujati, dan Kusmono, 2016. *Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik dan Wettability Serat Alam Agave Sisalana Perrine*, Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi ke-11, 10 Desember 2016.
- Gibson, O. F., *Principle of Composite Materials Mechanics*, Mc.Graw-Hill Inc., New York. USA 1994.

- Hefer, A.W., 2004, *Adhesion in Bitumen-Aggregate System and Quantification of the Effect of Water on The Adhesive Bond*, Laporan disertasi, Civil Engineering, A&M University.
- Hyer, M.W., 1998, *Stress Analysis of Fiber-Reinforced Composite Material* (McGraw Hill, 1998).
- Hwang, 2003, *Interfacial Bonding Between Fibers and Matrik is Inflienced by Moisture Absorption and Wettability*, Vol.33, No.26 September 2003.
- Korte, S., 2006. *Processing – Property Relationship of Hemp Fibre*, A Thesis Degree of Master of Engineering, University of Canterbury.
- Kusumastuti A., 2009, *Aplikasi Serat Sisal Sebagai Komposit Polimer*. Jurnal Kompetensi Teknik, Vol. 1, No. 1.
- Marsyahyo M, Soekrisno, Jamasri dan Rochardjo H.S.B., 2005, *Penelitian Awal Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik dan Model Patahan Serat Ramie*, Proseding Seminar Nasional, SNTTM-IV, UNUD, Bali, Indonesia.
- Maryanti B., Sonief A, wahyudi S., 2011, *Pengaruh Alkalisasi Pengaruh Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik* . Jurnal Rekayasa Mesin, Vol.2, No.2.
- Mita Asih, 2011, *Pengaruh Perlakuan Alkali, Fraksi Volume Serat dan Panjang Serat Terhadap Kekuatan Tarik Skin Komposit Sandwich Berbahan Dasar Serat Tebu*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret.
- Muhammad Baqir, 2016, *Produk Komposit Serat Bulu Ayam Menggunakan Cetakan Plastik Dengan Metode Vacuum Bagging*, Skripsi, Universitas Islam Indonesia.
- Munawar S. Sofyan, Umemura Kenji, Tanaka F., Kawai S., 2007, *Effect of Alkali Mild Steam and Chitosan Treatments on the Properties of Pineapple, Ramie and Sansevieria Fiber Bundle*, Journal of Wood Science, Vol.54 pp 28-35.
- Rochery, M, Vroman, I, Campagne, C. (2006), *Coating of Polyester with Polydimethylsiloxane and Polytetramethylene Oxide Based Polyurethane*, *Jurnal of Industrial Textile*, Vol.35, No.3, pp. 227-238.

- Rowell, R.M Han, J.S Rowell, J.S. (2014). *Characterization and Factors Effecting Fiber Properties; Natural Polymer and Agrofiber Composite* (Editor: E.Fronlini, L.H.C. Matasso, A.L. Leao, Brazil.
- Rider A., 1998, *Surface Properties Influencing the Fracture Toughness of Aluminium Epoxy Joint*, Laporan disertasi, Universitas of University of New South Wales.
- Sastrosupadi A, 2006, *Potensi Madura Sebagai Penghasil Serat Agave atau sisal untuk berbagai Agro Industri Khususnya Pembuatan Tali-Temali*, Sinar Tani Edisi 12-18.
- Seno Darmanto, Sarwoko, Eko Julianto Sasono, Yusuf Umardani dan Sriyana, 2015, *Peningkatan Kekuatan Serat Pelepah Salak Dengan Perlakuan Alkali dan Pengukusan*, Science engineering Nasional Seminar 1 (SENS 1), Semarang 8 Agustus 2015.
- Triyono dan Dihadjo k, 2000. *Serat Dalam Bahan Komposit Berperan Sebagai Bagian Utama yang Menahan Beban*, ITB Bandung.
- Trishandy Agung N, 2016, *Analisis Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Berpenguat Serat Bulu Ayam*, Skripsi, Universitas Islam Indonesia.
- Vick, C.B., 1999, *Adhesive Bonding of Wood Materials, Wood Handbooks-Wood as Engineering Materials*, Forest Product Laboratory, Madison, ch.9, pp.1-23.
- Yeremias Maria Pell, 2010. *Karakterisasi Perlakuan Permukaan Serat Kulit Batang Widuri (Calotropis Gigantea) Terhadap Wettability dan Mampu rekat Serat Tunggal, dan Sifat Mekanik Komposit dengan Matrik Resin Epoksi*, Thesis, Universitas Gadjah Mada.
- Yuga Wahyu Utama, 2015. *Teknik Pembuatan Komposit Untuk Produksi Masal Dengan Metode Vacuum Bagging Multi Cetakan*, Skripsi, Universitas Islam Indonesia.
- Zulkifli Djafar dan Onny S. Sutresman. (2009). *Pengaruh Perlakuan Permukaan Serat Alam Rami (Boehmeria Nivea) Terhadap Wettability dan Kemampuan Rekat Matrik Epoxy Resin*, Jurnal Penelitian Engineering, Vol.12, No.2.

## LAMPIRAN

Keterangan :

$W_f$  = Berat Serat (gr)

$W_c$  = Berat Komposit (gr)

$W_m$  = Berat Matrik (gr)

$\rho_f$  = Massa Jenis Serat (gr/cm<sup>3</sup>)

$\rho_c$  = Massa Jenis Komposit (gr/cm<sup>3</sup>)

$\rho_m$  = Massa Jenis Matrik (gr/cm<sup>3</sup>)

$V_c$  = Volume Komposit (cm<sup>3</sup>)

$V_f$  = Fraksi Volume Serat (%)

$V_m$  = Fraksi Volume Matrik (%)

$V_v$  = Fraksi Volume Void (%)

Perhitungan Fraksi Volume :

Diketahui :  $W_f = 20$  gram

$W_c = 174$  gram

$W_m = W_c - W_f$

$= 174 - 20$

$= 154$  gram

$\rho_f = 1,450$  gr/cm<sup>3</sup>

$\rho_m = 1,20$  gr/cm<sup>3</sup>

Ditanya :  $V_v$ ,  $V_f$  dan  $V_m$ .....?

Jawab :

Mencari volume benda ( $V_c$ ) =  $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times h$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (25)^2 \times 0,3$$

$$V_c = 147,2 \text{ cm}^3$$

$$\rho_c = \frac{W_c}{V_c}$$

$$= \frac{174}{147,2}$$

$$\rho_c = 1,18 \text{ gr/cm}^3$$



$$\begin{aligned}
V_v &= 1 - \frac{\left[\frac{W_f}{\rho_f} + \frac{W_m}{\rho_m}\right]}{\left[\frac{W_c}{\rho_c}\right]} \\
&= 1 - \frac{\left[\frac{20}{1,450} + \frac{154}{1,20}\right]}{\left[\frac{174}{1,18}\right]} \\
&= 1 - \left[\frac{13,29 + 128,33}{147,46}\right] \\
&= 1 - \left[\frac{142,12}{147,46}\right] \\
&= 1 - 0,96 \\
&= 0,04
\end{aligned}$$

$$V_v = 0,04 \times 100\%$$

$$V_v = 4\%$$

$$V_v + V_f + V_m = 1$$

$$0,04 + V_f + V_m = 1$$

$$V_f + V_m = 1 - 0,04$$

$$V_f + V_m = 0,96$$

$$V_m = 0,96 - V_f$$

$$\rho_c = \rho_f \times V_f + \rho_m \times V_m$$

$$1,18 = 1,450 V_f + 1,20 (0,96 - V_f)$$

$$1,18 = 1,450 V_f + 1,152 - 1,20 V_f$$

$$1,18 - 1,152 = 1,450 V_f - 1,20 V_f$$

$$0,028 = 0,25 V_f$$

$$V_f = \frac{0,028}{0,25}$$

$$V_f = 0,112 \times 100\%$$

$$V_f = 11,2\%$$

$$V_m = 1 - V_f - V_v$$

$$= 1 - 0,112 - 0,04$$

$$= 0,848 \times 100\%$$

$$V_m = 84,8\%$$



Lampiran 1. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Tanpa Perlakuan

MESDAN LAB

**MESDAN-LAB strength tester**

di ujikan di Lab.Evaluasi Tekstil Jur.TK-Tekstil FTI-UII

**Sample data**

Customer	MSN-UII
Date / Time	22-03-16 14:22
Art. code	Sert Agave
Count	0 (den)
Operator	Supardi RS
Color	Krem
Lot number	1

**Test parameters**

Tension length	80 (mm)
Test speed	300mm/menit (mm/min)
Load cell	300 (N)
Pre-tensioning strength	0 (N)

Remarks  
Uji Kekuatan Tarik & Mulur Serat Agave,Kode(Tanpa perlakuan) Milik:Andy Kurniawan-T.MS-FTI-UII

**Tests data**

Test	Strength(N)	Elongation(%)	Tenacity (g/den)
1	3.727	0.625	0.000
2	5.101	0.75	0.000
3	1.275	0.875	0.000
4	3.825	0.75	0.000
5	2.158	0.625	0.000
6	2.943	0.75	0.000

**Statistical results**

	Strength(N)	Elongation(%)	Tenacity (g/den)
Maximum	5.101 (2)	0.875 (3)	0.000
Minimum	1.275 (3)	0.625 (1)	0.000
Mean	3.172	0.729	0.000
Range (R%)	120.637	34.286	120.637
Variation coeff. (CV%)	42.619	12.905	42.618
Mean deviation (D)	1.352	0.094	0.000
IC (95%)	1.419	0.099	0.000
Upper limit (95%)	4.591	0.828	0.000
Lower limit (95%)	1.752	0.630	0.000
IC (99%)	2.225	0.155	0.000
Upper limit (99%)	5.396	0.884	0.000
Lower limit (99%)	0.947	0.574	0.000

Lampiran 2. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Perendaman 2 jam 5%  
NaOH

MESDAN LAB

**MESDAN-LAB strength tester**

di ujikan di Lab.Evaluasi Tekstil Jur.TK-Tekstil FTI-UII

**Sample data**

Customer	MSN-UII
Date / Time	24-03-16 09:29
Art. code	Sert Agave
Count	0 (den)
Operator	Supardi RS
Color	Krem
Lot number	4

**Test parameters**

Tension length	80 (mm)
Test speed	300mm/menit (mm/min)
Load cell	300 (N)
Pre-tensioning strength	0 (N)

Remarks  
Uji Kekuatan Tarik & Mulur Serat Agave,Kode(2jam 5%) Milik:Andy Kurniawan-T.MS-F  
TI-UII

**Tests data**

Test	Strength(N)	Elongation(%)	Tenacity (g/den)
1	5.297	1.125	0.000
2	6.572	1.125	0.000
3	6.376	1.125	0.000
4	5.101	1.75	0.000
5	1.962	0.75	0.000
6	2.943	0.625	0.000

**Statistical results**

	Strength(N)	Elongation(%)	Tenacity (g/den)
Maximum	6.572 (2)	1.750 (4)	0.000
Minimum	1.962 (5)	0.625 (6)	0.000
Mean	4.709	1.083	0.000
Range (R%)	97.908	103.846	97.908
Variation coeff. (CV%)	39.635	36.244	39.635
Mean deviation (D)	1.866	0.393	0.000
IC (95%)	1.960	0.412	0.000
Upper limit (95%)	6.668	1.496	0.000
Lower limit (95%)	2.749	0.671	0.000
IC (99%)	3.072	0.646	0.000
Upper limit (99%)	7.780	1.730	0.000
Lower limit (99%)	1.637	0.437	0.000

Lampiran 3. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Perendaman 4 jam 5%  
NaOH

MESDAN LAB

**MESDAN-LAB strength tester**

di ujikan di Lab.Evaluasi Tekstil Jur.TK-Tekstil FTI-UII

**Sample data**

Customer	MSN-UII
Date / Time	22-03-16 16:18
Art. code	Sert Agave
Count	0 (den)
Operator	Supardi RS
Color	Krem
Lot number	2

**Test parameters**

Tension length	80 (mm)
Test speed	300mm/menit (mm/min)
Load cell	300 (N)
Pre-tensioning strength	0 (N)

Remarks  
Uji Kekuatan Tarik & Mulur Serat Agave,Kode(4jam 5%) Milik:Andy Kurniawan-T.MS-F  
TI-UII

**Tests data**

Test	Strength(N)	Elongation(%)	Tenacity (g/den)
1	2.452	1.125	0.000
2	3.237	1.125	0.000
3	5.984	0.625	0.000
4	2.844	0.875	0.000
5	2.452	0.50	0.000
6	1.471	0.375	0.000

**Statistical results**

	Strength(N)	Elongation(%)	Tenacity (g/den)
Maximum	5.984 (3)	1.125 (1)	0.000
Minimum	1.471 (6)	0.375 (6)	0.000
Mean	3.073	0.771	0.000
Range (R%)	146.844	97.297	146.844
Variation coeff. (CV%)	50.178	41.555	50.178
Mean deviation (D)	1.542	0.320	0.000
IC (95%)	1.619	0.336	0.000
Upper limit (95%)	4.693	1.107	0.000
Lower limit (95%)	1.454	0.435	0.000
IC (99%)	2.538	0.527	0.000
Upper limit (99%)	5.612	1.298	0.000
Lower limit (99%)	0.535	0.244	0.000

Lampiran 4. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Perendaman 6 jam 5%  
NaOH

MESDAN LAB

MESDAN-LAB strength tester

di ujikan di Lab.Evaluasi Tekstil Jur.TK-Tekstil FTI-UII

**Sample data**

Customer	MSN-UII
Date / Time	24-03-16 09:36
Art. code	Sert Agave
Count	0 (den)
Operator	Supardi RS
Color	Krem
Lot number	6

**Test parameters**

Tension length	80 (mm)
Test speed	300mm/menit (mm/min)
Load cell	300 (N)
Pre-tensioning strength	0 (N)

Remarks  
Uji Kekuatan Tarik & Mulur Serat Agave,Kode(6jam 5%) Milik:Andy Kurniawan-T.MS-F  
TI-UII

**Tests data**

Test	Strength(N)	Elongation(%)	Tenacity (g/den)
1	5.003	0.75	0.000
2	1.863	0.375	0.000
3	2.746	0.875	0.000
4	1.079	0.875	0.000
5	2.648	1.00	0.000
6	1.863	0.75	0.000

**Statistical results**

	Strength(N)	Elongation(%)	Tenacity (g/den)
Maximum	5.003 (1)	1.000 (5)	0.000
Minimum	1.079 (4)	0.375 (2)	0.000
Mean	2.534	0.771	0.000
Range (R%)	154.874	81.081	154.874
Variation coeff. (CV%)	53.454	27.931	53.454
Mean deviation (D)	1.354	0.215	0.000
IC (95%)	1.422	0.226	0.000
Upper limit (95%)	3.956	0.997	0.000
Lower limit (95%)	1.112	0.545	0.000
IC (99%)	2.229	0.354	0.000
Upper limit (99%)	4.763	1.125	0.000
Lower limit (99%)	0.304	0.416	0.000

Lampiran 5. Hasil Pengujian Tarik Serat Tunggal Sisal Perendaman 8 jam 5%  
NaOH

MESDAN LAB

**MESDAN-LAB strength tester**

di ujikan di Lab.Evaluasi Tekstil Jur.TK-Tekstil FTI-UII

**Sample data**

Customer	MSN-UII
Date / Time	24-03-16 09:43
Art. code	Sert Agave
Count	0 (den)
Operator	Supardi RS
Color	Krem
Lot number	8

**Test parameters**

Tension length	80 (mm)
Test speed	300mm/menit (mm/min)
Load cell	300 (N)
Pre-tensioning strength	0 (N)

Remarks  
Uji Kekuatan Tarik & Mulur Serat Agave,Kode(8jam 5%) Milik:Andy Kurniawan-T.MS-F  
TI-UII

**Tests data**

Test	Strength(N)	Elongation(%)	Tenacity (g/den)
1	2.452	1.00	0.000
2	3.924	0.75	0.000
3	4.414	1.00	0.000
4	4.12	0.875	0.000
5	4.218	1.00	0.000
6	2.648	0.75	0.000

**Statistical results**

	Strength(N)	Elongation(%)	Tenacity (g/den)
Maximum	4.414 (3)	1.000 (1)	0.000
Minimum	2.452 (1)	0.750 (2)	0.000
Mean	3.629	0.896	0.000
Range (R%)	54.060	27.907	54.060
Variation coeff. (CV%)	23.506	13.719	23.506
Mean deviation (D)	0.853	0.123	0.000
IC (95%)	0.896	0.129	0.000
Upper limit (95%)	4.525	1.025	0.000
Lower limit (95%)	2.734	0.767	0.000
IC (99%)	1.404	0.202	0.000
Upper limit (99%)	5.034	1.098	0.000
Lower limit (99%)	2.225	0.693	0.000

## Lampiran 6. Standar ASTM D3379-75 (1)



Designation: D 3379 – 75 (Reapproved 1989)<sup>e1</sup>

### Standard Test Method for Tensile Strength and Young's Modulus for High-Modulus Single-Filament Materials<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation D 3379; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

<sup>e1</sup> Note—Editorial changes were made throughout in May 1989.

#### 1. Scope

1.1 This test method covers the preparation, mounting, and testing of high-modulus single-filament materials [over  $> 21 \times 10^6$  Pa ( $> 3 \times 10^6$  psi)] for the determination of tensile strength and Young's modulus, at room temperature.

1.2 This test method is limited to single filaments utilizing a fixed gage length at least 2000 times longer than the nominal filament diameter.

1.3 This standard may involve hazardous materials, operations, and equipment. This standard does not purport to address all of the safety concerns associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

#### 2. Referenced Documents

##### 2.1 ASTM Standards:

D 638 Test Method for Tensile Properties of Plastics<sup>2</sup>

E 4 Practices for Force Verification of Testing Machines<sup>3</sup>

E 6 Terminology Relating to Methods of Mechanical Testing<sup>3</sup>

#### 3. Terminology

##### 3.1 Definitions:

3.1.1 *mounting tab*—a thin paper, compliant metal, or plastic strip with a longitudinal slot of fixed gage length. The mounting tab should be as thin as practicable to minimize filament misalignment.

3.1.2 *system compliance*—that portion of the indicated elongation contributed by the load train system and the specimen gripping system. This compliance must be deter-

mined experimentally for a given combination of test machine conditions, grip system and mounted specimen. It must be subtracted from the indicated elongation to yield true specimen elongation in the gage length (Note 1). System compliance correction will not apply when elongation in the specimen gage length is determined by direct measurement.

NOTE 1—The magnitude of the system compliance can be a significant portion of the indicated compliance. Extreme care must be exercised in the determination of this correction as outlined in 8.2.

3.2 Definitions of terms and symbols relating to this test method appear in Terminology E 6, and the Appendix to Test Method D 638.

#### 4. Summary of Test Method

4.1 A random selection of single filaments is made from the material to be tested. The filaments are center-line mounted on special slotted tabs. The tabs are gripped so that the test specimen is aligned axially in the jaws of a constant-speed movable-crosshead test machine. The filaments are then stressed to failure at a constant strain rate.

4.2 For this test method, filament cross-sectional areas are determined by planimeter measurements of a representative number of filament cross sections as displayed on highly magnified photomicrographs. Alternative methods of area determination such as optical gages, image-splitting microscope, linear weight-density method, etc., may also be used.

4.3 Tensile strength and Young's modulus are calculated from the load-elongation records and the cross-sectional area measurements.

#### 5. Significance and Use

5.1 Properties determined by this test method are very useful in the evaluation of new materials at the research and development levels. Very short filaments, such as whiskers of nonuniform cross section, call for highly specialized test techniques not covered by this test method.

<sup>1</sup> This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C-28 on Advanced Ceramics and is the direct responsibility of Subcommittee C28.07 on Ceramic Matrix Composites.

Current edition approved Feb. 28, 1975. Published April 1975.

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 08.01.

<sup>3</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.01.

## Lampiran 7. Standar wASTM D3379-75 (2)

**D 3379 – 75 (1989)<sup>1</sup>**

### 6. Apparatus

6.1 Tensile strength and Young's modulus properties of single-filament specimens may be determined by several established testing procedures. The apparatus described herein shall use a constant-strain-rate tensile testing machine with a test specimen bonded to a suitable tab.

test specimens are gently separated from the strand bundle. Selection should be random. The critical considerations are that the filament be not visibly damaged or attached to another filament, and have sufficient length.

7.2 Segments used for area determinations shall represent the same population as those used for tensile testing.

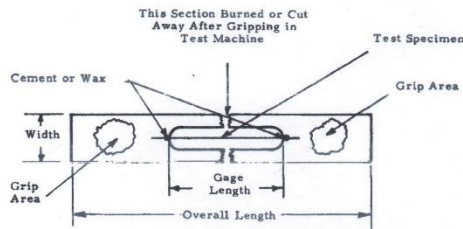


FIG. 1 Tab Showing Typical Specimen Mounting Method

6.2 *Stationary Member*—This member shall be rigidly fixed to the test machine frame and shall contain a housing, located on the machine centerline, for a load cell and part of the specimen grip assembly.

6.3 *Movable Member*—This member, also called the cross-head, shall be driven at a constant preset strain rate. It shall contain an adaptor, on the machine centerline, for the other part of the specimen grip assembly.

6.4 *Load Cell*—The load-sensing device shall have sufficient capacity to accept and transmit load signals above the highest anticipated loads. Its accuracy shall be verified in accordance with Practices E 4.

6.5 *Grips*—The gripping system shall be of a design such that axial alignment may be easily accomplished without damaging the specimens.

6.6 *Load- and Elongation-Measuring System*—A record of test load to failure, with corresponding indicated elongation, shall be provided. For this test method, chart and crosshead speeds shall be provided to produce acceptable data.

6.7 *Mounting Tabs*—A typical test specimen mounting tab is shown in Fig. 1. Alternative methods of specimen mounting may be used.

6.8 *Metallographic Capability*—This test area should have the following capabilities:

6.8.1 *Sample Preparation and Encapsulation in Potting Compound.*

6.8.2 *Metallographic Polishing Units.*

6.8.3 *Metallograph Unit*, with high magnification capabilities (to 3000 $\times$ ).

6.9 *Area Planimeter.*

6.10 Other methods of measuring specimen cross-sectional areas may be used (see 4.1).

### 7. Test Specimens

7.1 *Selection of Test Specimens*—Special care shall be taken to assure obtaining representative strand or single-filament segments. A statistically significant number of single-filament

### 8. Procedure

#### 8.1 Test Specimen Mounting:

8.1.1 Loosely place a strand bundle from the material to be tested on a suitable work surface.

8.1.2 Randomly choose and carefully separate a suitable single-filament specimen from the strand bundle.

8.1.3 The specimen gage length shall be the same for a given test group. Determine the length to the nearest  $\pm 0.1$  mm.

NOTE 2—For this test method, the specimen gage length shall be between 20 and 30 mm. The tab shape should be proportioned as shown in Fig. 1, with an overall length about three times the specimen gage length and a width of about one half the gage length.

8.1.4 Use a tab (Fig. 1) for specimen mounting. Center the specimen over the tab slot with one end taped to the tab.

8.1.5 Lightly stretch the filament and tape its opposite end to the tab.

8.1.6 Carefully place a small amount of suitable adhesive<sup>4</sup> on the filament at each edge of the slot and bond the filament to the mounting tab.

8.1.7 Repeat 8.1.2-8.1.6 to complete the test group.

#### 8.2 Filament Specimen Testing:

8.2.1 Stabilize the tensile test machine in accordance with the manufacturer's instructions.

8.2.2 Calibrate the test machine before testing begins and at 4-h intervals throughout the work period.

8.2.3 Set the crosshead and chart recorder speeds to provide a test time to specimen fracture of about 1 min. Make load scale range selection such that specimen fracture occurs above 25 % of full scale.

8.2.4 Grasp a mounted test specimen in one tab grip area by the faces of the stationary jaws.

<sup>4</sup> H. Courtwright No. 70 cement crystals, melted by a microtorch flame, have been found satisfactory for this test method. Ordinary sealing wax has proven equally effective.



## Lampiran 8. Standar ASTM D3379-75 (3)

**D 3379 - 75 (1989)<sup>e1</sup>**

8.2.5 Position the crosshead so that the other tab grip area may be grasped as in 8.2.4. Visually check the axial specimen alignment.

8.2.6 With the mounting tab unstrained, cut both sides of the tab or burn it away very carefully at mid-gage as shown in Fig. 1. If specimen damage occurs, discard the specimen.

8.2.7 Tension the specimen with the chart continuously recording the test load to failure and the indicated elongation.

8.2.8 Follow 8.2.4-8.2.7 for each specimen of the test group.

### 9. Calculation

9.1 *Measurement of Cross-Sectional Area*—Determine the average specimen area for a test group by planimetry of a representative number of filament cross sections (minimum of ten), as shown on photomicrographs as prepared by the metallographic facility (9.3.1). Where doubt exists as to the cross-sectional area of a test specimen, prepare and measure its broken ends by this method. Use a magnification of 2000× to 3000× on the photomicrographs for this technique.

#### 9.2 Determination of System Compliance:

9.2.1 *Elongation*—The specimen fragility prevents the use of normal strain-sensing devices, such as strain gages, extensometers, etc. However, an optical method may be used to detect gage section elongation directly. Use an alternative means for determining the true gage length elongation from analysis of the chart speed, crosshead speed, and the system compliance.

9.2.2 *System Compliance*—This compliance must be determined experimentally for a given test machine and grip system. It must be subtracted from the chart indicated compliance to yield the actual specimen elongation in the gage length.

9.2.3 Use a test material of the same elemental structure as the materials to be evaluated, which exhibits a constant Young's modulus of comparable magnitude, to determine the system compliance.

9.2.4 Mount a group of single-filament specimens by the specified tab method, 8.1.1-8.1.7, at several different gage lengths (minimum of three samples each). These tabs must be made of the same material as that used in the procedure outlined herein. Determine the gage length to the nearest ±0.1 mm.

9.2.5 Carry out standard tensile testing (8.2) of these specimens.

9.2.6 Analyze the recorder charts as follows: Draw a line through the initial straight line section of the generated load-time curve to the extremes of the chart records (see Fig. 2). Measure the chart extension in millimetres as shown. Calculate the indicated compliance,  $C_i$ , for each sample as in 9.5.1.

9.2.7 On Cartesian coordinate paper, plot each indicated compliance on the Y-axis and its gage length on the X-axis for all specimens (Fig. 3). Draw the best fit line through each set of points to intersect the zero gage length axis. The vertical displacement indicated shall be called the zero gage length intercept or the system compliance,  $C_s$ .

9.2.8 Determine the true compliance,  $C$ , by subtracting the system compliance,  $C_s$ , from the indicated compliance,  $C_i$ .

9.3 *Area*—Calculate the area as follows:

$$A = \frac{\sum a_f \times 10^{-6}}{N(M_f)^2} \quad (1)$$

where:

$A$  = average filament area,  $m^2$  (or  $in.^2$ ),  
 $a_f$  = area of one filament,  $mm^2$  (or  $in.^2$ ),  
 $N$  = number of filaments measured, and  
 $M_f$  = photomicrograph magnification factor.

Note 3—Eq 1 is applicable only to SI units. A suitable conversion factor must be used for inch-pound units.

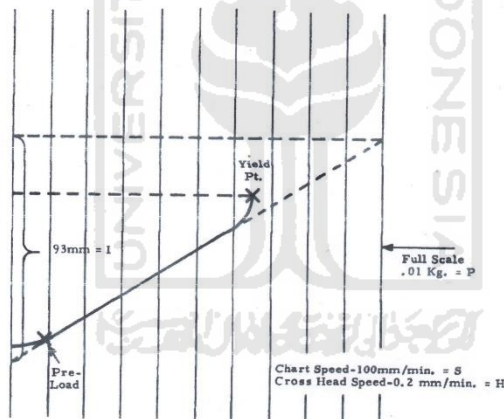


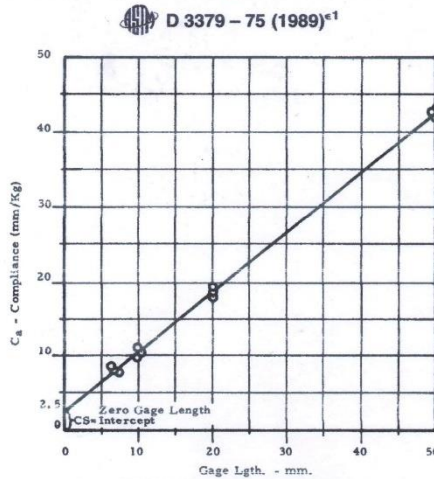
FIG. 2 Typical Load-Time Curve

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Thu May 22 11:25:58 EDT 2014 3

Downloaded/printed by

Universidad Industrial De Santander Bucaramanga Columbia pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.

## Lampiran 9. Standar ASTM D3379-75 (4)



9.4 *Tensile Strength*—Calculate the tensile strength as follows:

$$T = F/A \quad (2)$$

where:

$T$  = tensile strength, Pa (or psi),  
 $F$  = force to failure, N (or lbf), and  
 $A$  = average filament area, m<sup>2</sup> (or in.<sup>2</sup>).

9.5 *True Compliance*:

9.5.1 *Indicated Compliance*—Calculate the indicated compliance as follows:

$$C_a = I/P \times H/S \quad (3)$$

where:

$C_a$  = indicated compliance, mm/N (or in./lbf),  
 $I$  = total extension for straight line section of load-time curve, extrapolated across full chart scale, mm (or in.),  
 $H$  = crosshead speed, mm/s (or in./min),  
 $P$  = full scale force, N (or lbf), and  
 $S$  = chart speed, mm/s (or in./min).

9.5.2 *True Compliance*—Calculate the true compliance as follows:

$$C = C_a - C_s \quad (4)$$

where:

$C$  = true compliance, mm/N (or in./lbf), and  
 $C_s$  = system compliance, mm/N (or in./lbf).

9.6 *Young's Modulus*—Calculate Young's modulus as follows:

$$Y_m = L/CA \quad (5)$$

where:

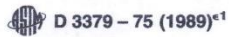
$Y_m$  = Young's modulus, Pa (or psi),  
 $L$  = specimen gage length, mm (or in.),  
 $C$  = true compliance, mm/N (or in./lbf), and  
 $A$  = average filament area, m<sup>2</sup> (or in.<sup>2</sup>).

### 10. Report

10.1 The report shall include the following:

- 10.1.1 Complete identification of the test specimens, including material type, source, manufacturer's name and code number, previous history, etc.,
- 10.1.2 Method of selecting specimens,
- 10.1.3 Number of specimens for each test series,
- 10.1.4 Method of mounting test specimens,
- 10.1.5 Method used for specimen cross-section area determination, including measured cross-sectional areas,
- 10.1.6 Specimen gage length,
- 10.1.7 System compliance, if required,
- 10.1.8 Test machine parameters; crosshead speed, chart speed, load cell used, etc.,
- 10.1.9 Method used for determination of gage length elongation,
- 10.1.10 Individual filament breaking loads,
- 10.1.11 Tensile strength of each specimen, average and standard deviation for series,
- 10.1.12 Young's modulus of each specimen, average and standard deviation for series,
- 10.1.13 Atmospheric conditions of test room (temperature and relative humidity), and
- 10.1.14 Date of test.

## Lampiran 10. Standar ASTM D3379-75 (5)



*ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.*

*This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.*

*This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).*



Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Thu May 22 11:25:58 EDT 2014 5  
Downloaded/printed by  
Universidad Industrial De Santander Bucaramanga Columbia pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.