

**STUDI KEKUATAN MEKANIK *MATERIAL* KOMPOSIT
SERAT PELEPAH PISANG BERMATRIKS POLIESTER**



SKRIPSI

**ALWI ISYA BAKHTIAR
2003050001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO
AGUSTUS 2024**

**STUDI KEKUATAN MEKANIK *MATERIAL* KOMPOSIT
SERAT PELEPAH PISANG BERMATRIKS POLIESTER**



SKRIPSI

**ALWI ISYA BAKHTIAR
2003050001**

**Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana
Teknik/Mesin**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO
AGUSTUS 2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Alwi Isya Bakhtiar

NIM : 2003050001

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik dan Sains

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Judul : Studi Kekuatan Mekanik Material Komposit Serat Pelepeh Pisang Bermatriks Poliester

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

DEWAN PENGUJI

Penguji 1 (Pembimbing) : Eqwar Saputra, S.T., M.T.

Penguji 2 : Trio Nur Wibowo, S.T., M.Eng.

Penguji 3 : Muhammad Muryanto, S.T., M.T.

Ditetapkan di : Purwokerto

Tanggal : 13 Agustus 2024

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Dr. Ir. Iskandar, S.T., M.T.

NIM: 2160207

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Alwi Isya Bakhtiar
Nim : 2003050001
Program Studi : Teknik Mesin
Fakults : Teknik dan Sains
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar serta bukan hasil penjiplakan dari karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan apabila kelak di kemudian hari terbukti ada unsur penjiplakan, saya bersedia mempertanggungjawabkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Purwokerto, 15 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



Alwi Isya Bakhtiar

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Purwokerto dan demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alwi Isya Bakhtiar
NIM : 2003050003
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik dan Sains
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Purwokerto
Jenis Karya : Skripsi

menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) kepada Universitas Muhammadiyah Purwokerto atas karya ilmiah saya yang berjudul:

SUDI KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT SERAT PELEPAH PISANG BERMatriks POLIESTER

beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Purwokerto berhak menyimpan, mengalihmedia/mengalihformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Purwokerto
Pada Tanggal : 15 Agustus 2024
Yang Menyatakan,



Alwi Isya Bakhtiar

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Orang tua dirumah menanti kepulanganmu dengan hasil yang membanggakan, jangan kecewakan mereka. Simpan keluhmu, sebab letihmu tidak sebanding dengan mereka yang menghidupimu”

“Aku membahayakan nyawa ibu untuk lahir kedunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya”

“Kelak diri kita dimasa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini”

PERSEMBAHAN

“Tiada lembar paling indah dalam laporan skripsi ini kecuali lembar persembahan. Dengan mengucapkan syukur atas Rahmat Allah Swt, skripsi ini saya persembahkan sebagai tanda bukti kepada orang tua tercinta, keluarga, dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini”

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang Maha Segalanya, atas curahan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Kekuatan Mekanik *Material* Komposit Serat Pelepeh Pisang Bermatriks Poliester” ini tepat pada waktunya. Skripsi ini ditulis dalam rangka memenuhi syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

Dalam penyelesaian studi dan penulisan skripsi ini, penulis banyak memperoleh bantuan baik itu pengajaran, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Dr. T. Ir. Iskahar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
2. Eqwar Saputra, S.T., M.T., selaku pembimbing sekaligus Kaprodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah meluangkan waktu ditengah kesibukan beliau, memberikan kritik, saran, dan masukan serta pengarahan kepada Penulis dalam proses penulisan skripsi ini.
3. Trio Nur Wibowo, S.T., M.Eng., selaku dosen penguji skripsi satu, Muhammad Muryanto S.T., M.T., selaku dosen penguji skripsi dua yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dalam penulisan skripsi ini serta untuk menguji skripsi ini serta untuk menguji skripsi penulis.
4. Kedua orang tua penulis, Adwin dan Arsiti, untuk beliau berdualah skripsi ini penulis persembahkan. Terimakasih atas segala kasih sayang yang telah diberikan dari kecil sampai sekarang kepada penulis serta membimbing penulis sampai sekuat ini. Terimakasih atas doa, materi, pelajaran yang begitu berharga di hidup penulis selama ini penulis kuat, dapat terus berjuang untuk meraih cita-cita karena beliau. Kesuksesan dan segala hal baik kedepannya akan penulis dapatkan adalah karena dan untuk kalian berdua.

5. Keluarga penulis, Lik Wendi Diding Anggun Zaki Biyunge Eyange terimakasih selalu percaya pada mimpi-mimpi penulis, kalian adalah yang terbaik dihidup saya yang selalu menemani hari hariku dirumah.
6. Prisca Restu Triana yang selalu menemani penulis kapanpun dan always become my support system, thanks so much. Penulis berharap akan selamanya bersama sehingga kita menua bersama.
7. Teman kelas Teknik Mesin angkatan 2020, kita adalah angkatan teknik mesin yang pertama walaupun berat tetapi akhirnya kita bisa sampai dititik sekarang ini. Terimakasih 4 tahunnya yang selalu menemani kuliah pagi sore, susah bareng seneng bareng ,hangout bareng dan suka duka bersama. Ingat kawan masa kita memang telah habis tapi akan penulis ingat kebersamaan kita. Terkhusus untuk sahabat saya Agung Riski Gumilang yang telah menemani pengujian di jogja. Terimakasih kalian semua THE BEST.
8. Keluarga Kos dd yang beranggotakan imam, angggit, dwi, raffi, rohmat. Terimakasih berkat saudara semua hari-hari di kos sangat menyenangkan.
9. HMTM UMP terimakasih atas pembelajaran soft skill ketika penulis masih aktif berorganisasi.
10. Keluarga KKN Desa Kaleng Puring Kebumen 2023, terimakasih atas kenangan seumur hidup KKN 1 bulan tinggal bersama. Ada Anggit, Estu, Ifan, Salsa, Lulu, Safira, Windra, dan Natasha. Setelah itu kedatangan 3 teman dari UTM Malaysia ada Jaevan, Regina, dan Safura. Terimakasih sekali lagi kenangan hidup yang akan selalu penulis kenang.
11. Teman-teman dari Mechanical Kiln PT. Solusi Bangun Indonesia Cilacap Plant, terimakasih berkat teman-teman saya bisa melaksanakan KP di Mechanical Kiln beserta ilmu yang sangat banyak sehingga penulis sampai ke skripsi ini.
12. Alumni SMK YPT 1 PURBALINGGA jurusan body repair terimakasih masa smk yang menyenangkan sehingga penulis bisa sampai sekarang ini di titik sekarang dan di posisi sekarang.

Sebagai manusia biasa penulis menyadari penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan

skripsi ini, penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan bersedia menerima kritik dan saran yang membangun.

Terakhir, harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Purwokerto, 15 Agustus 2024

Penulis



Alwi Isya Bakhtiar



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Komponen Teknik.....	7
B. Komposit	8
1. Komposit Serat (<i>Fibrous Composite</i>).....	9
C. Anyaman.....	17
D. Resin.....	18
1. <i>Unsaturated Polyester Resin</i>	18
2. <i>Contact Molding/Hand Lay Up</i>	19
3. Polimer.....	20
E. Sifat Mekanis	23
F. Uji Tarik	24
G. Uji <i>Bending</i>	26
H. Foto Makro.....	27

I. Modus Kegagalan Akibat Beban Tarik dan Tekan Longitudinal	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
A. Diagram Alir	29
B. Pembuatan Serat Pelelah Pisang.....	30
C. Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
D. Pembuatan Cetakan.....	31
E. Alat dan Bahan	32
1. Alat	32
2. Bahan	38
F. Pembuatan Spesimen	39
1. Tahap Persiapan Bahan	39
2. Tahap Persiapan Alat	39
3. Tahap Pembuatan Spesimen Uji Tarik, Uji <i>Bending</i> , dan Struktur Makro	40
G. Pembuatan Spesimen Uji Tarik	47
1. Klasifikasi Uji Spesimen	48
2. Pembuatan Spesimen Uji <i>Bending</i>	49
H. Metodologi Pengumpulan Data	50
1. Uji Tarik	50
2. Uji <i>Bending</i>	51
3. Uji Makro	51
I. Jadwal Kegiatan.....	52
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	53
A. Pengujian Tarik.....	53
B. Pengujian <i>Bending</i>	54
C. Pembahasan.....	55
1. Uji Tarik	55
2. Uji <i>Bending</i>	62
1. Analisa Foto makro Patahan Uji Tarik	66
2. Analisa Foto Makro Patahan Uji <i>Bending</i>	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	69

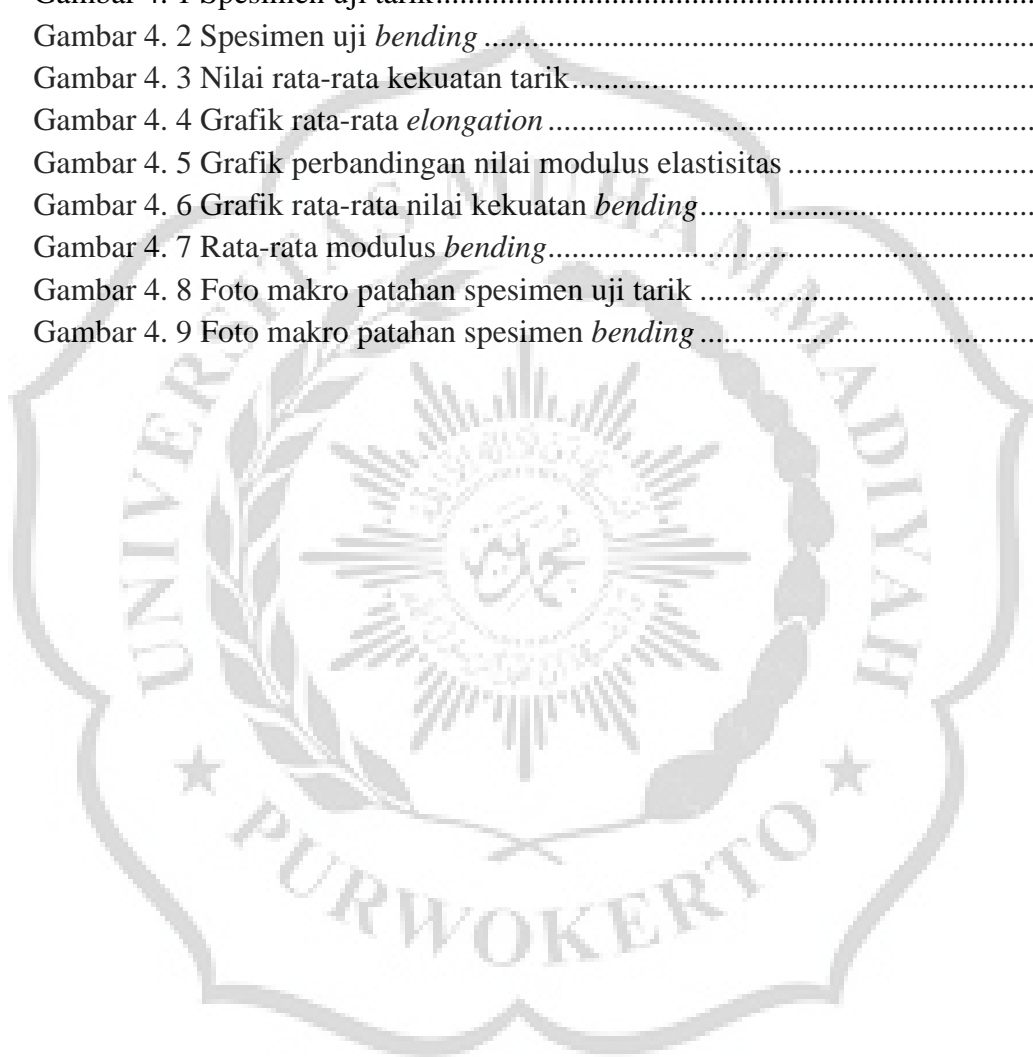
A. Kesimpulan	69
B. Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA	73
DAFTAR LAMPIRAN.....	78



DAFTAR GAMBAR

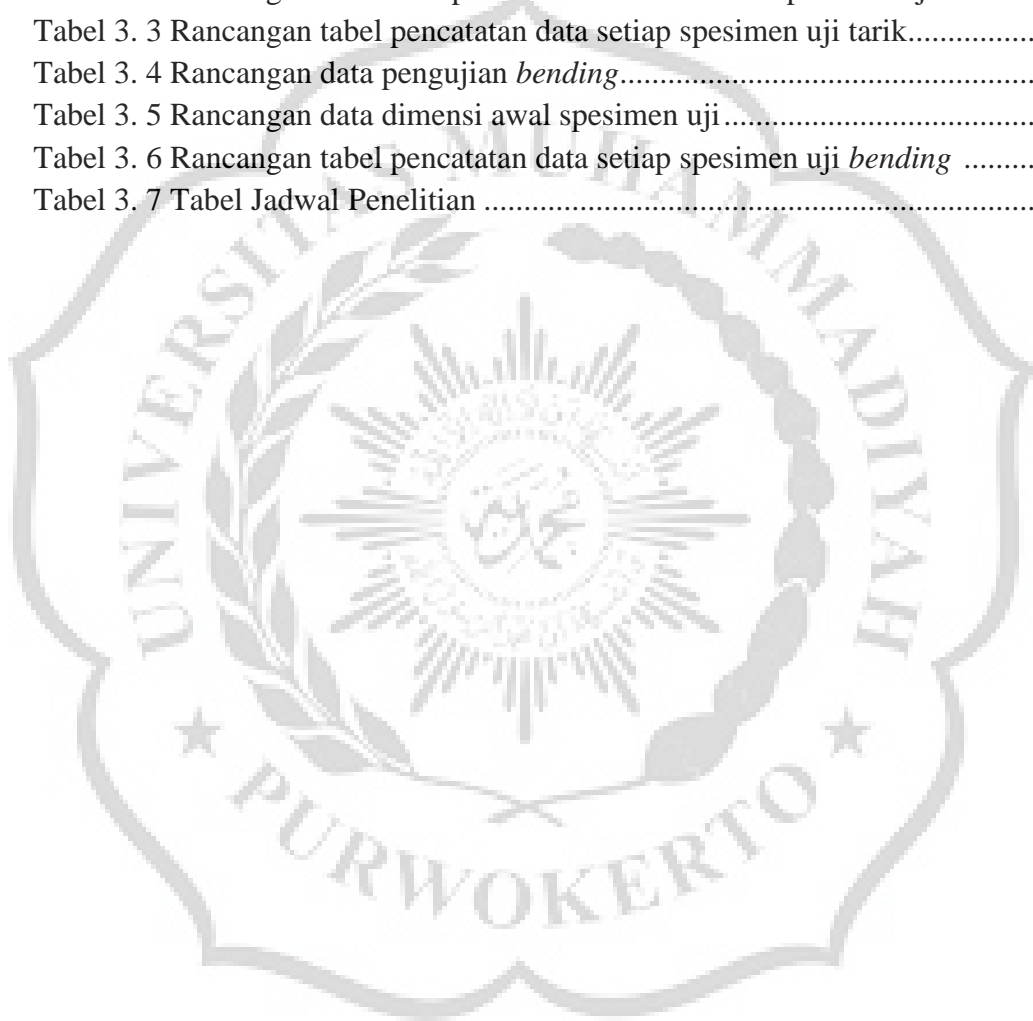
Gambar 2. 1 Ilustrasi Komposit	9
Gambar 2. 2 Lapisan Komposit	10
Gambar 2. 3 Komposit Laminat	12
Gambar 2. 4 Bentuk Penguatan Pada <i>Lamina Ortotropik</i>	13
Gambar 2. 5 Orientasi Serat Penguat	14
Gambar 2. 6 Tiga Tipe Orientasi Pada Penguat	15
Gambar 2. 7 Serat Pelelah Pisang	17
Gambar 2. 8 Proses dasar dari <i>hand lay-up</i>	20
Gambar 2. 9 Spesimen pengujian tarik ASTM D638-01	25
Gambar 2. 10 Spesimen uji tarik.....	25
Gambar 2. 11 <i>Universal testing machine (tensile)</i>	25
Gambar 2. 12 Spesimen pengujian <i>bending</i> ASTM D 790-92	26
Gambar 2. 13 Spesimen uji <i>bending</i>	26
Gambar 2. 14 <i>Universal testing machine (bending)</i>	27
Gambar 2. 15 Alat foto makro	27
Gambar 2. 16 Kegagalan tarik dan <i>bending</i>	28
Gambar 3. 1 Diagram Alir	29
Gambar 3.2 Proses pembuatan serat pelelah pisang	30
Gambar 3. 3 Pembuatan cetakan kaca.....	31
Gambar 3. 4 Pembuatan cetakan silikon.....	31
Gambar 3. 5 Cetakan kaca uji tarik dan <i>bending</i>	32
Gambar 3. 6 Cetakan silikon.....	33
Gambar 3. 7 Alat uji tarik	33
Gambar 3. 8 Alat pengujian <i>bending</i>	34
Gambar 3. 9 Mesin gerinda.....	34
Gambar 3. 10 Sarung tangan.....	34
Gambar 3. 11 Penggaris	35
Gambar 3. 12 Gelas takar.....	35
Gambar 3. 13 <i>Marker</i>	36
Gambar 3. 14 Timbangan Digital	36
Gambar 3. 15 <i>Miracle gloss</i>	36
Gambar 3. 16 Ember	37
Gambar 3. 17 <i>NaOH</i> dan <i>Aqua Dest</i>	37
Gambar 3. 18 Serat Pelelah Pisang	38
Gambar 3. 19 Resin <i>Polyester BQTN-157</i>	38
Gambar 3. 20 Katalis.....	39

Gambar 3. 21 Ukuran cetakan spesimen uji tarik ASTM D638 type 1.....	40
Gambar 3. 22 Ukuran spesimen uji tarik ASTM D638 type 1.....	40
Gambar 3. 23 Spesimen uji tarik.....	40
Gambar 3. 24 Ukuran cetakan spesimen uji <i>bending</i> ASTM D790-92	41
Gambar 3. 25 Ukuran spesimen uji <i>bending</i> ASTM D790-92.....	41
Gambar 3.26 Spesimen uji <i>bending</i>	42
Gambar 4. 1 Spesimen uji tarik.....	53
Gambar 4. 2 Spesimen uji <i>bending</i>	54
Gambar 4. 3 Nilai rata-rata kekuatan tarik.....	55
Gambar 4. 4 Grafik rata-rata <i>elongation</i>	57
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan nilai modulus elastisitas	58
Gambar 4. 6 Grafik rata-rata nilai kekuatan <i>bending</i>	63
Gambar 4. 7 Rata-rata modulus <i>bending</i>	64
Gambar 4. 8 Foto makro patahan spesimen uji tarik	66
Gambar 4. 9 Foto makro patahan spesimen <i>bending</i>	67



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi kimia serat alam	16
Tabel 2. 2 Spesifikasi <i>Unsaturated Polyester Resin Yulakac 157 BQTN</i>	19
Tabel 3. 1 Rancangan data pengujian tarik	48
Tabel 3. 2 Rancangan data tabel pencatatan dimensi awal spesimen uji	48
Tabel 3. 3 Rancangan tabel pencatatan data setiap spesimen uji tarik.....	48
Tabel 3. 4 Rancangan data pengujian <i>bending</i>	49
Tabel 3. 5 Rancangan data dimensi awal spesimen uji	49
Tabel 3. 6 Rancangan tabel pencatatan data setiap spesimen uji <i>bending</i>	50
Tabel 3. 7 Tabel Jadwal Penelitian	52



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penimbangan	78
Lampiran 2 Pembuatan	81
Lampiran 3 Uji Tarik dan Bending	83
Lampiran 4 Patahan Pengujian Tarik	83
Lampiran 5 Patahan Pengujian Bending	84
Lampiran 6 Tabel uji tarik dan uji bending	85
Lampiran 7 Data Hasil Uji Bending	86
Lampiran 8 Perhitungan Uji Tarik	90
Lampiran 9 Perhitungan Uji Bending	93
Lampiran 10 Pengujian Tarik 0%	94
Lampiran 11 Pengujian Tarik 4%	95
Lampiran 12 Pengujian Tarik 8%	96
Lampiran 13 Pengujian Bending 0%	97
Lampiran 14 Pengujian Bending 8%	98
Lampiran 15 Pengujian Bending 12%	99
Lampiran 16 Surat Pengesahan Terjemahan Judul Skripsi	100
Lampiran 17 Cek Similarity	101
Lampiran 18 Cek Similarity	102

ABSTRAK

Indonesia memiliki sumber daya alam yang melimpah, khususnya serat alam salah satunya adalah pisang. Serat pisang menjadi salah satu bahan alternatif yang dapat dimanfaatkan menjadi penguat pembuatan komposit. Pemanfaatan serat pelepah pisang menjadi daya tarik peneliti untuk mengetahui sifat mekanik serat pisang diantaranya uji tarik dan uji *bending*. Penelitian menggunakan variabel serat 0%, 4%, 8%, dan 12% serat pelepah pisang. Tujuan penelitian untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan *bending* komposit serat pelepah pisang terhadap kekuatan mekanik komposit serat pelepah pisang. Matriknya yaitu resin *polyester* dan katalis dengan penguatnya serat pelepah pisang. Komposit dibuat menggunakan standar ASTM D638-01 untuk uji tarik dengan ukuran cetakan 165 mm x 19 mm x 3mm dan ASTM D790-92 untuk uji *bending* dengan ukuran cetakan 200 mm x 10 mm x 10 mm. Cetakan komposit dibuat dari *silicon rubber*. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada. Hasil uji tarik dan *bending* dianalisa nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi didapatkan fraksi volume serat 8% dengan nilai 21.60 MPa. Nilai rata-rata *elongation* tertinggi didapatkan fraksi volume komposit 12% : 88% dengan nilai 3.28%, nilai rata-rata modulus elastisitas paling tinggi didapatkan fraksi volume komposit 4% : 96% dengan nilai 821.45 MPa. Pada uji *bending* nilai rata-rata tertinggi fraksi volume komposit 12% : 88% dengan nilai 57.71 MPa. Setelah mengolah data disimpulkan bahwa serat pelepah pisang menambah kekuatan komposit poliester dan mendukung pengembangan material ramah lingkungan serta pemanfaatan limbah pertanian.

Kata kunci: komposit, uji *bending*, uji tarik, serat pelepah pisang, sifat mekanis.

ABSTRACT

Indonesia has abundant natural resources, especially natural fibres, one of which is banana. Banana fibre is one of the alternative materials that can be used as reinforcement for making composites. The use of banana frond fibre attracted researchers to determine the mechanical properties of banana fibre including tensile test and bending test. The study used 0%, 4%, 8%, and 12% banana frond fibre variables. The purpose of the study was to determine the tensile and bending strength values of banana leaf fibre composites on the mechanical strength of banana leaf fibre composites. The matrix is polyester resin and catalyst with banana leaf fibre as reinforcement. The composites were made using ASTM D638-01 standard for tensile test with mould size 165 mm x 19 mm x 3mm and ASTM D790-92 for bending test with mould size 200 mm x 10 mm x 10 mm. The composite moulds were made of silicon rubber. Testing was carried out at the Mechanical and Industrial Engineering Laboratory of Gadjah Mada University. The tensile and bending test results were analysed and the highest average value of tensile strength was obtained by 8% fibre volume fraction with a value of 21.60 MPa. The highest average elongation value was obtained by the composite volume fraction of 12%: 88% with a value of 3.28%, the highest average value of modulus of elasticity was obtained by the composite volume fraction of 4%: 96% with a value of 821.45 MPa. In the bending test, the highest average value of the 12% composite volume fraction: 88% with a value of 57.71 MPa. After processing the data, it is concluded that banana leaf fibre increases the strength of polyester composites and supports the development of environmentally friendly materials and the use of agricultural waste.

Keywords: *composite, bending test, tensile test, banana leaf fibre, mechanical properties.*