



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**FIBRILASI SERAT BATANG PISANG (*MUSA PARADISIACA*)
DENGAN TEKNIK PUTARAN TINGGI**

PROYEK AKHIR

Thomas Hermawan

40040221650047

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2025



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**FIBRILASI SERAT BATANG PISANG (*MUSA PARADISIACA*)
DENGAN TEKNIK PUTARAN TINGGI**

PROYEK AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik**

THOMAS HERMAWAN

40040221650047

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2025

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Proyek Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Thomas Hermawan

NIM : 40040221650047

Tanda Tangan : 

Tanggal : 18 November 2025

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI
PROGRAM STUDI

Jalan Prof. Sudarto, S.H Tembalang Semarang
Kode Pos 50275
Telp/Fax (024) 7471379
Laman www.vokasi.undip.ac.id
e-mail Vokasi@live.undip.ac.id

SURAT TUGAS PROYEK AKHIR

No. : 439/PA/RPM/III/2025

Dengan ini diberikan Tugas Proyek Akhir untuk mahasiswa berikut:

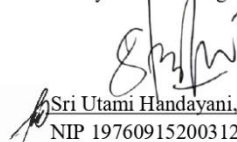
Nama : Thomas Hermawan
NIM : 40040221650047
Judul Proyek Akhir : Fibrilasi Serat Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*)
dengan Teknik Putaran Tinggi
Dosen Pembimbing : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.
NIP : 197110301998021001

Isi Tugas:

1. Menyiapkan serat tunggal batang pisang skala makro
2. Melakukan perlakuan serat batang pisang dengan perlakuan fisik, kimia dan mekanik
3. Melaksnakan fibrilasi serat batang pisang ke skala nano dengan teknik putaran tinggi
4. Melakukan pengujian serat berukuran nano dengan pengujian FTIR, pengamatan SEM, dan pengujian XRD
5. Menghasilkan luaran manuskrip publikasi.
6. Menyusun laporan

Demikian agar diselesaikan selama-lamanya 6 bulan terhitung sejak diberikan tugas ini dan diwajibkan konsultasi sedikitnya 12 kali demi kelancaran penyelesaian tugas.

Semarang, 12 Februari 2025
Ketua Prodi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik


Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP 197609152003122001

Tembusan:

1. Ketua Prodi
2. Bagian pengajaran
3. Mahasiswa ybs

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

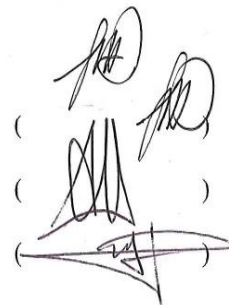
Proyek Akhir ini diajukan oleh:

NAMA : Thomas Hermawan
NIM : 40040221650047
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Judul Proyek Akhir : Fibrilasi Serat Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*)
Dengan Teknik Putaran Tinggi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.) pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.
Penguji I : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T.
Penguji II : Alaya Fadlu HM, S.T., M.Eng.
Penguji III : Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes.



Semarang, 18 November 2025

Ketua Program Studi Sarjana Terapan
Rekayasa Perancangan Mekanik



Dr. Sri Utami Handayani, S.T., M.T.
NIP. 197609152003122001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Thomas Hermawan
NIM : 40040221650047
Jurusan/Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik
Departemen : Teknologi Industri
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Proyek Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

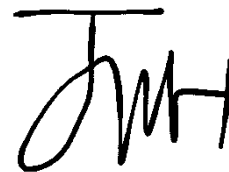
“Fibrilasi Serat Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*) Dengan Teknik Putaran Tinggi”

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal :

Yang menyatakan



Thomas Hermawan

MOTTO

Jika ada hal lain yang sangat menakjubkan di dunia ini selain cinta sudah pasti sepakbola.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan penyertaan-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir dengan judul “Fibrilasi Serat Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*) Dengan Teknik Putaran Tinggi.” dengan baik.

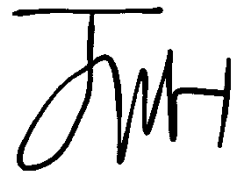
Penyusunan laporan proyek akhir ini tentunya tidak terlepas dari bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan rasa hormat dan ucapan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Budiono, M.Si selaku Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Sri Utami Handayani S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang, dan selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing selama penyusunan Tugas Akhir.
3. Dr. Seno Darmanto S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing penulis dalam pelaksanaan penelitian dan laporan proyek akhir.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
5. Kedua orang tua saya, Make dan Pake yang selalu memberikan dukungan baik materi maupun non materi serta keluarga yang telah senantiasa memberikan doa dan semangat serta dukungan.
6. Teman-teman angkatan 2021 yang selalu mau diajak diskusi dan selalu memberikan motivasi kepada saya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan laporan ini, maka segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

Penulis berharap, semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan, diberi balasan kebajikan. Aamiin. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan para pembaca secara umum, baik dari kalangan akademis maupun yang lain.

Semarang, 18 November 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters that appear to be 'TH' followed by a series of loops and a final vertical stroke.

Thomas Hermawan

ABSTRAKSI

Indonesia memiliki potensi besar dalam pemanfaatan serat alam sebagai penguat material komposit yang ramah lingkungan dan ekonomis, seiring dengan meningkatnya kebutuhan alternatif pengganti serat sintetis. Salah satu sumber serat potensial adalah limbah batang pisang (*Musa paradisiaca*) yang melimpah namun pemanfaatannya masih minim, padahal memiliki kandungan selulosa tinggi mencapai 83,3%. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan teknik *high speed stirring* untuk memfibrilasi serat batang pisang guna memaksimalkan potensinya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat *nanofiber* dari serat batang pisang dan mengetahui pengaruh variasi perlakuan capaian nanofiber serat menggunakan pengujian SEM. Metode yang dilakukan meliputi tahap awal yang melibatkan penyisiran serat (*combing*) menggunakan sikat baja, dilanjutkan dengan perlakuan kimia (alkalisasi) menggunakan larutan NaOH 2% selama 6 jam untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa. Serat kemudian melalui proses *steam explosion* dengan variasi tekanan 2 bar dan 2,5 bar selama 60 menit. Tahap akhir adalah fibrilasi mekanik menggunakan mesin *high-speed stirring* dengan kecepatan 10.000 rpm selama 90 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fibrilasi bertahap berhasil mengubah serat batang pisang menjadi *nanofiber*. Perlakuan *steaming* pada tekanan 2 bar menghasilkan diameter serat yang lebih kecil, berkisar antara 30-60 nm, sedangkan tekanan 2,5 bar menghasilkan diameter berkisar antara 53-60 nm. Kesimpulannya, yaitu Variasi tekanan pada perlakuan *steaming* tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap dimensi akhir nanofiber yang dihasilkan.

Kata kunci: Nanofiber, Batang Pisang, SEM

ABSTRACT

*Indonesia has great potential in utilizing natural fibers as environmentally friendly and economical reinforcements for composite materials, in line with the increasing need for alternatives to synthetic fibers. One potential source of fiber is banana trunk waste (*Musa paradisiaca*), which is abundant but still underutilized, even though it has a high cellulose content of 83.3%. Therefore, this study applies the high-speed stirring technique to fibrillate banana stem fibers in order to maximize their potential. This study aims to produce nanofibers from banana stem fibers and determine the effect of treatment variations on nanofiber yield using SEM testing. The methods used included an initial stage involving combing the fibers using a steel brush, followed by chemical treatment (alkalization) using a 2% NaOH solution for 6 hours to remove lignin and hemicellulose. The fibers then underwent a steam explosion process with variations in pressure of 2 bar and 2,5 bar bar for 60 minutes. The final stage was mechanical fibrillation using a high-speed stirring machine at a speed of 10,000 rpm for 90 minutes. The results showed that the stepwise fibrillation process successfully converted banana stem fibers into nanofibers. Steaming treatment at a pressure of 2 bar produced smaller fiber diameters, ranging from 30-60 nm, while a pressure of 2,5 bar bar produced diameters ranging from 53-60 nm. In conclusion, pressure variations in the steaming treatment did not have a significant effect on the final dimensions of the nanofibers produced.*

Keywords: Nanofiber, Banana Pseudostem, SEM

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
SURAT TUGAS PROYEK AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI PROYEK AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAKSI.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SIMBOL	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Luaran.....	4
1.7 Sistematika Penulisan Laporan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5

2.1 Serat Batang Pisang.....	5
2.2 Fibrilasi Serat Alam Skala Nanometer	6
2.3 Aplikasi Perlakuan Fisik Awal untuk Proses Fibrilasi.....	8
2.4 Aplikasi Perlakuan Kimia untuk Proses Fibrilasi	8
2.5 Perlakuan Alkali	9
2.6 Kandungan Kimia Serat Alam.....	10
2.7 Fibrilasi Selulosa	12
2.8 Perlakuan Fisik untuk Fibrilasi Serat Alam	13
2.9 Perlakuan Kimia untuk Fibrilasi Serat Alam	14
2.10 Perlakuan Mekanik untuk Fibrilasi Serat Alam.....	15
2.11 <i>Scanning Electromagnetic Microscope (SEM)</i>	15
2.12 Komposit	16
BAB III METODE PELAKSANAAN.....	18
3.1 Diagram Alir Penelitian	18
3.2 Perlakuan Serat.....	19
3.2.1 Serat Batang Pisang.....	20
3.2.2 Karakteristik Serat Batang Pisang.....	21
3.3 Perlakuan Bahan.....	21
3.4 Perlakuan Fisik.....	23
3.4.1 Penyisiran Serat.....	23
3.4.2 Alat-Alat Yang Digunakan Dalam Perlakuan Fisik.....	24

3.4.3	Perlakuan Kimia.....	25
3.4.4	Perlakuan Mekanik.....	32
3.5	<i>Steam Explosion</i>	33
3.5.1	Alat dan Bahan.....	34
3.5.2	Spesifikasi Mesin <i>Steam Explosion</i>	35
3.5.3	Mekanisme Prinsip Ledakan Uap	36
3.6	<i>High Speed Stirring</i>	38
3.6.1	Spesifikasi Mesin <i>High Speed Stirring</i>	39
3.6.2	Prosedur Penggunaan Mesin <i>High Speed Stirring</i>	39
3.6.3	Pemeriksaan Fisik Peralatan dan Komponen.....	41
3.7	Perhitungan Mesin <i>High Speed Stirring</i> saat beroperasi.....	45
3.8	Karakterisasi Pengujian.....	46
3.8.1	<i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		50
4.1	Hasil dan Pembahasan Perlakuan Penyisiran.....	50
4.1.1	Karakteristik Serat Setelah Dilakukan Penyisiran	50
4.1.2	Analisa Hasil Perlakuan Penyisiran	51
4.2	Hasil dan Pembahasan Perlakuan Alkali.....	52
4.2.1	Karakteristik Serat Setelah Perlakuan Alkali.....	52
4.2.2	Analisa Hasil Perlakuan Alkali	53
4.3	Hasil dan Pembahasan Perlakuan <i>Steaming</i> Serat Batang Pisang.....	53
4.3.1	Hasil Serat <i>Steam Explosion</i> pada Tekanan 2 Bar	53
4.3.2	Hasil Serat <i>Steam Explosion</i> pada Tekanan 2,5 Bar	54

4.3.3	Efek Tekanan 2 bar	55
4.3.4	Efek Tekanan 2,5 bar	55
4.4	Hasil dan Pembahasan Perlakuan <i>High Speed Stirring</i>	56
4.4.1	Karakterisasi Visual Setelah Perlakuan <i>High Speed Stirring</i> Variasi 2 bar.....	56
4.4.2	Karakterisasi Visual Setelah Perlakuan <i>High Speed Stirring</i> Variasi 2,5 bar.....	57
4.4.3	Pengaruh Perlakuan Awal (<i>Steam</i>) terhadap Dispersi Akhir	58
4.4.4	Hasil Proses Penyaringan.....	59
4.4.5	Pengamatan Hasil Penyaringan dan Ukuran Partikel.....	60
4.5	Hasil Serat yang sudah melalui Uji SEM Variasi 2 bar	61
4.6	Hasil Serat yang sudah melalui Uji SEM Variasi 2,5 bar	62
4.7	Hasil Serat yang sudah melalui Uji SEM Variasi 9500 RPM dengan variasi <i>steaming</i> 2 bar	63
4.8	Hasil Serat yang sudah melalui Uji SEM Variasi 10500 RPM dengan variasi <i>steaming</i> 2 bar	65
4.9	Perhitungan Pada Mesin <i>High Speed Stirring</i>	66
4.8.1	Perhitungan Torsi.....	66
4.8.2	Tekanan Yang Dihasilkan Mata Pisau 8 Sudu.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan.....	68

5.2	Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN.....		73
	Lampiran Perlakuan Penyisiran dan Kimia.....	73
	Lampiran Perlakuan <i>Steaming</i>	73
	Lampiran Perlakuan <i>High Speed Stirring</i>	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur Selulosa.....	10
Gambar 3. 1 Diagram alir	19
Gambar 3. 2. Serat Batang Pisang	20
Gambar 3. 3 Serat yang belum disisir.....	24
Gambar 3. 4. Sikat baja	25
Gambar 3. 5 NaOH.....	26
Gambar 3. 6 Menimbang serat	27
Gambar 3. 7 Menimbang NaOH.....	27
Gambar 3. 8 Perendaman serat	28
Gambar 3. 9 Serat setelah kering.....	29
Gambar 3. 10 Serat yang akan dimasukkan ke wadah dibungkus dengan kertas saring	30
Gambar 3. 11 Serat yang dimasukkan ke wadah.....	30
Gambar 3. 12 Proses memasukkan serat	31
Gambar 3. 13 Capaian tekanan.....	32
Gambar 3. 14 Hasil serat setelah <i>steaming</i>	32
Gambar 3. 15 <i>Steam Explosion</i>	34
Gambar 3. 16 Boiler	34
Gambar 3. 17 Wadah spesimen silindris dengan selimut <i>wire mesh</i>	34
Gambar 3. 18 Persiapan serat batang pisang yang dibungkus kertas saring untuk perlakuan <i>steaming</i>	35
Gambar 3. 19 Tang	35
Gambar 3. 20 Proses pembentukan uap bertekanan	36

Gambar 3. 21 Holding time	37
Gambar 3. 22 Mesin <i>high speed stirring</i>	39
Gambar 3. 23 Serat masuk tabung.....	40
Gambar 3. 24 Mesin high speed stirring	40
Gambar 3. 25 <i>Inverter</i>	41
Gambar 3. 26 <i>MCB</i>	42
Gambar 3. 27 Motor listrik DC	43
Gambar 3. 28 Rangka, tabung, dan poros.....	44
Gambar 3. 29 Mata pisau.....	45
Gambar 3. 30 Serat yang diuji SEM.....	47
Gambar 3. 31 Prinsip kerja SEM.....	48
Gambar 4. 1 Serat yang belum dilakukan penyisiran (a), serat yang sudah dilakukan penyisiran (b)	50
Gambar 4. 2 Serat yang sedang direndam NaOH (a), serat setelah dilakukan perlakuan alkali dan dikeringkan (b)	52
Gambar 4. 3 Serat steaming variasi 2 bar	54
Gambar 4. 4 Serat steaming variasi 2,5 bar	55
Gambar 4. 5 Spesimen setelah perlakuan putaran tinggi pada perlakuan 2 bar ..	56
Gambar 4. 6 Spesimen setelah perlakuan putaran tinggi pada perlakuan 2,5 bar	57
Gambar 4. 7 Penyaringan serat variasi 2 bar (a), Penyaringan serat variasi 2,5 bar (b).....	59
Gambar 4. 8 Serat yang sudah dikeringkan variasi 2 bar (a), Serat yang sudah dikeringkan variasi 2,5 bar (b)	61

Gambar 4. 9 Hasil uji SEM variasi 2 bar, perbesaran 3000x (a), perbesaran 5000x (b), perbesaran 10.000x (c), perbesaran 15.000x (d)	62
Gambar 4. 10 Hasil uji SEM variasi 2,5 bar, perbesaran 3000x (a), perbesaran 5000x (b), perbesaran 10.000x (c), perbesaran 15.000x (d)	63
Gambar 4. 11 Hasil uji SEM variasi putaran 9500 dengan steaming 2 bar, perbesaran 3000x (a), perbesaran 5000x (b), perbesaran 10.000x (c), perbesaran 15.000x (d)	64
Gambar 4. 12 Hasil SEM variasi putaran 10500 dengan steaming 2 bar, perbesaran 3000x (a), perbesaran 5000x (b), perbesaran 10.000x (c), perbesaran 15.000x (d)	65

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi mesin <i>Steam Explosion</i>	38
Tabel 3. 2 Spesifikasi mesin <i>high speed stirring</i>	40

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Pertama Kali Muncul
		Halaman
Dporos	Diameter poros (m)	64
Dpisau	Diameter pisau (m)	64
ℓ	Panjang poros (m)	64
t	Tinggi tabung (m)	64
r	Jari-jari (m)	64
Ac	Luas penampang pisau (m²)	66
V	Volume (m³)	64
ρ	Massa jenis (kg/m³)	66
Np	Putaran per menit (RPM)	64
ω	Kecepatan sudut (rad/s)	64
v	Kecepatan linier (m/s)	66
P	Daya (Watt)	64
T	Torsi (Nm)	64
p	Tekanan dinamis (Pa)	66