

PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI FILAMEN BIOKOMPOSIT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN *POLYPROPYLENE* UNTUK APLIKASI *3D PRINTING*

MUTHIA ANISA



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pembuatan Dan Karakterisasi Filamen Biokomposit Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan *Polypropylene* Untuk Aplikasi 3d *Printing*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2025

Muthia Anisa
NIM G7401211038



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

MUTHIA ANISA. Pembuatan Dan Karakterisasi Filamen Biokomposit Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan *Polypropylene* Untuk Aplikasi 3d *Printing*. Dibimbing oleh IRMANSYAH dan IRZAMAN.

Filamen biokomposit berbasis tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan *polypropylene* (PP) sebagai bahan baku alternatif untuk aplikasi 3D printing. TKKS digunakan sebagai bahan penguat (*filler*) dengan variasi ukuran partikel 80 dan 100 mesh serta konsentrasi 1%, 3%, dan 5%, sedangkan PP berfungsi sebagai matriks. Filamen dibuat menggunakan mesin *single-screw extruder* dan dikarakterisasi menggunakan uji tarik (*tensile strength*), *elongation at break*, *Modulus Young*, serta analisis gugus fungsi menggunakan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi TKKS PP 80-1 memberikan kekuatan tarik tertinggi sebesar 42,7 MPa, sementara *elongation at break* tertinggi sebesar 19,1 % diperoleh pada sampel PP 100-1. Hasil FTIR mengidentifikasi keberadaan gugus alifatik yaitu C–H, dan C–O yang menunjukkan bahwa TKKS berhasil terdispersi dalam matriks tanpa membentuk ikatan kimia baru. Keseluruhan hasil membuktikan bahwa filamen biokomposit PP-TKKS memiliki potensi sebagai bahan ramah lingkungan yang kompetitif untuk aplikasi *3D printing*.

Kata kunci: biokomposit, filamen, FTIR, kuat tarik, *Polypropylene*, TKKS,

ABSTRACT

MUTHIA ANISA. Synthesis and Characterization of Biocomposite Filament from Oil Palm Empty Fruit Bunch and Polypropylene for 3D Printing Applications. Supervised by IRMANSYAH and IRZAMAN.

This research aimed to synthesize and characterize a biocomposite filament made from oil palm empty fruit bunch (OPEFB) and polypropylene (PP) as an alternative material for 3D printing applications. OPEFB was a natural filler with two particle sizes (80 and 100 mesh) and three concentrations (1%, 3%, and 5%), while PP acted as the polymer matrix. The filament was fabricated using a single-screw extruder and evaluated through tensile testing, including tensile strength, elongation at break, Young's modulus, and functional group identification via Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). The results indicated that the PP 80-1 OPEFB sample exhibited the highest tensile strength of 42.7 MPa, while the PP 100-1 sample showed the highest elongation at break of 19.1 %. FTIR analysis revealed the presence of aliphatic groups, C–H, and C–O bonds, suggesting that the OPEFB filler was successfully dispersed in the PP matrix without forming new chemical bonds. These findings confirm that the PP-OPEFB biocomposite filament possesses desirable mechanical and chemical characteristics and has promising potential as an eco-friendly alternative for 3D printing filament applications.

Kata kunci: biocomposite, filament, FTIR, tensile strength, OPEFB

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI FILAMEN
BIOKOMPOSIT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
DENGAN *POLYPROPYLENE* UNTUK APLIKASI *3D PRINTING***

MUTHIA ANISA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Departemen Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Drs. Mahfudin Zuhri, M.Si.
- 2 Dr. Setyanto Tri Wahyudi, S.Si., M.Si.

Judul Skripsi : Pembuatan Dan Karakterisasi Filamen Biokomposit Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan *Polypropylene* Untuk Aplikasi 3d Printing

Nama : Muthia Anisa
NIM : G7401211038

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.
NIP.196809161994031001



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si.
NIP. 196307081995121001



Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:
Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada, S.Si., M.Si.
NIP. 197205191997021001



Tanggal Ujian: 22 Juli 2025

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan September 2024 sampai bulan Mei 2025 ini ialah “Pembuatan Dan Karakterisasi Filamen Biokomposit Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan *Polypropylene* Untuk Aplikasi 3d *Printing*”. Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak, penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan motivasi, materi, do'a, dan kasih sayangnya.
2. Bapak Dr. Ir. Irmansyah, M.Si. dan Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi serta Bapak Drs. Mahfuddin Zuhri, M.Si. dan Bapak Dr. Setyanto Tri Wahyudi, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan waktu, membimbing, mendampingi, memotivasi, memberi saran dan semangat selama penyusunan skripsi.
3. Bapak/Ibu Dosen Departemen Fisika atas ilmu pengetahuan dan bimbingannya selama pembelajaran hingga penyelesaian skripsi.
4. Araa, Pinkan, Silvi, Akta, dan Baitia yang selalu kebersamai penulis baik dalam keadaan senang maupun susah selama perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
5. Rekan-rekan bimbingan Bapak Dr. Ir. Irmansyah dan rekan-rekan Lab Fismatop terima kasih atas dukungan, kebersamaan dan semangat yang telah diberikan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
6. Rekan-rekan Fisika angkatan 58 dan semua pihak yang telah menjadi rekan bertumbuh selama masa perkuliahan dan tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
7. Terakhir, terima kasih kepada wanita sederhana yang memiliki impian besar, namun terkadang sulit dimengerti isi kepalanya, yaitu penulis diriku sendiri, Muthia Anisa. Terima kasih telah berusaha keras untuk menyakinkan dan menguatkan diri sendiri bahwa kamu dapat menyelesaikan studi ini sampai selesai. Berbahagialah selalu dengan dirimu sendiri. Rayakan kehadiranmu sebagai berkah di mana pun kamu menjejakkan kaki. Jangan sia-siakan usaha dan doa yang selalu kamu langitkan. Allah sudah merencanakan dan memberikan porsi terbaik untuk perjalanan hidupmu. Semoga langkah kebaikan selalu menyertaimu, dan semoga Allah selalu meridhai setiap langkahmu serta menjagamu dalam lindungan-Nya. Aamiin.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih. Mohon maaf atas kekurangan dan kesalahan yang terdapat dalam penulisan ini. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat untuk penulis dan pembaca, serta bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2025

Muthia Anisa



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR LAMPIRAN	
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	3
2.2 <i>Polypropylene</i> (PP)	3
2.3 Material Biokomposit	4
2.4 Proses pembuatan filamennya	5
2.5 <i>3D Printing</i>	6
2.6 Karakteristik Material	7
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Analisis Tensile Properties	15
4.2 Analisis Spektrum FTIR terhadap Gugus Fungsi serta Nilai LO dan TO	23
V SIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Simpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	46
RIWAYAT HIDUP	52

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Komposisi sampel pembuatan filamen	10
2	Data hasil pengujian kuat tarik	21
3	Data hasil <i>Elongation at break</i>	22
4	Data hasil Modulus Young	23
5	Data Hasil Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi PP 80-1	31
6	Data Hasil Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi PP 80-3	32
7	Data Hasil Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi PP 80-5	33
8	Data Hasil Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi PP 100-1	34
9	Data Hasil Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi PP 100-3	35
10	Data Hasil Bilangan Gelombang dan Gugus Fungsi PP 100-5	36
11	Data Nilai LO dan TO Pada FTIR TKKS dan PP	39

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur molekul propilena (Khavilla <i>et al.</i> 2019)	3
2	Reaksi Polimerisasi <i>Polypropylene</i> (Khavilla <i>et al.</i> 2019)	4
3	Ilustrasi komponen single-screw extruder yang menunjukkan perubahan tekanan dan suhu melalui tiga bagian utama (Alvarez 2020)	5
4	Ilustrasi Mesin uji tarik (Ogunbiyi <i>et al.</i> 2015)	7
5	Tandan kosong kelapa sawit (A) Serat TKKS (B) dan biji polimer <i>Polypropylene</i> (C)	10
6	Mesin <i>single-screw extruder</i>	10
7	Model 3D Printer	11
8	Sampel pada pengujian kuat tarik (Uji Sifat Mekanik)	12
9	(A). Alat UTM (B). Sampel sebelum ditarik (C).Sampel sesudah ditarik	13
10	(a) sudut datang normal dan (b) sudut datang miring (Irzaman <i>et al.</i> 2023; Irzaman <i>et al.</i> 2025)	14
11	Kurva Stress Vs Strain Sampel PP 80-1	15
12	Kurva Stress Vs Strain Sampel PP 80-3	16
13	Kurva Stress Vs Strain Sampel PP 80-5	17
14	Kurva Stress Vs Strain Sampel PP 100-1	18
15	Kurva Stress Vs Strain Sampel PP 100-3	19
16	Kurva Stress Vs Strain Sampel PP 100-5	20
17	Grafik FTIR Sampel PP 80-1	23
18	Grafik FTIR Sampel PP 80-3	24
19	Grafik FTIR Sampel PP 80-5	25
20	Grafik FTIR Sampel PP 100-1	27
21	Grafik FTIR Sampel PP 100-3	28
22	Grafik FTIR Sampel PP 100-5	30
23	Nilai LO dan TO FTIR (a) PP 80-1 (b) PP 80-3 (c) PP 80-5	37
24	Grafik Nilai LO dan TO FTIR (a) PP 100-1 (b) PP 100-3 (c) PP 100-5	38

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Diagram alir penelitian	47
2	Lampiran 2 Jadwal Penelitian	48
3	Lampiran 3 Hasil Filamen Biokomposit TKKS dan PP	49
4	Lampiran 4 Perhitungan Tensile Properties	50