

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN PROTOTIPE KEMASAN PRODUK
BERBASIS FILAMENT PASARAN DAN FILAMENT TKKS
DENGAN TEKNOLOGI CETAK 3D**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Terapan



Disusun oleh

MUHAMMAD AYONDA MANGUN HANIF

NIM: 21010014

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PENGEMASAN

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI

POLITEKNIK NEGERI MEDIA KREATIF

JAKARTA

2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN PROTOTIPE KEMASAN PRODUK
BERBASIS FILAMENT PASARAN DAN FILAMENT TKKS
DENGAN TEKNOLOGI CETAK 3D**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

Sarjana Terapan



Disusun oleh

MUHAMMAD AYONDA MANGUN HANIF

NIM: 21010014

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PENGEMASAN

JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI

POLITEKNIK NEGERI MEDIA KREATIF

JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Perbandingan Prototipe Kemasan Produk Berbasis
Filament Pasaran dan Filament TKKS dengan Teknologi
Cetak 3D

Penulis : Muhammad Ayonda Mangun Hanif

NIM : 21010014

Program Studi : Teknologi Rekayasa Pengemasan

Jurusan : Teknologi Industri

Tugas Akhir ini telah dipertanggungjawabkan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir
di kampus Politeknik Negeri Media Kreatif pada hari ~~Selasa~~, tanggal 1. Juli 2025

Disahkan oleh:
Ketua Penguji,



Supardianingsih, S.Pd., M.Sc
NIP. 198809302019032018

Anggota I



Elviana, S.TP., M.SI
NIP. 198704242019032016

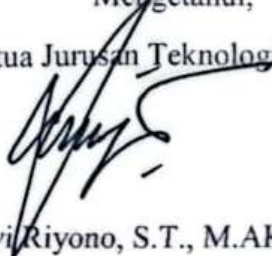
Anggota II



Septia Ardan, S.Si., M.Si
NIP. 199201182019032024

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknologi Industri



Dwi Riyono, S.T., M.AK., Ph. D
NIP. 197609292005011002

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Perbandingan Prototipe Kemasan Produk Berbasis
Filament Pasaran dan Filament TKKS dengan Teknologi
Cetak 3D
Penulis : Muhammad Ayonda Mangun Hanif
NIM : 21010014
Program Studi : Teknologi Rekayasa Pengemasan
Jurusan : Teknologi Industri

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk disidangkan.

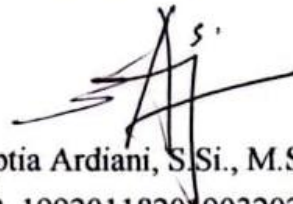
Ditandatangani di Jakarta, 20 Juni 2025

Pembimbing



Dr. Handika Dany R, S.Si., M.Si.
NIP. 199410152019032015

Pembimbing II



Septia Ardiani, S.Si., M.Si
NIP. 199201182019032024

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Pengemasan



Supardianningsih, S.Pd., M.Sc.
NIP. 198809302019032018

**PERNYATAAN ORIGINALITAS TUGAS AKHIR DAN BEBAS
PLAGIARISME**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ayonda Mangun Hanif
NIM : 21010014
Program Studi : Teknologi Rekayasa Pengemasan
Jurusan : Teknologi Industri
Tahun Akademik : 2025

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul :

Perbandingan Prototipe Kemasan Produk Berbasis Filament Pasaran dan Filament TKKS dengan Teknologi Cetak 3D adalah original, belum pernah dibuat oleh pihak lain, dan bebas dari plagiarisme.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 20 Juni 2025

Yang menyatakan,



Muhammad Ayonda Mangun Hanif
21010014

PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai civitas academica Politeknik Negeri Media Kreatif, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ayonda Mangun Hanif

NIM : 21010014

Program Studi : Teknologi Rekayasa Pengemasan

Jurusan : Teknologi Industri

Tahun Akademik : 2024/2025

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Media Kreatif Hak Bebas royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul Perbandingan Prototipe Kemasan Produk Berbasis Filament Pasaran dan Filament TKKS dengan Teknologi Cetak 3D beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Media Kreatif berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 20 Juni 2025



Muhammad Ayonda Mangun Hanif

NIM : 21010014

ABSTRAK

Kemasan merupakan elemen penting dalam industri modern, tidak hanya sebagai pelindung fisik produk, tetapi juga berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan. Dominasi plastik sintetis sebagai bahan utama kemasan menimbulkan permasalahan karena sifatnya yang sulit terurai. Penelitian ini bertujuan membandingkan sifat material PLA murni dengan PLA yang diperkuat serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai alternatif kemasan ramah lingkungan. Filamen PLA+TKKS diformulasikan dalam variasi 1%, 2%, 4%, 6%, dan 10% menggunakan metode ekstrusi suhu bertingkat. Karakterisasi meliputi uji tarik menggunakan *Universal Testing Machine (UTM)* untuk mengetahui kuat tarik dan elongasi maksimum, pengamatan morfologi permukaan dengan *Scanning Electron Microscope (SEM)*, serta uji biodegradasi menggunakan metode *soil burial* selama 9 hari dan perendaman dalam larutan EM4. Hasil menunjukkan bahwa filamen 4% TKKS memberikan kekuatan tarik optimum (7,742 N), morfologi cukup seragam meskipun belum sepenuhnya homogen, dan laju biodegradasi tertinggi (1,76%) dibanding PLA murni dan filamen komersial (<0,8%). Prototipe kemasan berhasil dicetak menggunakan enam jenis filamen komersial untuk mengoptimalkan parameter pencetakan. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi serat TKKS dalam PLA berpotensi mendukung pengembangan kemasan berkelanjutan berbasis biokomposit dan teknologi cetak 3D.

Kata Kunci: Kemasan, Biokomposit, TKKS, 3D Printing, Filament, PLA, Prototipe, Biodegradasi.

ABSTRACT

Packaging plays a crucial role in modern industry, not only as physical protection for products but also in supporting environmental sustainability. The dominance of synthetic plastics as the primary packaging material poses environmental problems due to their non-degradable nature. This study aims to compare the properties of pure PLA with PLA reinforced by Empty Fruit Bunch (EFB) fibers as a sustainable packaging alternative. PLA+EFB filaments were formulated with 1%, 2%, 4%, 6%, and 10% fiber content using a multi-zone temperature extrusion method. Characterization included tensile testing using a Universal Testing Machine (UTM) to measure tensile strength and maximum elongation, surface morphology analysis using Scanning Electron Microscope (SEM), and biodegradation tests using a 9-day soil burial method and EM4 solution immersion. Results showed that the filament with 4% EFB had optimal tensile strength (7.742 N), a relatively uniform but not fully homogeneous morphology, and the fastest degradation rate (1.76%) compared to pure PLA and commercial filaments (<0.8%). A packaging prototype was successfully printed using six different commercial filaments to optimize the printing parameters. These findings suggest that integrating EFB fibers into PLA is a promising strategy for developing sustainable packaging through biocomposite materials and 3D printing technology.

Keywords: Packaging, Biocomposite, EFB, 3D Printing, Filament, PLA, Prototype, Biodegradability.

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan Tugas Akhir sebagai kewajiban bagi penulis yang telah diselenggarakan oleh program Studi Teknologi Rekayasa Pengemasan di Politeknik Negeri Media Kreatif.

Tugas Akhir ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari orang-orang yang berada di sekitar penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Dr. Tipri Rose Kartika, M.M., Direktur Politeknik Negeri Media Kreatif.
2. Dr. Handika Dany Rahmayanti, M.Si., Wakil Direktur Bidang Akademik dan Dosen Pembimbing I.
3. Dwi Riyono, ST., M.Ak., Ph.D, Ketua Jurusan Teknologi Industri.
4. Widi Sriyanto, S.Pd., M.Pd., Sekretaris Jurusan Teknologi Industri.
5. Supardianningsih, S.Pd., M.Sc., Koordinator Program Studi Teknologi Rekayasa Pengemasan
6. Septia Ardiani, M.Si., Dosen Pembimbing II.
7. Para dosen dan tenaga kependidikan Politeknik Negeri Media Kreatif yang telah melayani mahasiswa selama penulis menempuh pendidikan di sini.
8. Keluarga penulis yang telah memberikan dukungan secara material dan doa sehingga penulis semangat menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Kepada teman-teman saya kelas Teknologi Rekayasa Pengemasan yang telah bersama-sama dari awal pembelajaran di Politeknik Negeri Media Kreatif dan sudah berjuang sampai akhir, untuk nantinya sampai lulus bersama.
10. Kepada saya sendiri, Muhammad Ayonda Mangun Hanif berjuang hingga saat ini, selalu terus berusaha memberikan yang terbaik untuk menjadi pribadi yang baik dan juga untuk masa depan.
11. Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam penulisan Tugas Akhir.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk Tugas Akhir ini.

Jakarta, 26 Juni 2025,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hanif' with a stylized flourish at the end.

Muhammad Ayonda Mangun Hanif

NIM. 21010014

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
A. Kajian Teori	8
1. 3D Printing	8
2. Biokomposit	10
3. Filament 3D Printing	11
4. Tandan Kosong Kelapa Sawit	13
5. Mesin Ekstruder	14
6. Pengujian Filament.....	15
B. Kerangka Berpikir	18
C. Hasil Penelitian yang Relevan	19
D. Hipotesis Pernyataan Penelitian.....	23

1. Hipotesis Utama	23
2. Hipotesis Turunan	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
A. Jenis Penelitian.....	24
B. Tempat dan Waktu Penelitan	24
C. Subjek Penelitian.....	25
D. Definisi Operasional Variabel.....	25
E. Teknik dan Intrumen Pengumpulan Data	26
1. Studi Literatur.....	26
2. Eksperimen Laboratorium	27
3. Pengujian Material	28
F. Teknik Analisis Data.....	30
1. Pengujian Degradasi.....	30
2. Pengujian Morfologi.....	31
3. Pengujian Tensile dan Elongation	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
A. Hasil Pembuatan Bahan Kemasan	33
B. Karakterisasi Bahan	36
C. Pembuatan prototipe kemasan produk	51
BAB V PENUTUP.....	58
A. Simpulan	58
B. Implikasi.....	59
C. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Foto Mesin <i>3D Creality</i>	8
Gambar 2. Foto Mesin Ekstruder <i>Single screw</i>	14
Gambar 3. Mesin Universal <i>Testing Machine</i>	16
Gambar 4. Kerangka Berpikir	19
Gambar 5. Proses pembuatan filament.....	27
Gambar 6. Spesimen ASTM D638	29
Gambar 7. Bahan yang Digunakan (a) PLA dan (b) Serat TKKS	34
Gambar 8. Penyiapan sampel PLA+TKKS.....	34
Gambar 9. Proses pembuatan filament menggunakan mesin ekstruder.....	35
Gambar 10. Hasil ekstruksi filament PLA+TKKS (a) 1%,(b) 2%,(c) 4%, (d) 6% dan (e) 10%.....	36
Gambar 11. Foto spesimen ASTM D638 <i>Type IV</i> sebelum diuji tarik merek filament (a) Panchroma (b) ELEGOO (c) Sunlu (d) <i>Natural Fiber</i> PLA + Serat kayu (d) Soleyin dan (e) Ender.	41
Gambar 12. Foto spesimen ASTM D638 <i>Type IV</i> sesudah diuji tarik merek filament (a) Panchroma (b) ELEGOO (c) Sunlu (d) <i>Natural Fiber</i> PLA + Serat kayu (d) Soleyin dan (e) Ender.....	42
Gambar 13. Hasil SEM filament PLA+TKKS.....	43
Gambar 14. Hasil SEM (a) Panchroma (b) ELEGOO (c) Sunlu (d) <i>Natural Fiber</i> PLA + Serat kayu (d) Soleyin dan (e) Ender.	44
Gambar 15. <i>Website</i> untuk mendownload contoh model 3D.....	51
Gambar 16. Langkah-langkah memasukkan file dan modifikasi ukuran	52
Gambar 17. Input dan modifikasi Logo pada model 3D.....	53
Gambar 18. Tampilan <i>G-Code</i>	55
Gambar 19. Tampilan mesin 3D yang tersedia.....	55
Gambar 20. Tampilan saat mesin 3D sedang proses cetak	56
Gambar 21. Proses cetak dan hasil cetak	56
Gambar 22. Hasil cetak <i>prototype</i> kemasan produk	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat dan bahan yang dipakai	25
Tabel 2. Suhu ekstrusi PLA	25
Tabel 3. Variasi komposisi sampel	26
Tabel 4. Diameter Filament dari PLA dengan variasi TKKS	36
Tabel 5. Diameter Filament PLA Dipasaran.....	37
Tabel 6. Hasil Uji Tarik Filament dari PLA dengan variasi TKKS.....	38
Tabel 7. Hasil Uji Tarik Filament PLA Dipasaran	40
Tabel 8. Data Uji tarik spesimen ASTM D638 type IV	41
Tabel 9. Hasil pengujian degradasi filament PLA dengan variasi TKKS yang diuji menggunakan metode soil burial test.....	45
Tabel 10. Hasil pengujian degradasi filament PLA di Pasaran menggunakan metode soil burial test	46
Tabel 11. Hasil pengujian degradasi filament PLA dengan variasi TKKS yang diuji menggunakan metode mixed microbial batch.....	48
Tabel 12. Hasil pengujian degradasi filament PLA di Pasaran menggunakan metode mixed microbial batch.....	49
Tabel 13. Parameter proses prototyping di software Crealiti.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Biodata Penulis	64
Lampiran 2. Sertifikat Kompetensi	65
Lampiran 3. Lembar Kartu Bimbingan TA Dosen Pembimbing 1	66
Lampiran 4. Lembar Kartu Bimbingan TA Dosen Pembimbing 2	66

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemasan memegang peranan penting dalam dunia industri dan perdagangan modern. Selain sebagai pelindung fisik bagi produk selama proses distribusi dan penyimpanan, kemasan juga berfungsi sebagai media komunikasi antara produsen dan konsumen, baik dalam aspek informasi, keamanan, maupun daya tarik visual. Dalam konteks pemasaran, desain kemasan yang menarik bahkan dapat menjadi penentu utama dalam keputusan pembelian konsumen. Dalam dunia manufaktur modern, efisiensi, fleksibilitas, dan kecepatan menjadi kunci dalam pengembangan produk, termasuk di sektor kemasan. Konvensionalya, produksi kemasan dilakukan dengan metode cetak injeksi, *thermoforming*, atau *blow molding* yang memerlukan cetakan khusus (*mold*), investasi awal yang besar, serta waktu produksi yang panjang terutama dalam tahap pengembangan desain awal atau untuk kebutuhan produksi skala kecil dan menengah. Keterbatasan ini membuat proses literasi desain kemasan menjadi kurang efisien, mahal, dan tidak fleksibel terhadap kebutuhan pasar yang terus berubah.

Namun demikian, di balik manfaatnya, penggunaan kemasan terutama yang berbasis plastik sintetis menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan yang semakin kompleks. Plastik konvensional yang umum digunakan dalam industri kemasan sebagian besar berasal dari bahan baku fosil yang tidak terbarukan, serta memiliki sifat sulit terurai secara alami. Akumulasi limbah plastik, khususnya dari sektor kemasan sekali pakai, telah menjadi isu lingkungan

global yang serius. Laporan dari berbagai lembaga lingkungan menyebutkan bahwa sebagian besar limbah plastik berakhir di lautan dan tempat pembuangan akhir, mencemari ekosistem dan membahayakan kehidupan makhluk hidup. Oleh karena itu, terdapat urgensi yang tinggi untuk mencari alternatif material kemasan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Ditengah persaingan pasar yang semakin ketat saat ini, memenuhi kebutuhan dan selera konsumen menjadi fokus utama hampir semua perusahaan (Fahmy & Ibrahim, 2021). Oleh karena itu, banyak perusahaan berupaya menghadirkan produk-produk inovatif guna menjangkau pasar baru dan tetap bersaing. Selain aspek pemasaran, desain kemasan yang dirancang secara fungsional, menarik secara visual, dan ekonomis juga menjadi hal yang sangat penting. Baik desain struktural maupun desain grafis pada kemasan memiliki peran besar dalam memengaruhi keputusan konsumen. Teknologi cetak 3 Dimensi (3D) atau *additive manufacturing* hadir sebagai solusi revolusioner yang mampu menjawab tantangan tersebut. Teknologi cetak 3D atau yang disebut sebagai *Additive Layer Manufacturing* merupakan proses pembuatan 3D atau objek yang padat dari model digital (Setyo & Financia, 2018). Dengan kemajuan teknologi ini ada peluang untuk menciptakan kemasan yang berinovatif, ramah lingkungan, dan sesuai dengan kebutuhan pada penggunaannya.

Teknologi cetak 3D dapat memberikan keunggulan berkelanjutan bagi industri pengemasan dalam beberapa cara. Di satu sisi, industri cetak 3D memasarkan banyak material yang terbuat dari material daur ulang atau berbasis

biokomposit, Selain itu, penggunaan bahan *polylactic acid* (PLA) sebagai material kemasan memberikan keuntungan karena sifatnya yang biodegradable dan ramah lingkungan (Fahmy & Ibrahim, 2021). Secara keseluruhan, teknologi ini membantu industri kemasan menjadi lebih inovatif, dan ramah lingkungan, salah satu tren riset terbaru di bidang kemasan adalah kemasan keras (hard packaging).

filament pada 3D printing merupakan bahan baku termoplastik untuk digunakan pada 3D Printer dalam membuat prototipe (Azami dkk, 2024). 3D Printer adalah salah satu sektor industri yang dapat mencetak bermacam bentuk prototipe (Hadari, 2022). Material atau bahan yang digunakan pada proses *3D Printing* disebut filament. Dalam pencetakan 3D Printer yaitu filament material *thermoplastic* yang memiliki karakteristik mudah dibentuk, kokoh dan tahan lama. Saat ini, teknologi pencetakan 3D yang paling umum digunakan adalah metode ekstrusi material filamen termoplastik, yang dikenal secara komersial sebagai *Fused Deposition Modeling* (FDM). Material termoplastik yang sering digunakan dalam proses ini meliputi *acrylonitrile butadiene Styrene* (ABS), *polyactic acid* (PLA), dan poliamida (PA) (Gregor-Svetec *et al.*, 2018). Untuk mengurangi jumlah limbah, penggunaan material Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan daur ulang dalam pengaplikasian 3D Printing ini diharapkan untuk dapat mengurangi penggunaan plastik baru dalam produk 3D Printing. Oleh karena itu, pemanfaatan TKKS menjadi filament biokomposit sebagai material pengikat untuk pencetakan 3D printer dapat menjadikan solusi. Sekitar 65% TKKS terbuang begitu saja, sehingga para peneliti berupaya menemukan cara

untuk memanfaatkannya secara efisien. Sebelumnya, TKKS telah dieksplorasi untuk memproduksi produk dengan nilai rendah seperti kertas dan papan serat (Momoh & Osofero, 2020). Namun, mengembangkan produk menjadikan tantangan yang menarik untuk diteliti lebih lanjut, dengan fokus pada optimalisasi teknologi proses produksi hingga implementasi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam penggunaan potensi sumber daya alam Indonesia untuk mendukung pengembangan industri manufaktur yang ramah lingkungan.

Disisi lain belum ada penelitian yang mengkarakterisasi bahan filament yang ada di pasaran dan membuat rekomendasi/ temuan menjadi prototipe kemasan produk. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis mengusulkan penelitian terkait **“Perbandingan Prototipe Kemasan Produk Berbasis Filament Pasaran dan Filament TKKS dengan Teknologi Cetak 3D”**. Pembuatan kemasan dengan teknologi cetak 3D berbahan filamen/material biokomposit belum masif dilakukan. Material biokomposit yang diharapkan adalah PLA yang dicampur TKKS untuk pembuatan filamen sebagai bahan kemasan ramah lingkungan kedepannya. Pada penelitian ini akan diidentifikasi mulai dari proses pembuatan bahan, karakterisasi hingga proses prototipe kemasan dengan teknologi cetak 3D. Oleh karena itu perlu diidentifikasi juga karakteristik filament yang ada di pasaran sampai dengan proses prototipenya.

B. Identifikasi Masalah

Penulis menguraikan identifikasi masalah berdasarkan latar belakang tersebut, berikut masalah yang ditemukan dan diidentifikasi:

1. Keterbatasan pengembangan kemasan berbahan biokomposit khususnya dari filament 3D Printing
2. Perlu formula filament berbasis biokomposit yang optimal untuk menghasilkan kemasan yang kuat dan ramah lingkungan.
3. Belum ada data karakteristik filament biokomposit di pasaran yang sesuai untuk proses pencetakan.
4. Diperlukan parameter proses secara stabil untuk teknologi manufaktur berbasis cetak 3D untuk mencetak produk kemasan
5. Belum ada parameter proses manufaktur yang baku untuk material biokomposit (misalnya suhu cetak, tekanan, kecepatan cetak, dan waktu pendinginan).
6. Material biokomposit rentan terhadap deformasi, retak, atau delaminasi saat diproses dengan metode pencetakan konvensional.
7. Perlu pendekatan Design For Manufacturing (DFM) agar hasil cetak prototipe kemasan sesuai dengan spesifikasi teknis dan fungsional.
8. Riset tentang material biokomposit seringkali tidak dilanjutkan ke tahap prototipe produk nyata melalui proses manufaktur.

C. Batasan Masalah

Untuk kelancaran penelitian ini, penulis membuat batasan masalah yang jelas yakni sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Politeknik Negeri Media Kreatif Jakarta.

2. Tahap pertama penelitian ini pada pembuatan material biokomposit filament 3D printing dari biji plastik PLA yang diberi bahan penambah serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan variasi 1%, 2%, 4%, 6% dan 10%.
3. Tahap selanjutnya, akan dilakukan karakterisasi material biokomposit filament 3D printing hasil poin (2) yang meliputi sifat fisik yakni diameter, sifat mekanik yakni uji tarik, sifat morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) serta sifat degradasi dengan metode uji *soil burial test* dan *mixed microbial bacteria*.
4. Karakterisasi pada poin (3) juga dilakukan pada 6 filament PLA yang ada di pasaran.
5. Proses pembuatan prototipe dilaksanakan menggunakan 6 filament PLA yang ada di pasaran.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dibuatlah rumusan masalah:

1. Bagaimana cara membuat filament dari material biokomposit?
2. Bagaimana karakteristik material biokomposit filament?
3. Bagaimana proses membuat prototipe kemasan produk dari material biokomposit filament dengan teknologi cetak 3D?

E. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui cara membuat filament dari material biokomposit.
2. Untuk mengetahui karakteristik material biokomposit filament.

3. Untuk memahami proses membuat prototipe kemasan produk dari material biokomposit filament dengan teknologi cetak 3D.

F. Manfaat Penelitian

- a) Manfaat penelitian bagi penulis
 - a. Sebagai salah satu syarat kelulusan dan memperoleh gelar sarjana terapan dari Program Studi Teknologi Rekayasa Pengemasan Politeknik Negeri Media Kreatif.
 - b. Untuk mengetahui karakteristik dari material biokomposit serta proses pembuatan prototipe kemasan produk menggunakan teknologi 3D Printing.
- b) Manfaat bagi Politeknik Negeri Media Kreatif
 - a. Sebagai bahan referensi bagi Politeknik Negeri Media Kreatif untuk menambah wawasan bagi para mahasiswa/i.
 - b. Menjadikan objek penelitian berkelanjutan bagi Politeknik Negeri Media Kreatif untuk pembelajaran selama perkuliahan berlangsung.
- c) Manfaat bagi masyarakat
 - a. Diharapkan menjadi pengetahuan untuk masyarakat dalam meningkatkan pengelolaan penggunaan limbah.
 - b. Diharapkan menjadi sumber informasi bagi masyarakat tentang inovasi pembuatan material biokomposit untuk digunakan pada 3D Printing.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M. N., Ishak, M. R., Mohammad Taha, M., Mustapha, F., & Leman, Z. (2023). A Review of Natural Fiber-Based Filaments for 3D Printing: Filament Fabrication and Characterization. *Materials*, 16(11). <https://doi.org/10.3390/ma16114052>
- Ayu Sari, S., Sunaryanto, R., & Nurhayati. (2022). Pengaruh Penambahan Effective Microorganisms (EM-4) Terhadap Kualitas Limbah Cair Tahu dengan Teknik Aerasi. *Metrik Serial Teknologi Dan Sains*, 3(1), 36–42. <https://publikasi.kocenin.com>
- Azami, I., Kurniasih, P., . S., Amantha, A., Habiiburrahman, N., & Sari, N. H. (2024). Filamen printer 3D berbasis limbah PET (polyethylene terephthalate) dan kitosan cangkang udang. *Dinamika Teknik Mesin*, 14(1), 82. <https://doi.org/10.29303/dtm.v14i1.759>
- Bagaskara, I. F., Priharyoto Bayuseno, A., Ismail, R., Soedarto, J. H., & +62247460059, T. (2022). Pengujian Densitas dan Biodegradable Material Filament 3D Print Bio-Komposit Berbahan PCl, PLA dan Hidroksiapatit Cangkang Rajungan. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro*, 10(1), 13–18.
- Chia, M. R., Ahmad, I., & Phang, S. W. (2022). Starch/Polyaniline Biopolymer Film as Potential Intelligent Food Packaging with Colourimetric Ammonia Sensor. *Polymers*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/polym14061122>
- Dwi Poetra, R. (2019). BAB II Tinjauan Pustaka BAB II TINJAUAN PUSTAKA 2.1. 1–64. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local.*, 1(69), 5–24.
- Fahmy, H., & Ibrahim, S. (2021). The Structural Design of 3D Printed Bottle Prototype using a PLA Based Eco-friendly Polymer Packaging Material. *International Design Journal*, 11(4), 321–331. <https://doi.org/10.21608/idj.2021.180941>
- Gregor-Svetec, D., Stankovic Elesini, U., Leskovsek, M., & Vrabč-Brodnjak, U. (2018). Biocomposite Pla Filament for 3D Printing. *Conference on Information and Graphic Arts Technology, February 2020*, 7–8. <https://www.researchgate.net/publication/339499847>
- Hadari Nawawi, J. H. (2022). Rekayasa Material Filament Biocomposite Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Plastik High Density Polyethylene Untuk 3D Printing Berbasis Fused Deposition Modeling (1)* Muhammad Tio Cadavi, (2) Romario Aldrian Wicaksono, (3) Eddy Kurniawan (1) (2) (3) Program S. Wicaksono, & Kurniawan, 3(1), 32–40.
- Hidayat, Wahyu; Bayuseno, Athanasius Priharyanto; Ismail, Rifky; Fitriyana, Deni Fajar; Cionita, Tezara; Prawibowo, H. (2024). , *Athanasius Priharyanto Bayuseno*. 26(4), 27–32.

- Mekonnen, K., Fanta, G., Tilinti, B., & Regasa, M. (2024). Polylactic Acid Based Biocomposite for 3D Printing: A review. *Composite Materials*, 8(2), 57–71. <https://doi.org/10.11648/j.cm.20240802.14>
- Momoh, E. O., & Osofero, A. I. (2020). Recent developments in the application of oil palm fibers in cement composites. *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, 14(1), 94–108. <https://doi.org/10.1007/s11709-019-0576-9>
- Mubarak, M. H., Priharyoto Bayuseno, A., & Ismail, R. (2022). 46. Pengaruh Suhu Ekstrusi Terhadap Densitas Dan Laju Degradasi Pada Filamen 3D Print Berbahan Pla, Pcl, dan HA. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 10(1), 53–58.
- Oktavian, D., Arifvianto, B., & Mahardika, M. (2021). Ekstruksi Dan Karakterisasi Filamen Komposit Polylactid Acid (Pla) / Carbon Nano Tube (Cnt). *Jurnal Material Teknologi Proses: Warta Kemajuan Bidang Material Teknik Teknologi Proses*, 2(2), 12. <https://doi.org/10.22146/jmtp.70481>
- Putri, N. D. S., Mardiyati, Suratman, R., & Steven. (2017). Pembuatan Filamen Komposit Pembuatan Filamen Komposit Polypropylene High Impact Berpenguat Serat Rami Dengan Mesin Ekstrusi Sederhana. *Seminar Nasional Metalurgi Dan Material*, November, 9–15.
- Respati, E. A. R. I. (2023). *Universitas Gadjah Mada, 2023 | STUDI PENGARUH SUHU EKSTRUSI DAN ORIENTASI RASTER TERHADAP SIFAT MEKANIS THERMOPLASTIC POLYURETHANE (TPU) DENGAN PROSES FUSED DEPOSITION MODELLING (FDM) UNTUK APLIKASI TOTAL DISK REPLACEMENT (TDR)*. 43(1), 97–102.
- Setyawan, B. A., & Ngadiyono, Y. (2022). Analisis Pengaruh Tingkat Kelembaban Filamen PLA Terhadap Nilai Kekuatan Mekanik Hasil Cetak 3D Printing. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 7(1), 1–11. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v7i1.48259>
- Setyo, N., & Financia, M. (2018). Pelatihan Desain dan Pembuatan Objek 3 Dimensi Menggunakan Printer 3D Sebagai Pendukung Program Keterampilan di MAN 1 Jember. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 44–46.
- SULAIMAN, F., BASRI, H., SULAIMAN, A. W., SAPUTRA, M. A. A., & PRAKOSO, A. T. (2023). Penerapan Mesin Ekstrusi Filamen 3D Printer Berbasis Material Pla Pada Lingkup Masyarakat. *Jurnal Pelita Sriwijaya*, 2(1), 21–32. <https://doi.org/10.51630/jps.v2i1.79>
- Suryana, T. (2019). Desain Modifikasi Screw Extruder Untuk Meningkatkan Outflow Yang Optimal Dan Meniminalkan Cacat Produk Pada Plastik. *Teknobiz : Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 9(1), 19–27. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v9i1.886>
- Ulya, M., & Agustini, R. (2012). Pengaruh Suhu Polimerisasi L-Asam Laktat Melalui Metode Ring Opening Polymerization (ROP) Terhadap Karakteristik

- Polylactic Acid (PLA). *UNESA Journal of Chemistry*, 1(1), 68–74. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/unesa-journal-of-chemistry/article/download/139/76>
- Widiatmono, B. R., Sulianto, A. A., & Debora, C. (2021). Biodegradabilitas Bioplastik Berbahan Dasar Limbah Cair Tahu dengan Penguat Kitosan dan Plasticizer Gliserol. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(1), 21–27. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2021.008.01.3>
- Wijanarko, F. A., Garjati, V. N., Luqyana, D., Arnanda, R., Teknologi, S., Manufaktur, R., Mesin, J. T., Jakarta, P. N., & A, J. P. G. (2024). *Pengaruh Temperatur Ekstrusi dan Komposisi Penguat Serat Kulit Jagung pada Komposit dengan Matriks Polypropylene (PP) untuk Aplikasi Filamen 3D Printing*. 357–363.
- Yu, W., Shi, J., Qiu, R., & Lei, W. (2023). Degradation Behavior of 3D-Printed Residue of Astragalus Particle/Poly(Lactic Acid) Biocomposites under Soil Conditions. *Polymers*, 15(6), 1–14. <https://doi.org/10.3390/polym15061477>
- Yuzan, M. G. (2021). Pengaruh Perpindahan Panas Tabung Barrel Pada Mesin Extruder Plastik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT]*, 1(3), 1–8.
- Zulnazri, Suryati, Nasrun, Wirjosentono, B., & Halimatuddahlia. (2014). Fabrikasi Material Komposit Plastik PP dan HDPE dengan Penguat Mikro Filler Tandang Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Screw Extruder. *Jurusan Teknik Kimia, Universitas Malikussaleh*.