

No : TA/RT/2026/01

**ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI SERAT
SABUT KELAPA DENGAN MatriKS HDPE
ATAU POLIPROPILENA TERHADAP
KERAPATAN DAN KEKUATAN TARIK
MATERIAL KOMPOSIT**

PENELITIAN

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik pada Bidang Rekayasa Tekstil**



Disusun Oleh:

**Nama Mahasiswa : Navyndra Indi Widyaputra
Nomor Mahasiswa : 21526010
Nama Mahasiswa : Nazwah Audini
Nomor Mahasiswa : 21526011**

**PROGRAM STUDI REKAYASA TEKSTIL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI SERAT
SABUT KELAPA DENGAN MatriKS HDPE
ATAU POLIPROPILENA TERHADAP
KERAPATAN DAN KEKUATAN TARIK
MATERIAL KOMPOSIT**

**Navyndra Indi Widyaputra
21526010
Nazwah Audini
21526011**



2025

No : TA/RT/2026/01

**ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI SERAT SABUT
KELAPA DENGAN MATRIKS HDPE ATAU
POLIPROPILENA TERHADAP KERAPATAN DAN
KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT**

PENELITIAN

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Bidang Rekayasa Tekstil**



Disusun Oleh:

Nama Mahasiswa : Navyndra Indi Widyaputra
Nomor Mahasiswa : 21526010
Nama Mahasiswa : Nazwah Audini
Nomor Mahasiswa : 21526011

**PROGRAM STUDI REKAYASA TEKSTIL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI SERAT SABUT KELAPA
DENGAN Matriks HDPE ATAU POLIPROPILENA TERHADAP
KERAPATAN DAN KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT

PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Navyndra Indi Widyaputra
No. Mahasiswa : 21526010
Nama : Nazwah Audini
No. Mahasiswa : 21526011

Menyatakan bahwa seluruh hasil Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 12 Januari 2026

Mahasiswa 1,



10000
METERAI
TEMPEL
648796ANX250939662

Navyndra Indi Widyaputra

Mahasiswa 2,



10000
METERAI
TEMPEL
648796ANX250939669

Nazwah Audini

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI SERAT SABUT KELAPA
DENGAN MATRIKS HDPE ATAU POLIPROPILENA TERHADAP
KERAPATAN DAN KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT

PENELITIAN

Disusun Oleh:

Nama : Navyndra Indi Widyaputra
No. Mahasiswa : 21526010
Nama : Nazwah Audini
No. Mahasiswa : 21526011

Yogyakarta, 12 Januari 2026

Menyetujui:

Pembimbing Tugas Akhir



Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng

Mengetahui:

Ketua Program Studi Rekayasa Tekstil
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI SERAT SABUT KELAPA
DENGAN Matriks HDPE ATAU POLIPROPILENA TERHADAP
KERAPATAN DAN KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT

PENELITIAN

Disusun Oleh:

Nama : Nayendra Indi Widyaputra
No. Mahasiswa : 21526010

Telah dipertahankan di hadapan penguji pada ujian pendadaran
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Bidang Rekayasa Tekstil, Program Studi Rekayasa Tekstil,
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 12 Januari 2026

Tim Penguji,
Dr. Eng. Rina Afiani Rebia,
S.Hut, M. Eng
Ketua Penguji
Ahmad Satria Budiman, S.T.,
M.Sc
Anggota Penguji I
Feris Firdaus, S.Si., M.Sc.
Anggota Penguji II





Mengetahui:

Ketua Program Studi Rekayasa Tekstil
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia


Dr. Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS PENGARUH KOMPOSISI SERAT SABUT KELAPA
DENGAN MATRIKS HDPE ATAU POLIPROPILENA TERHADAP
KERAPATAN DAN KEKUATAN TARIK MATERIAL KOMPOSIT

PENELITIAN

Disusun Oleh:

Nama : Nazwah Audini
No. Mahasiswa : 21526011

Telah dipertahankan di hadapan penguji pada ujian pendadaran
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Bidang Rekayasa Tekstil, Program Studi Rekayasa Tekstil,
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 12 Januari 2026

Tim Penguji,
Dr. Eng. Rina Afiani Rebia,
S.Hut, M. Eng
Ketua Penguji
Ahmad Satria Budiman, S.T.,
M.Sc
Anggota Penguji I
Feris Firdaus, S.Si., M.Sc.
Anggota Penguji II



Mengetahui:

Ketua Program Studi Rekayasa Tekstil
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Dr. Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT dengan kemurahan dan ridho-Nya, laporan tugas akhir ini dapat ditulis dengan baik dan lancar hingga selesai. Penulis

persembahkan laporan tugas akhir ini kepada:

Nabi Muhammad SAW sebagai panutan umat muslim yang penuh dengan kemuliaan dan ketaatan kepada Allah SWT.

Kedua orang tua Navyndra Indi Widyaputra, Bapak Muhamad Syihabuddin dan Ibu Sri Laswati serta kedua orang tua Nazwah Audini, Bapak Jaharuddin dan Ibu Asmawati

Ketiga saudara dari Nazwah Audini, Mami Dwiyan, Rizki Tia Rifianty, dan Salwa Salsabil yang telah membantu dan memberikan kebahagiaan setiap hari.

Dosen pembimbing, ibu Dr. Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut, M. Eng dan ibu Febrianti Nurul Hidayah, ST, BSc, MSc yang telah memberikan ilmu dan waktunya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Nenek dan kakek kedua penulis yang telah memberikan do'a kepada penulis.

HALAMAN MOTTO

كُتِبَ عَلَيْكُمُ الْقِتَالُ وَهُوَ كُرْهٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَن تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ خَيْرٌ لَّكُمْ
وَعَسَىٰ أَن تُحِبُّوا شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan Boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal ia amat buruk bagi kamu. Allah Maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”

(AL-Baqarah:216)

“perahuku memang kecil dan banyak tambalan, tapi aku bangga bisa berlayar sampai sejauh ini”

-Raden sampitak

“i don't chase i attract, what's meant for me will simply find me”

-Kendal Jenner

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta para pengikutnya hingga akhir zaman.

Dengan penuh rasa syukur, penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “**Analisis Pengaruh Komposisi Serat Sabut Kelapa dengan Matriks Hdpe atau Polipropilena terhadap Kerapatan dan Kekuatan Tarik Material Komposit**”

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program studi Rekayasa Tekstil, Fakultas Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan Laporan ini, penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah menganugerahkan segala sesuatu yang terbaik bagi hamba-Nya.
2. Orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan semangat serta do'a dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak Prof. Fathul Wahid, ST., M.Sc., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

5. Ibu Dr. Eng. Rina Afiani Rebia, S. Hut, M. Eng selaku Ketua Progam Studi Rekayasa Tekstil Fakultas Teknlogi Industri, Universitas Islam Indonesia.
6. Ibu Dr. Eng. Rina Afiani Rebia, S. Hut, M. Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan koreksi yang sangat berarti selama proses pengerjaan tugas akhir ini.
7. Ibu Febrianti Nurul Hidayah, S.T. B. Sc, M. Sc selaku dosen mata kuliah Rekayasa Material Komposit yang membatu dalam memberikan pengarahan dan koreksi saat pengerjaan tugas akhir.
8. Seluruh dosen program studi rekayasa tekstil yang telah memberikan ilmu yang dimiliki kepada mahasiswa selama perkuliahan.
9. Teman-teman mahasiswa program studi rekayasa tekstil Angkatan 2021 yang telah dengan tulus membantu, menemani, menolong, dan mendukung saya selama masa kuliah hingga saya meraih gelar S.T
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam bentuk apapun selama proses pengerjaan tugas akhir ini.

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi serat sabut kelapa dengan matriks polipropilena dan High Density Polyethylene (HDPE) terhadap sifat fisis dan mekanik material komposit. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan pembuatan papan komposit melalui proses hot press. Variabel bebas pada penelitian ini meliputi jenis matriks polimer (polipropilena dan HDPE) serta rasio komposisi serat sabut kelapa terhadap matriks, yaitu 70:30 dan 50:50, sedangkan variabel terikat meliputi kerapatan (densitas) dan kekuatan tarik komposit, dengan suhu, tekanan, dan waktu pengepresan sebagai variabel kontrol. Pengujian yang dilakukan mencakup uji densitas dan uji tarik sesuai standar yang berlaku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai densitas tertinggi diperoleh pada komposit HDPE dengan rasio 70:30, sedangkan nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada komposit HDPE dengan rasio 50:50. Secara umum, variasi komposisi serat dan jenis matriks berpengaruh terhadap karakteristik fisis dan mekanik komposit yang dihasilkan. Dapat disimpulkan bahwa pemilihan jenis matriks dan perbandingan komposisi serat sabut kelapa memiliki peranan penting dalam menentukan kerapatan dan kekuatan tarik komposit, di mana komposit berbasis HDPE menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan komposit berbasis polipropilena, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai material komposit ramah lingkungan untuk aplikasi struktural ringan.

Kata kunci: polipropilena, HDPE, sabut kelapa, komposit, sifat mekanik, densitas, uji tarik.

ABSTRACT

This research aims to analyze the effect of coconut fiber composition combined with polypropylene (PP) and High Density Polyethylene (HDPE) matrices on the physical and mechanical properties of composite materials. The study employed an experimental method by fabricating composite boards using a hot press process. The independent variables consisted of the type of polymer matrix (PP and HDPE) and the fiber-to-matrix composition ratios of 70:30 and 50:50, while the dependent variables were density and tensile strength, with pressing temperature, pressure, and time treated as controlled variables. The composites were characterized through density and tensile strength tests in accordance with applicable standards. The results showed that the highest density value was obtained from the HDPE-based composite with a 70:30 ratio, whereas the highest tensile strength was achieved by the HDPE composite with a 50:50 ratio. Overall, both the composition ratio and the type of matrix significantly influenced the physical and mechanical characteristics of the composites. It can be concluded that the selection of matrix type and coconut fiber composition plays an important role in determining composite performance, with HDPE-based composites exhibiting better properties than polypropylene-based composites, indicating their potential application as environmentally friendly materials for lightweight structural applications.

Keywords: polipropilena, HDPE, coconut fiber, composite, mechanical properties, density, tensile strength.

DAFTAR ISI

LEMBAR KEASLIAN HASIL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II.....	8
2.1. Penelitian yang Relevan	8
2.2. Landasan Teori.....	9
2.2.1. Komposit.....	9
2.2.2. Sabut kelapa.....	14
2.2.3. <i>High Density polyethylene</i> (HDPE).....	19
2.2.4. Polipropilena.....	23
2.2.5. Uji Kerapatan.....	26
2.2.6. Uji Tarik.....	28
2.3. Hipotesis Penelitian.....	31
BAB III.....	32
3.1. Lokasi Penelitian.....	32
3.2. Bahan.....	32
3.3. Peralatan	33
3.4.1. Prosedur Penelitian	38
3.4.2. Pengumpulan Data.....	45
3.5. pengelolaan dan Analisis Data	49
BAB IV.....	50
4.1 Hasil Pengujian	50
4.1.1. kerapatan (Densitas)	50
4.1.2. kekuatan tarik.....	51

4.2. Pembahasan.....	55
BAB V.....	67
5.1 Kesimpulan.....	67
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel komposisi kimia sabut kelapa.....	16
Tabel 3. 1 Perhitungan sesuai perbandingan komposisi material.....	48
Tabel 3. 2 kodevikasi sampel	49
Table 4. 1 Hasil Pengujian kerapatan/densitas	50
Table 4. 2 Nilai rata-rata tegangan dan regangan uji tarik.....	51
Table 4. 3 nilai rata-rata modulus elastisitas	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi Bahan Komposit	11
Gambar 2. 2 Sabut kelapa Pangandaran	18
Gambar 2. 3 Mesin uji tarik.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 4 Biji Plastik Polipropilena	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 5 Biji plastik HDPE	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. 6 Struktur HDPE.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. 1 Mesin <i>hot press</i>	33
Gambar 3. 2 Cetakan Besi	33
Gambar 3. 3 Cetakan kayu	34
Gambar 3. 4 Jangka sorong digital	34
Gambar 3. 5 Gunting	35
Gambar 3. 6 Herb grinder 10B	35
Gambar 3. 7 Sarung tangan	36
Gambar 3. 8 Almuninium foil	36
Gambar 3. 9 Timbangan Digital.....	37
Gambar 3. 10 Mesh #10	37
Gambar 3. 11 Diagram alir proses penelitian	38
Gambar 3. 12 Spesimen test ASTM D638 Dog-Bone.....	43
Gambar 4. 1 Grafik hasil uji kerapatan.....	51
Gambar 4. 2 Hasil uji tarik	51
Gambar 4. 3 Grafik hasil uji tegangan tarik	52
Gambar 4. 4 Grafik hasil uji regangan tarik	53
Gambar 4. 5 Nilai Uji T tegangan HDPE+serat sabut kelapa	53
Gambar 4. 6 Nilai Uji T tegangan polipropilena+serat sabut kelapa.....	54
Gambar 4. 7 Nilai Uji T regangan HDPE+serat sabut kelapa	54
Gambar 4. 8 Nilai Uji T regangan polipropilena+serat sabut kelapa	54

Gambar 4. 9 Grafik Modulus elastisitas	55
Gambar 4. 10 Sampel uji tarik.....	57

DAFTAR NOTASI

σ	= Tegangan (Mpa)
F_{max}	= Beban Maksimum (N)
A_0	= Luas penampang (mm^2)
ε	= Regangan (%)
ΔL	= Pertambahan panjang (mm)
L_0	= Panjang awal (mm)
ρ	= kerapatan sampel (g/cm^3)
m	= Massa sampel (g)
V	= Volume sampel (cm^3)
m_{total}	= massa total bahan baku (g)
V	= Volume cetakan (cm^3)
p	= Panjang cetakan (cm)
l	= lebar cetakan (cm)
ρ	= kerapatan target (g/cm^3)
m_{total}	= massa bahan total (g)
m matriks	= Volume matriks (g)
m penguat	= Volume penguat (g)

BAB I.

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi material mendorong kebutuhan akan material yang memiliki kombinasi sifat mekanik yang baik, ringan, serta mudah diproses. Salah satu jenis material yang terus dikembangkan adalah material komposit, yaitu material yang tersusun dari dua atau lebih komponen berbeda untuk menghasilkan sifat yang tidak dimiliki masing-masing komponennya secara tunggal. Komposit berbasis serat alam menjadi salah satu pilihan yang banyak diteliti karena sifat mekaniknya yang cukup baik, ketersediannya yang melimpah, serta potensi penggunaannya dalam berbagai aplikasi struktural ringan.

Dalam pengembangannya, salah satu aspek penting yang mempengaruhi performa komposit adalah komposisi antara serat sebagai penguat dan matriks sebagai pengikat. Proporsi kedua komponen ini akan menentukan karakteristik akhir komposit, baik dari sisi kerapatan maupun kekuatan mekaniknya. Oleh karena itu, diperlukan kajian untuk mengetahui komposisi yang paling sesuai agar komposit yang dihasilkan memiliki struktur dan performa yang optimal.

Perkembangan penggunaan bahan penyusun komposit berbasis alam (*Natural Composite/Naco*) dalam industri manufaktur kini meningkat dengan sangat cepat dan berusaha menggantikan kehadiran bahan penyusun sintetis yang biasanya digunakan sebagai penguat pada komposit, seperti *e-glass*, *kevlar-49*, *carbon/graphite*, *silicon carbide*, *aluminium oxide*, dan *boron*.

Dengan demikian, material komposit menjadi suatu inovasi teknologi material yang tengah dikembangkan saat ini (Boangmanalu et al., 2024). Istilah komposit mengacu pada material yang dibuat dengan mencampur dua atau lebih jenis material dalam jumlah yang bervariasi. Setiap material penyusun memiliki sifat mekanik yang berbeda-beda. Dari pencampuran ini, dihasilkanlah material komposit yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang unik, berbeda dari komponen-komponennya. Hal ini memberikan keleluasaan bagi kita untuk merancang kekuatan material komposit sesuai dengan yang diinginkan dengan cara mengatur komposisi masing-masing material penyusun. Oleh karena itu, komposit dapat dipahami sebagai sistem multi-fasa yang menggabungkan bahan penyusun matriks atau pengikat dengan penguat. (Law, 1985).

Tanaman Kelapa dengan nama latin *cocos nucifera* merupakan tanaman yang banyak dijumpai di seluruh pelosok Nusantara, sehingga hasil alam berupa kelapa di Indonesia sangat melimpah. Sampai saat ini pemanfaatan limbah berupa sabut kelapa masih terbatas pada industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga dan belum diolah menjadi produk teknologi. Limbah serat buah kelapa sangat potensial digunakan sebagai penguat bahan baru pada komposit (Mawardi et al., 2017). Sabut kelapa mengandung serat lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu material serat alami alternatif dalam pembuatan komposit karena memiliki kekuatan tarik dan modulus yang cukup baik serta ketersediaannya melimpah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa serat sabut kelapa mampu meningkatkan sifat mekanik komposit, seperti kekuatan tarik, lentur, dan dampak, ketika digunakan sebagai penguat dalam matriks polimer (Hastuti et al., 2021;

Muddin et al., 2022).

Serat sabut kelapa telah banyak diteliti sebagai penguat komposit berbasis resin termoset, misalnya *polyester* tak jenuh, dengan variasi perlakuan kimia, fraksi volume, dan panjang serat untuk mengoptimalkan sifat mekaniknya. Astika dkk. melaporkan bahwa komposit *polyester* berpenguat serat sabut kelapa menunjukkan sifat tarik, lentur, dan dampak yang kompetitif untuk aplikasi struktural ringan, dengan kinerja yang sangat dipengaruhi oleh perlakuan serat dan konfigurasi komposit (Astika et al., 2013).

Namun, tantangan dalam penggunaan serat alam seperti sabut kelapa adalah bagaimana memadukannya dengan bahan sintetis yang dapat meningkatkan performanya dalam aplikasi industri. Dalam hal ini, polipropilena, sebagai polimer termoplastik yang ringan dan tahan lama, sering digunakan untuk memperkuat komposit berbasis serat alami.

Polipropilena merupakan polimer termoplastik semi-kristalin yang banyak dimanfaatkan sebagai matriks pengikat pada komposit serat alam karena sifat termalnya yang stabil (titik leleh sekitar 160-170 °C), kepadatan rendah (0,90-0,91 g/cm³), serta kekuatan mekanik dan ketahanan kimia yang baik. Dalam pembuatan papan komposit, PP berperan sebagai binder yang membentuk matriks homogen dengan serat sabut kelapa, meningkatkan kekuatan tarik dan modulus elastisitas sambil menjaga bobot material tetap ringan. Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa PP dapat meningkatkan kekuatan lentur papan komposit serat alam hingga 30-50% dibandingkan tanpa pengikat, sekaligus memenuhi standar JIS A 5908 untuk papan partikel (Nurhanisa et al., 2021).

Massa jenis polipropilena adalah antara 0,91 – 0,94 g/cm³. Memiliki sifat sangat mirip dengan *polyethylene* (PE), namun polipropilena lebih kuat dan

ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap. Monomer polipropilena diperoleh dengan pemecahan secara termal naphtha (distilasi minyak kasar) etilen, *propylene* dan *homologues* yang lebih tinggi dipisahkan dengan distilasi pada temperatur rendah. Dengan menggunakan katalis *natta-ziegler*, polipropilena dapat diperoleh dari propilena. Polipropilena adalah bahan plastik yang dipakai pada kemasan makanan ringan, sedotan, kantong obat, penutup, dll. (Rudend, 2020).

Sebagai tambahan, HDPE (*High-Density Polyethylene*) menjadi pilihan lain sebagai bahan polimer campuran dalam komposit karena sifatnya yang kuat, tahan terhadap bahan kimia, dan memiliki ketahanan mekanik yang baik. HDPE memiliki karakteristik material yang lebih kokoh, keras, serta mampu bertahan pada suhu tinggi dan tidak mudah berkarat (korosi). HDPE biasanya dimanfaatkan sebagai lapisan dinding yang tahan terhadap korosi, perlengkapan rumah tangga, pelindung radiasi, dan pipa (Hdpe et al., 2018). HDPE merupakan termoplastik semikristalin penting dengan berbagai macam aplikasi karena kemampuan proses yang mudah, sifat mekanik yang baik, bikompabilitas, ketahanan kimia yang baik, kemampuan daur ulang dengan biaya rendah. Perkembangan teknologi baru melibatkan HDPE dapat menghasilkan material yang canggih, dengan keunggulan sifat polimer, mendukung luasnya penggunaan dan persaingan dengan polimer lain (Rusnaenah & Hanifah, 2024). Pemanfaatan HDPE sebagai bahan campuran dapat membantu dalam meningkatkan stabilitas dan kekuatan komposit, serta mendukung terciptanya material yang berdaya guna tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbandingan

komposisi sabut kelapa dengan matriks polipropilena dan HDPE terhadap sifat material komposit yang dihasilkan. Sabut kelapa dipilih sebagai penguat karena memiliki karakteristik serat yang cukup baik untuk aplikasi komposit, sedangkan polipropilena dan HDPE digunakan sebagai matriks yang umum diaplikasikan pada material termoplastik berbasis komposit. Melalui kombinasi material tersebut, penelitian ini berupaya memperoleh formulasi komposit yang mampu memberikan performa mekanik yang optimal.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki relevansi penting baik secara akademis maupun praktis, karena memberikan data dan pemahaman mengenai bagaimana komposisi serat–matriks memengaruhi sifat fisis dan mekanis komposit. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan material komposit berbasis serat alam untuk aplikasi struktural ringan, serta menjadi referensi bagi penelitian lanjutan yang berfokus pada optimasi komposisi dan peningkatan performa komposit.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan umum yang dikaji berdasarkan latar belakang diatas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh perbandingan komposisi campuran sabut kelapa, polipropilena, dan HDPE terhadap sifat fisik material komposit yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh perbandingan komposisi campuran sabut kelapa, polipropilena, dan HDPE terhadap sifat mekanik material komposit yang dihasilkan?

1.3. Batasan Masalah

Untuk memfokuskan penelitian dan memperjelas penyelesaian sehingga mudah dipahami dan penyusunannya lebih terarah, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Polimer yang digunakan dalam penelitian ini adalah polipropilena dan HDPE berbentuk biji plastik sebagai *matriks*, sedangkan bahan penguat (*reinforcement*) yang digunakan adalah serat sabut kelapa yang telah diproses menjadi serbuk halus.
2. komposisi yang digunakan dalam pembuatan komposit adalah perbandingan sabut kelapa dengan polimer sebesar 70:30 dan 50:50.
3. Proses pencetakan sampel dilakukan menggunakan mesin *hot press* dengan suhu 200°C untuk polipropilena dan 160°C untuk HDPE, tekanan 100 bar, serta waktu penekanan selama 60 menit.
4. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini terbatas pada uji fisik yakni kerapatan (densitas) dan mekanik yang meliputi kekuatan tarik (*tensile test*) sesuai standar pengujian yang berlaku.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis pengaruh perbandingan komposisi sabut kelapa dengan matriks polipropilena dan HDPE terhadap sifat kerapatan komposit?
2. Menganalisis pengaruh perbandingan komposisi sabut kelapa dengan matriks polipropilena dan HDPE terhadap kekuatan tarik komposit?

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan data dan informasi mengenai pengaruh dua komposisi sabut kelapa dengan matriks polipropilena dan HDPE terhadap sifat kerapatan serta kekuatan tarik komposit.
2. Menjadi referensi dalam pengembangan material komposit berbasis serat alam dengan performa yang sesuai untuk aplikasi struktural ringan.
3. Memberikan kontribusi ilmiah terkait fomulai komposit serat sabut kelapa sehingga dapat digunakan sebagai acuan penelitian lanjutan maupun pengembangan produk berbasis komposit.

BAB II.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian yang Relevan

Ada beberapa penelitian sebelumnya mengenai komposit berbasis serat alam yang menjadi acuan dalam penelitian ini. Penelitian-penelitian tersebut digunakan sebagai rujukan untuk memperkuat latar belakang dan arah penelitian mengenai papan komposit dengan penguat serat sabut kelapa dan matriks polimer. Berikut adalah ringkasan penelitian terdahulu yang relevan:

1. Penelitian oleh Indra Mawardi dkk. (2017) berjudul; “kajian perlakuan Serat Sabut Kelapa Terhadap Sifat Mekanis Komposit Epoksi Serat Sabut Kelapa”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan alkali terhadap serat sabut kelapa pada komposit bermatriks epoksi. Hasilnya menunjukkan bahwa perlakuan NaOH mampu meningkatkan sifat mekanis komposit, seperti kekuatan tarik dan kekuatan lentur, karena hilangnya kotoran dan lignin pada permukaan serat sehingga adhesi serat-matriks menjadi lebih baik.
2. Penelitian oleh Dwi Wulan Septyani dan Syifa Ainul Isla (2023) berjudul “komposit dari Propilena Daur Ulang dan Limbah Serbuk Kayu dengan Modifikasi Ikatan Silang Asam Sitrat Sebagai Pembanding”. Penelitian ini menekankan pada pemanfaatan limbah serbuk kayu yang dikombinasikan dengan polipropilena daur ulang. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan asam sitrat sebagai agen pengikat silang mampu meningkatkan densitas serta kekuatan

mekanik komposit, meskipun nilai ketahanan air masih perlu ditingkatkan.

3. Penelitian oleh Bahri, Thalib, dan Usman (2023) berjudul “Pengaruh Ukuran Partikel Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Komposit Polieter/Abu Sekam Padi”. Penelitian ini fokus pada variasi ukuran partikel abu sekam padi sebagai filler dalam matriks polieter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin halus ukuran partikel filler, semakin baik distribusinya dalam matriks, sehingga kekuatan mekanik komposit meningkat. Hal ini membuktikan bahwa ukuran partikel berperan penting dalam menentukan kualitas komposit.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Komposit

Material komposit merupakan gabungan dua bahan atau lebih yang berbeda dalam bentuk dan komposisinya, bahan-bahan gabungan tersebut tidak saling melarutkan (Bahri & Thalib, 2023). Komposit adalah material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai pengisi (*matrix*) dan lainnya sebagai fasa penguat (*reinforcement*). Komposit biasanya terdiri dari dua bahan dasar yaitu serat dan matriks. Serat biasanya bersifat elastis, mempunyai kekuatan tarik yang baik, namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi sedangkan matriks biasanya bersifat ulet, lunak dan bersifat mengikat jika sudah mencapai titik bekunya. Kedua bahan yang mempunyai sifat berbeda ini digabungkan untuk

mendapatkan satu material baru (komposit) yang mempunyai sifat yang berbeda dari sifat partikel penyusunnya (Collins et al., 2021)

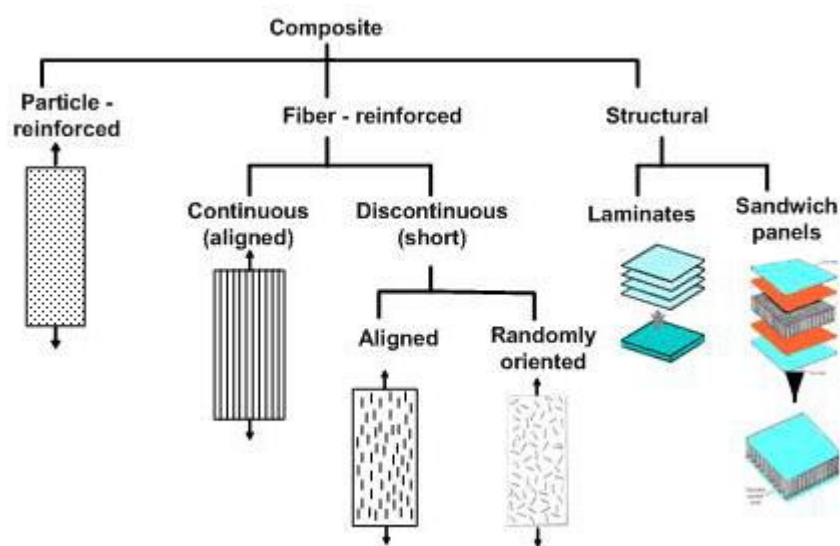
Menurut Jacobs (2005) dalam (Astika et al., 2013), material komposit merupakan material kompleks yang terbentuk dari penggabungan dua atau lebih material berbeda pada skala makroskopik sehingga menghasilkan satu produk baru yang memiliki sifat tertentu. Ide dasar dari komposit adalah memanfaatkan kelebihan masing-masing penyusunnya, sehingga sifat akhir material lebih baik dibandingkan hanya menggunakan satu bahan saja.

Pada umumnya, komposit terdiri dari dua bagian utama, yaitu penguat (*reinforcement*) dan matriks. Bahan penguat biasanya berupa serat atau partikel yang memiliki sifat elastis, kekuatan tarik tinggi, dan mampu memberikan kekakuan serta kekuatan tambahan. Namun, bahan penguat saja tidak cukup karena sering kali tidak tahan terhadap temperatur tinggi dan sulit dibentuk. Oleh karena itu, bahan penguat dipadukan dengan matriks. Matriks umumnya bersifat ulet, lunak, serta berfungsi sebagai pengikat yang menyelimuti dan melindungi serat. Setelah mencapai kondisi tertentu, misalnya pada saat pendinginan atau pembekuan, matriks akan mengeras dan menahan serat di posisinya.

Dengan cara ini, kombinasi antara penguat dan matriks menghasilkan material baru dengan sifat gabungan yang berbeda dari masing-masing penyusunnya. Komposit bisa lebih ringan, lebih kuat, atau lebih tahan lama terhadap kondisi tertentu, tergantung pada bahan yang digunakan. Inilah mengapa komposit banyak digunakan dalam

berbagai bidang, mulai dari konstruksi, otomotif, hingga industri penerbangan, karena dapat dirancang sesuai kebutuhan sifat mekanik maupun fisis yang diinginkan.

material komposit dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa jenis, tergantung geometri dan jenis seratnya. Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. 1 Klasifikasi Bahan Komposit

Sumber: (Ramatawa, 2008)

Secara umum, material komposit terdiri dari dua macam berdasarkan bahan penguat, yaitu komposit partikel dan komposit serat. komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matriks. Sedangkan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matriks. Bahan komposit serat ini terdiri dari dua macam, yaitu serat panjang (*continuous fibre*) dan serat pendek (*short fibre* atau *whisker*).

Sementara matriks yang biasa digunakan dalam pembuatan komposit ada tiga jenis yaitu:

- MMC : *Metal Matriks Composite* (menggunakan matriks logam)
- CMC : *Ceramic Matriks Composite* (menggunakan matriks keramik)
- PMC : *Polymer Matriks Composite* (menggunakan matriks polimer)

PMC (*Polymer Matriks Composite*) merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan karat, korosi dan lebih ringan. Matriks polimer terbagi 2 yaitu termoset dan termoplastik. Perbedaannya polimer termoset tidak dapat didaur ulang sedangkan termoplastik dapat didaur ulang sehingga lebih banyak digunakan belakangan ini. Jenis-jenis termoplastik yang biasa digunakan antara lain: *polypropylene*, *polystyrene* (PS), *polyethylene* (PE), dll.

Berdasarkan unsur/material penyusunnya sendiri, komposit dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

- *Unidirectional continuous* = serat panjang searah/dalam satu arah
- *Bidirectional continuous* = serat panjang dalam dua arah biasanya tegak lurus satu sama lain
- *Unidirectional discontinuous* = serat pendek searah/dalam satu arah
- *Random discontinuous* = serat pendek dengan arah acak (Studi et al., 2013)

Dalam konteks ini, pengembangan material berbasis serat sabut

kelapa dengan campuran polipropilena dan HDPE merupakan aplikasi yang relevan. Serat sabut kelapa, sebagai bahan penguat alami, memiliki keunggulan seperti ketersediaan melimpah dan sifat mekanik yang baik. Perlakuan awal seperti perendaman dalam larutan alkali (NaOH) dapat meningkatkan daya ikat antara serat dan matriks, serta menghilangkan kotoran dan impuritas dari permukaan serat.

Polipropilena dipilih sebagai matriks sintetis karena sifatnya yang kuat, tahan air, dan mudah diproses. polipropilena berfungsi untuk mengikat serat sabut kelapa dan memberikan kekuatan serta ketahanan terhadap berbagai kondisi lingkungan.

Penggunaan HDPE sebagai matriks dalam komposit dapat meningkatkan kekuatan mekanik dan stabilitas struktural material. HDPE merupakan polimer termoplastik berdensitas tinggi yang memiliki sifat kuat, tahan terhadap benturan, serta mudah diproses sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi komposit. Kombinasi HDPE dengan serat sabut kelapa memungkinkan terbentuknya ikatan yang lebih baik dan struktur komposit yang lebih padat.

Material komposit berbasis serat alam dan matriks termoplastik seperti polipropilena dan HDPE memiliki potensi aplikasi yang luas, khususnya untuk produk struktural ringan, panel komposit, serta komponen non-struktural yang membutuhkan kekuatan cukup dan bobot rendah. Keunggulan utama komposit jenis ini terletak pada kemampuannya menghasilkan kombinasi sifat mekanik yang sesuai dengan kebutuhan aplikasinya melalui pengaturan komposisi serat dan

matriks.

Dengan demikian, pengembangan komposit berbasis serat sabut kelapa dengan matriks polipropilena dan HDPE berperan penting dalam memahami bagaimana variasi komposisi mempengaruhi sifat fisik dan mekanik material. Informasi ini diperlukan menentukan formulasi komposit yang optimal sehingga dapat digunakan pada berbagai kebutuhan teknis.

2.2.2. Sabut kelapa

Tanaman kelapa (*cocos nucifera* L.) merupakan satu satunya “species cocos”. Tanaman ini termasuk famili palmae, ordo arecalas dan klasmonoctyledonae. Buah kelapa berbentuk bulat panjang dan berukuran lebih kurang sebesar kepala manusia. Buah kelapa terdiri dari sabut (*exocarp*) dan air kelapa. Komposisi buah kelapa terdiri dari : sabut kelapa 35%, tempurung 12%, daging buah 28%, air buah 25%. Serat kelapa diperoleh dari sabut kelapa, dilihat dari bentuk dan ukuran serat.

Terlihat ada tiga macam/tipe serat yang terkandung dalam sabut kelapa, yaitu :

- a. Serat yang berada dekat kulit luar sabut, serat ini halus, lurus dan panjang dikenal dengan “Yarn fiber”
- b. Serat yang berada dekat dan melekat pada tempurung kelapa, bentuk serat keriting, panjang, dikenal dengan “Bristle fiber”.
- c. Serat yang berada dekat dan melekat pada tempurung sekitar mata tumbuh, berbentuk serat pendek, halus dan dikenal dengan

“mattress fiber” (Ii & Pustaka, n.d.)

Serat coklat adalah jenis serat sabut kelapa yang diekstraksi dari buah kelapa tua dengan kulit (sabut) berwarna coklat. Serat ini ditandai dengan warna coklat hingga kemerahan, berdiameter relatif besar, tekstur kasar, dan sifatnya tebal, kuat, serta memiliki ketahanan abrasi yang tinggi sehingga banyak digunakan untuk produk seperti tali, keset, matras, sikat, dan bahan penguat komposit. Dibandingkan dengan serat dari kelapa muda (sering disebut serat putih), serat coklat umumnya lebih kaku dan lebih tahan terhadap kerusakan mekanik, namun tetap mempertahankan struktur lignoselulosa yang membuatnya cocok dimanfaatkan sebagai *reinforcement* dalam material komposit berbasis polimer (textile Learner, t.t.)

Sifat fisika sabut kelapa:

- a. Serat terdiri atas serat kasar dan halus, cukup kuat tetapi tidak kaku, dengan mutu yang dipengaruhi oleh ketebalan dan warna serat (Ii, 2020)
- b. Densitas/berat jenis serat tunggal: sekitar 1,15-1,20 g/cm³ untuk serat sabut kelapa coklat (*brown coir*), dikategorikan sebagai serat alam dengan densitas rendah-sedang (Goyat, V. Et al. 2022).
- c. Kekuatan tarik serat tunggal tanpa perlakuan: beberapa tinjauan melaporkan kisaran 100-250 MPa, dengan modulus elastisitas sekitar 4-6 GPa, dan regangan putus yang relatif tinggi dibanding banyak serat alam lain (serat cukup elastis). (Usman, I. 2025)

- d. Studi di Indonesia yang menguji serat sabut kelapa tunggal melaporkan tegangan tarik serat tanpa perlakuan NaOH sekitar 90 MPa (nilai uji langsung pada serat mentah) (Cholis, N. 2019)
- e. Serat sabut kelapa memiliki struktur berongga (lumen) yang menjadikannya ringan serta cukup baik sebagai isolator termal (Mahmud et al., 2023)
- f. Luster (kilap): termasuk serat dengan luster rendah-sedang, permukaan tampak agak kusam kecokelatan seperti serat alam lain (kapas dan rami), bukan berkilap seperti serat sintetis (Jenderal et al., 2013).

Sifat kimia dan komposisi:

Sabut kelapa adalah biomassa lignoselulosa; komponen utamanya selulosa, hemiselulosa, lignin, disertai zat ekstraktif (tannin, lilin, abu,dll).

Berikut tabel komposisi kimia dari sabut kelapa

Tabel 2. 1 Tabel komposisi kimia sabut kelapa

Komponen	Kisaran kadar (%berat, kering)
Air	26%
Pektin	14,25%
Hemiselulosa	8,50%
Selulosa	21,07%
lignin	29,23%
Zat ekstraktif (tannin, wax, dll.)	3-8%

Sumber: (Cahyanti et al., 2024; Li, 2020; Septa et al., 2025)

Sifat hidrofilik serat sabut kelapa terutama disebabkan oleh keberadaan gugus hidroksil $-OH$ pada komponen selulosa dan hemiselulosa, yang mudah membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air sehingga serat ini cenderung menyerap kelembapan. Kandungan lignin yang cukup tinggi memang membuat serat sabut kelapa relatif lebih tahan air dibandingkan beberapa serat alam lainnya, tetapi tidak menghilangkan karakter dasarnya sebagai material yang tetap menyerap air (Cahyanti et al., 2024).

Sabut kelapa sebagai serat mempunyai kekuatan *impact* yang lebih tinggi dibanding dengan serat jute dan kenaf sebagai serat penguat polipropilena. Kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa yang orientasi serat acak atau random mempunyai kekuatan lentur yang lebih tinggi dan memiliki potensi digunakan sebagai bangunan non-struktur (Ilham dkk, 2019).



Gambar 2. 2 Sabut kelapa Pangandaran

Sumber: Dokumentasi pribadi

Panjang serat sabut berkisar 15 – 35 cm dengan diameter 0,1 – 1,5 mm. Serat sabut kelapa memiliki daya apung yang tinggi, tahan terhadap bakteri, air garam dan murah, sedang kelemahannya ialah tergolong serat kaku (Sudarsono dkk, 2010; Ilham dkk, 2019).

Bakri (2010) dalam Ilham dkk (2019) menyatakan bahwa semakin besar diameter serat sabut kelapa, maka kekuatan dan modulus young semakin kecil. Bakri dan Eichhorn (2010) dalam Ilham dkk (2019), telah meninjau sifat mikromekanik deformasi serat sabut kelapa dengan menggunakan *ramanspectroscopy*. Serat sabut kelapa memiliki kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang lebih rendah dibanding dengan serat lainnya namun elongasinya yang lebih tinggi.

Serat sabut kelapa adalah serat alami alternatif dalam pembuatan komposit, yang pemanfaatannya terus dikembangkan agar dihasilkan komposit yang lebih sempurna dikemudian hari. Serat kelapa ini mulai

dilirik penggunaannya karena selain mudah didapat, murah, dapat mengurangi polusi lingkungan (*biodegradability*) sehingga komposit ini mampu memberikan kontribusi pada pengolahan limbah sabut kelapa yang lebih bermanfaat, serta tidak membahayakan kesehatan. Pengembangan serat kelapa sebagai material komposit ini sangat dimaklumi mengingat ketersediaan bahan baku di Indonesia cukup melimpah. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera L*) banyak terdapat di daerah beriklim tropis. Pohon kelapa diperkirakan dapat ditemukan di lebih dari 80 negara. Indonesia merupakan negara agraris yang menempati posisi ketiga setelah Filipina dan India, sebagai penghasil kelapa terbesar di dunia. Pohon ini merupakan tanaman yang sangat produktif, dimana dari daun hingga akarnya dapat diolah menjadi produk teknologi maupun bahan bangunan atau keperluan sehari-hari sehingga pohon kelapa dijuluki sebagai *The Tree of Life* (pohon kehidupan) dan *A Heavenly Tree* (pohon surga) (Astika et al., 2013)

2.2.3. *High Density polyethylene (HDPE)*

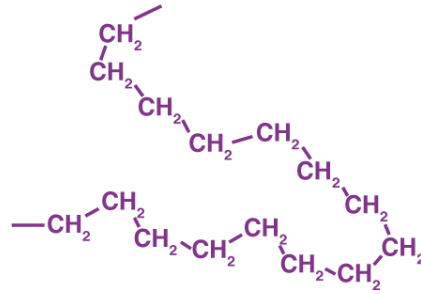
HDPE merupakan termoplastik semikristalin penting dengan berbagai macam aplikasi karena kemampuan proses yang mudah, sifat mekanik yang baik, biokompatibilitas, ketahanan kimia yang baik, kemampuan daur ulang dengan biaya rendah. Perkembangan teknologi baru melibatkan HDPE dapat menghasilkan material yang canggih dengan keunggulan sifat polimer, mendukung luasnya penggunaan dan persaingan dengan polimer lain.

Sesuai dengan namanya, HDPE memiliki massa jenis yang lebih

tinggi dibanding bahan sejenis seperti LDPE (*Low-density polyethylene*). HDPE juga memiliki tingkat kekakuan dan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibanding LDPE (Studi et al., 2013).

HDPE bersifat hidrofobik secara kuat karena rantai hidrogen karbon murni tanpa gugus polar, menjadikannya tahan air dan uap dengan permeabilitas rendah yang menguntungkan untuk aplikasi luar ruang. Luster HDPE relatif rendah hingga sedang (*buram/matte*) akibat kristalinitas tinggi (~90%) yang menghasilkan permukaan *opaque*, berbeda dengan LDPE yang lebih *translucent*. Struktur kimianya adalah rantai linear $[-CH_2-CH_2-]_n$ hampir bebas cabang dengan derajat kristalinitas tinggi, sementara titik leleh HDPE berada pada 127–137°C (rata-rata 130°C) yang lebih rendah dari polipropilena, memungkinkan proses manufaktur pada suhu lebih rendah namun membatasi aplikasi suhu tinggi (Made et al., 2025; Wiyono, 2021)

HDPE merupakan polimer berbahan *thermoplastic* yang memiliki struktur rantai yang lurus dan memiliki sedikit cabang sehingga memperkuat gaya – gaya ikatan antar molekul. Rantai-rantai utama yang berdekatan akan menaikkan kristalinitas, rapat massa dan kekuatannya. Berbeda dengan LDPE yang memiliki struktur rantai percabangan yang tinggi dengan cabang-cabang yang panjang dan pendek (Studi et al., 2013).



Gambar 2. 3 Struktur HDPE

Sumber: <https://byjus.com/chemistry/high-density-polyethylene/>



Gambar 2. 4 Biji plastik HDPE

Sumber: Dokumentasi pribadi

HDPE memiliki nilai kekuatan tarik kisaran 3100-5500 Psi dengan

elongasi sekitar 100%, yang menunjukkan kombinasi antara kekuatan dan kelenturan material. Dibandingkan dengan jenis polietilena lainnya seperti LDPE, HDPE memiliki sifat mekanik yang lebih baik, di antaranya lebih keras, lebih kuat, serta lebih tahan terhadap suhu tinggi.

Secara struktur molekul, HDPE memiliki sedikit percabangan rantai, sehingga molekul-molekulnya dapat tersusun lebih rapat dan membentuk ikatan intermolekuler yang lebih kuat. Kondisi ini berkontribusi langsung pada meningkatnya kekakuan dan kekuatan tarik HDPE dibanding LDPE. Selain itu kerapatan yang lebih tinggi menjadikan HDPE bersifat lebih buram, tidak mudah tembus cahaya, dan lebih *resistant* terhadap bahan kimia maupun degradasi termal (Wibowo et al., 2018).

Karakterisasi tersebut membuat HDPE banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, mulai dari kemasan makanan, pipa air bertekanan, wadah kimia, hingga sebagai matriks pada material komposit berbasis serat alam. Dalam penelitian komposit, penggunaan HDPE sebagai matriks penting karena sifatnya yang mampu melindungi serat dari pengaruh lingkungan, meningkatkan stabilitas dimensi, dan memperkuat ikatan keseluruhan struktur komposit.

HDPE dalam penelitian ini juga digunakan dalam bentuk biji plastik hasil daur ulang. Tahapan prosesnya sama, yaitu pemisahan, pencucian, penghancuran menjadi serpihan, kemudian pelelehan menggunakan mesin ekstruder hingga terbentuk pellet plastik. HDPE daur ulang masih mempertahankan sifat khasnya, seperti densitas

tinggi, kekakuan, serta ketahanan terhadap suhu dan bahan kimia. Namun, sifat mekanik tertentu bisa sedikit berkurang akibat proses termal pada saat didaur ulang (Purwanto & Hikmah Perkasa, 2023).

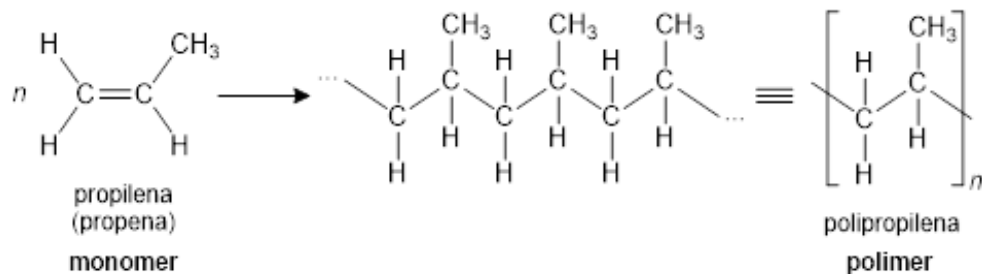
2.2.4. Polipropilena

Polipropilena adalah polimer yang terbentuk dari struktur satuan (*monomer*) propilena, dan digolongkan dalam polimer termoplastik atau disebut plastik saja. Plastik merupakan bahan yang mudah diubah bentuk dengan perlakuan panas. Sifat dari plastik ini adalah massa jenis atau densitasnya rendah, tembus cahaya, tidak korosif, dapat didaur ulang, harganya relatif murah, kurang dapat menghantarkan listrik dan penghantar panasnya kurang baik (Gunawan et al., 2002).

polimer sintetik terbuat dari minyak bumi (*non-renewable*) yang tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan. Salah satu dari jenis plastik tersebut adalah polipropilena. Salah satu menempati peringkat teratas berdasarkan jumlahnya adalah sampah jenis polipropilena. Polipropilena merupakan jenis plastik yang sering digunakan karena memiliki sifat tahan terhadap bahan kimia.

Polipropilena bersifat hidrofobik karena struktur rantainya yang non-polar tanpa gugus fungsi hidrofilik, sehingga menolak air dan kelembapan dengan sudut kontak air $>90^\circ$ yang membuatnya ideal sebagai matriks komposit untuk aplikasi tahan korosi. Luster polipropilena tergolong sedang hingga tinggi (*glossy*) pada grade isotaktik berkat kristalinitas yang baik, meskipun *grade random copolymer* cenderung lebih *matter*, yang mempengaruhi estetika

produk akhir. Struktur kimia polipropilena adalah rantai polimer $[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-]_n$ dengan gugus metil pendek yang menyebabkan kekakuan tinggi dan kristalinitas semi-kristalin sekitar 40-60%, sedangkan titik lelehnya 160–170°C yang menentukan rentang suhu proses manufaktur seperti injeksi molding atau hot pressing komposit (Kimia et al., 2017; Sebagai et al., 2016)



Gambar 2. 5 Strukur kimia Polipropilena

Sumber: smpl.co.id

Polipropilena merupakan termoplastik yang terbuat dari monomer propilena yang memiliki sifat kaku, tidak berbau, dan tahan terhadap bahan kimia pelarut, asam, dan basa. Banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti komponen otomotif, penguas suara, peralatan laboratorium, wadah atau kontainer yang digunakan berulang kali, dan banyak lagi produk yang menggunakan bahan polipropilena.



Gambar 2. 6 Biji Plastik Polipropilena

Sumber: (Surya Indo Utama)

Polipropilena memiliki titik lebur 160 C (320 F). sebagaimana yang ditentukan oleh *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) meskipun memiliki sifat mekanik yang tinggi plastic ini tidak dapat didegradasi oleh lingkungan, untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan pembuatan *plastic biodegradable* dengan mencampur plastik sintetis dengan polimer alam. Polimer alam memiliki beberapa kelemahan di antaranya sifat mekanik yang rendah, tidak tahan suhu tinggi, dan getas. Oleh karena itu pencampuran *plastic* sintetis dengan serat alam diharapkan menghasilkan sifat mekanik yang tinggi, dan mampu terurai oleh mikroorganismenya (Akbar, 2020).

Monomer propilena diperoleh dari proses fraksinasi minyak mentah (*crude oil*) yang merupakan salah satu hasil aktivitas barang tambang dalam negeri, sehingga harganya relatif murah. Polipropilena mempunyai sifat mekanik kuat, keras, tahan terhadap bahan kimia dan

dapat diberi zat pewarna serta harganya bersaing, sehingga polipropilena dapat dijadikan pilihan bahan dasar pembuatan komposit berbasis polimer (Gunawan et al., 2002)

Polipropilena merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang memiliki sifat mekanik yang baik dengan massa jenis yang rendah, ketahanan panas, dan kelembaban, serta memiliki kestabilan dimensi yang baik (Damian et al., 2015).

Massa jenis polipropilena adalah antara $0,91 - 0,94 \text{ g/cm}^3$. Polipropilena memiliki sifat sangat mirip dengan *polyethylen* (PE), namun polipropilena lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap (Rudend, 2020).

polipropilena yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari plastik daur ulang yang diolah kembali menjadi biji plastik (*pellet*). Proses daur ulang dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pemisahan plastik berdasarkan jenisnya, pencucian untuk menghilangkan kotoran, penghancuran menjadi serpihan kecil (*chip*), kemudian pelelehan dengan mesin ekstruder hingga terbentuk butiran seragam. Polipropilena daur ulang tetap memiliki sifat utama berupa densitas rendah, ringan, serta tahan terhadap bahan kimia, sehingga masih sesuai digunakan sebagai matriks komposit. Meski demikian, sifat mekaniknya dapat sedikit menurun akibat kontaminasi atau degradasi termal selama proses daur ulang (Purwanto & Hikmah Perkasa, 2023).

2.2.5. Uji Kerapatan

Pengujian densitas (kerapatan) merupakan metode untuk

menentukan massa setiap satuan volume dari suatu material. Nilai kerapatan sangat penting dalam material komposit karena dapat memberikan gambaran mengenai tingkat kepadatan struktur internal yang terbentuk dari perpaduan matriks dan serat penguat. Tinggi rendahnya nilai kerapatan umumnya dipengaruhi oleh jumlah dan distribusi rongga (*void*) pada papan komposit. Kerapatan yang tinggi menunjukkan bahwa material lebih padat, memiliki sedikit rongga, serta berpotensi menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik, sedangkan kerapatan yang rendah dapat mengindikasikan adanya porositas berlebih atau distribusi bahan yang kurang merata selama proses pencetakan. Oleh karena itu, uji kerapatan sering dijadikan parameter awal dalam menilai kualitas suatu komposit, sekaligus menjadi dasar untuk menghubungkan sifat fisis dengan sifat mekanik yang dihasilkan (Desiasni et al., 2023)

Kerapatan papan komposit merupakan salah satu sifat fisis yang sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis lainnya, sehingga sering dijadikan parameter utama dalam mengevaluasi kualitas suatu papan komposit (Luthfi Hakim & Fauzi, 2005 dalam Yusril et al., 2021). Nilai kerapatan mencerminkan seberapa padat susunan material penyusun papan, di mana semakin tinggi kerapatan, umumnya semakin baik pula sifat mekanik yang dihasilkan, seperti kekuatan tekan, kekuatan tarik, maupun kekakuan. Oleh karena itu, kerapatan papan menjadi faktor penting dalam menentukan kualitas akhir produk komposit.

Pada uji kerapatan memiliki rumus :

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dimana ρ adalah kerapatan (g/cm^3), m adalah massa spesimen (g), dan V adalah volume spesimen (cm^3) yang diperoleh dari hasil perkalian panjang, lebar, dan tebal spesimen. Rumus ini juga digunakan pada pengujian papan partikel yang mengacu ke JIS 5908, di mana prinsip perhitungannya sama, yaitu massa dibagi volume sampel uji, meskipun ukuran spesimen yang digunakan dapat bervariasi selama bentuknya balok dan dimensinya terukur dengan baik (Japanese Standards Association, 2003).

Namun, peningkatan kerapatan tidak selalu berdampak positif pada semua sifat fisis. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa meskipun kerapatan yang tinggi dapat meningkatkan kekuatan mekanik, hal ini tidak berpengaruh secara signifikan terhadap stabilitas dimensi ketika papan direndam dalam air atau terpapar pada kelembapan tinggi. Dengan kata lain, faktor lain seperti jenis serat, matriks, serta kualitas ikatan antarfasanya juga berperan besar dalam menentukan ketahanan papan komposit terhadap kondisi lingkungan (Yusril et al., 2021).

2.2.6. Uji Tarik

Dikutip dari (Damian et al., 2015) uji tarik merupakan salah satu jenis pengujian mekanik yang bertujuan untuk mengukur seberapa kuat suatu bahan saat diberi gaya tarik. Dalam proses uji ini, bahan yang diuji akan ditarik hingga mengalami kerusakan. Uji tarik dilakukan untuk menghitung tegangan dan regangan.



Gambar 2. 7 Mesin uji tarik

Sumber: Dokumentasi pribadi

Dari pengujian ini, kita bisa mendapatkan berbagai sifat mekanik material yang sangat penting untuk digunakan dalam desain rekayasa. Hasil dari pengujian ini biasanya berupa grafik yang menunjukkan hubungan antara beban dan perpanjangan atau elongasi.

Pada kekuatan tarik beban dan elongasi memiliki rumus yaitu:

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Besarnya regangan yaitu total penambahan panjang yang terjadi karena adanya beban jika dibandingkan dengan panjang awal yang diukur (*gage length*). Nilai regangan ini

merupakan regangan proporsional yang diperoleh dari garis proporsional pada grafik tekanan - regangan hasil uji tarik bahan komposit (Surdia T dan Saito) dalam (Damian et al., 2015).

Modulus elastisitas merupakan parameter mekanik yang menunjukkan kekakuan suatu material terhadap beban tarik. Nilai modulus elastisitas diperoleh dari perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah elastis dari kurva tegangan-regangan. Semakin besar nilai modulus elastisitas, maka material semakin kaku dan semakin kecil deformasi yang terjadi akibat beban yang diberikan.

Modulus elastisitas dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon},$$

dimana σ (sigma) adalah tegangan maksimum dan ϵ (epsilon) adalah regangan pada batas elastis. Parameter ini mengukur kekakuan material sesuai standar JIS A 5908 (Desi, 2016).

Uji t (*t-test*) merupakan salah satu teknik analisis statistik yang digunakan untuk membandingkan dua rata-rata sampel dan menilai apakah perbedaan di antara keduanya signifikan secara statistik atau hanya terjadi karena variasi acak semata. Dalam konteks pengujian sifat mekanik, uji t banyak digunakan untuk menguji kesamaan atau perbedaan nilai rata-rata parameter mekanik, seperti kekuatan atau kekakuan material, antara dua kelompok perlakuan yang berbeda. Sebelum uji t dilakukan, data perlu memenuhi beberapa asumsi dasar, yaitu data berskala interval atau rasio, sampel bersifat independen, dan

distribusi data pada masing-masing kelompok mendekati normal sehingga hasil pengujian dapat diinterpretasikan dengan tepat (Riadi et al., 2021).

2.3. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Hipotesis Nol (H_0)

Variasi perbandingan komposisi sabut kelapa dengan campuran HDPE dan Polipropilena (70:30 dan 50:50) tidak memberikan perbedaan terhadap kerapatan (densitas) dan kekuatan tarik komposit yang dihasilkan.

2. Hipotesis Kerja (H_1)

Variasi perbandingan komposisi sabut kelapa dengan campuran HDPE dan polipropilena (70:30 dan 50:50) memberikan perbedaan terhadap kerapatan (densitas) dan kekuatan tarik komposit yang dihasilkan.

BAB III.

METODOLOGI

3.1. Lokasi Penelitian

1. Penelitian dan uji fisik (kerapatan) dilakukan di Laboratorium Tekstil Fungsional Program Studi Rekayasa Tekstil Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Pemotongan sampel uji dilakukan di Laboratorium Rekayasa Biomaterial, Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada.
3. Pengujian mekanik (tarik) dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.

3.2. Bahan

1. Serabut kelapa yang berasal dari pangandaran yang dibeli secara online dari aplikasi shopee blue lagoon mart.
2. Biji Polipropilena (*recycle*) yang dibeli secara online dari UD. Surya Indo Utama yang berlokasi di Jl. Atang Sanjaya No.51 Rawa Bokor, kamal, Jakarta Barat 11520.
3. Biji HDPE (*recycle*) yang dibeli secara online dari UD. Surya Indo Utama yang berlokasi di Jl. Atang Sanjaya No.51 Rawa Bokor, kamal, Jakarta Barat 11520.

3.3. Peralatan

1. Mesin *hot press* digunakan untuk memadatkan dan menyatukan campuran serat sabut kelapa dengan polimer melalui proses pemanasan dan pemberian tekanan.



Gambar 3. 1 Mesin *hot press*

Sumber: Dokumentasi pribadi

2. Cetakan besi dengan ukuran 20cm x 20cm dan tinggi 1 cm digunakan untuk mencetak papan komposit dan plat besi yang digunakan sebagai alas pada cetakan besi.



Gambar 3. 2 Cetakan besi

Sumber: Dokumentasi pribadi

3. Cetakan kayu yang digunakan untuk mencetak papan komposit

dengan rapi dan tidak berantakan atau berhamburan.



Gambar 3. 3 Cetakan kayu

Sumber: Dokumentasi pribadi

4. Jangka sorong digital digunakan untuk mengukur ketebalan papan komposit.



Gambar 3. 4 Jangka sorong digital

Sumber: Dokumentasi pribadi

5. Gunting digunakan untuk memotong serabut kelapa menjadi ukuran yang lebih kecil sebelum diproses di mesin grinder.



Gambar 3. 5 Gunting

Sumber: Dokumentasi pribadi

6. *Herb Grinder* 10B yang digunakan untuk memperkecil ukuran serat sabut kelapa menjadi serat-serat halus sebelum proses pencampuran dengan matriks polimer.



Gambar 3. 6 Herb grinder 10B

Sumber: Dokumentasi pribadi

7. Sarung tangan digunakan sebagai alat pelindung diri ketika proses pemotongan serabut kelapa dan saat memasukkan atau mengeluarkan sampel dari mesin *hot press*.



Gambar 3. 7 Sarung tangan

Sumber: Dokumentasi pribadi

8. *Aluminium foil* digunakan untuk melapisi cetakan besi dan plat besi.



Gambar 3. 8 Almuninium foil

Sumber: Dokumentasi pribadi

9. Timbangan digital digunakan untuk meninmbang bahan baku yang akan digunakan.



Gambar 3. 9 Timbangan digital

Sumber: Dokumentasi pribadi

10. Mesh atau pengayak nomor 10 digunakan untuk mengayak sabut kelapa untuk menghasilkan ukuran serat sabut kelapa yang lebih seragam.



Gambar 3. 10 Mesh #10

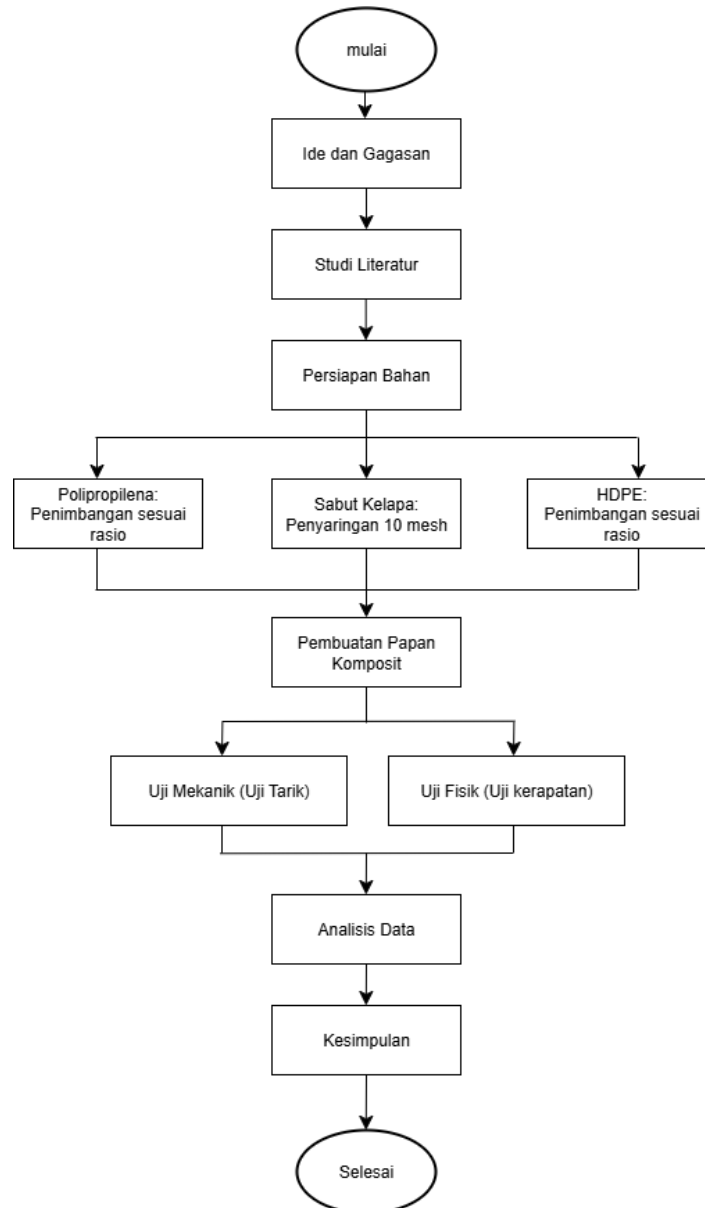
Sumber: Dokumentasi pribadi

3.4. Prosedur dan Pengumpulan Data

3.4.1. Prosedur Penelitian

a. Persiapan bahan baku

Persiapan bahan baku diawali dengan memotong serat sabut



Gambar 3. 11 Diagram alir proses penelitian

Sumber: Dokumentasi pribadi

kelapa menjadi potongan sepanjang $\pm 1-2$ cm menggunakan gunting. Potongan serat sabut kelapa tersebut kemudian dihancurkan menggunakan mesin *herb grinder* hingga menjadi serat-serat halus. Serat hasil *grinder* selanjutnya disaring menggunakan ayakan berukuran 10 mesh untuk memisahkan kotoran dan memastikan ukuran serat yang seragam. Proses ini bertujuan untuk mempermudah pencampuran serat sabut kelapa dengan matriks polimer pada tahap pembuatan komposit.

Bahan lainnya yang dipersiapkan adalah biji plastik HDPE atau biji plastik polipropilena yang ditimbang sesuai dengan komposisi perbandingan yang telah ditentukan dalam rancangan penelitian.

b. Pembuatan sampel

Bahan yang telah ditimbang disesuaikan dengan rasio komposisi, yaitu serat sabut kelapa dan HDPE dengan perbandingan 70:30 dan 50:50, serta serat sabut kelapa dan polipropilena dengan perbandingan 70:30 dan 50:50. Selanjutnya, bahan dicampur dan dimasukkan ke dalam cetakan kayu yang bagian bawahnya telah diberi plat besi dan dilapisi aluminium foil. Bahan kemudian ditekan untuk membentuk padatan awal, lalu dipindahkan ke cetakan besi. Proses pencetakan dilakukan menggunakan mesin *hot press* dengan

suhu 160°C untuk komposit berbasis HDPE dan 200°C untuk komposit berbasis polipropilena, pada tekanan 100 bar selama 60 menit. Perbedaan suhu ini disesuaikan dengan titik leleh masing-masing polimer, di mana HDPE memiliki titik leleh lebih rendah ($\pm 130-140^{\circ}\text{C}$) dibandingkan polipropilena ($\pm 160-170^{\circ}\text{C}$), sehingga memerlukan suhu proses yang lebih besar untuk memastikan polimer meleleh sempurna dan mengikat serat secara optimal.

Sampel yang telah selesai dikempa disimpan pada suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) hingga mencapai kondisi stabil. Selanjutnya, sampel dipotong sesuai ukuran spesimen yang dibutuhkan untuk pengujian.

c. Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada sampel terbagi menjadi dua yaitu uji fisik dan uji mekanik. Uji fisik yang dilakukan yaitu uji kerapatan atau densitas dan uji fisik yang dilakukan adalah uji tarik komposit. Adapun pengujian tekan tidak digunakan karena akan dialihkan ke fokus uji terhadap kekuatan lenturnya yang ditunjukkan dengan hasil perhitungan dari modulus elastisitasnya.

1. Prosedur uji kerapatan (densitas)

Pengujian kerapatan atau densitas dilakukan dengan

mengacu pada standar Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908-2003 modifikasi. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat pemadatan material yang dihasilkan dari perbedaan komposisi polimer (HDPE/ polipropilena) dan serat sabut kelapa. Proses pengujian diawali dengan menyiapkan papan komposit berukuran kurang lebih panjang 20cm, lebar 20cm dan tebal 1cm. Setiap papan komposit ditimbang massanya menggunakan timbangan digital, kemudian diukur dimensi panjang, lebar, dan tebalnya menggunakan jangka sorong digital. Data tersebut digunakan untuk menghitung volume sampel. Nilai kerapatan kemudian diperoleh dengan rumus berikut:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

keterangan:

- ρ = kerapatan sampel (g/cm^3)
- m = Massa sampel (g)
- V = Volume sampel (cm^3)

Target kerapatan papan komposit yang digunakan dalam penelitian ini ditetapkan sebesar 0,8 g/cm^3 . Nilai tersebut dipilih karena berada dalam rentang kerapatan yang umum digunakan untuk papan partikel/komposit yang mengacu pada JIS A 5908:2003, yaitu sekitar 0,6-0,85 g/cm^3

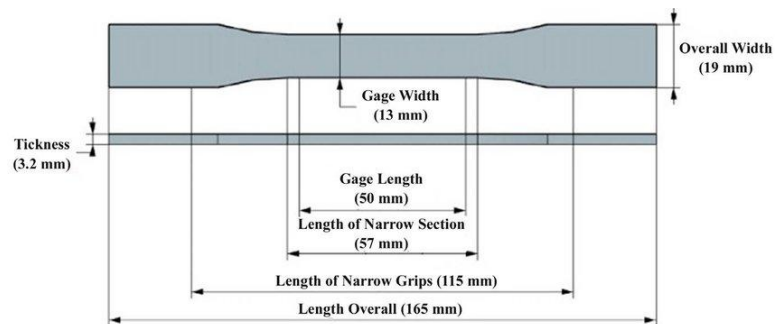
untuk papan dengan kelas kekuatan lentur setara Type 13-18 yang ditujukan bagi aplikasi struktural menengah seperti panel interior dan furnitur. Dengan memilih nilai $0,8 \text{ g/cm}^3$, komposit diharapkan memiliki keseimbangan yang baik antara bobot yang masih relatif ringan dan kekuatan mekanik yang memadai, sekaligus tetap realistis terhadap kombinasi densitas matriks dan penguat yang digunakan. Selain itu, nilai ini memberikan ruang toleransi $\pm 10\%$ sebagaimana lazim diterapkan dalam standar papan partikel, sehingga variasi hasil kerapatan aktual masih dapat diterima dan dianalisis tanpa keluar dari kategori mutu papan komposit yang diinginkan.

Pengukuran densitas dilakukan satu kali untuk setiap papan komposit yang telah dibuat. Hasil pengujian ini menjadi salah satu indikator kualitas struktur internal papan, di mana nilai kerapatan yang lebih tinggi umumnya menunjukkan material yang lebih padat dan homogen, meskipun hubungan ini tidak selalu berbanding lurus dengan kekuatan mekanik, tergantung pada distribusi serat, ikatan antar partikel, dan komposisi material.

2. prosedur uji tarik (*tensile strength*)

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui

kekuatan tarik maksimum komposit dengan mengukur nilai tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) hingga spesimen mengalami putus. Pengujian ini menggunakan metode stress-strain dengan pembebanan secara vertikal pada mesin uji tarik *Universal Testing Machine* (UTM). Spesimen berbentuk *dog-bone* mengacu pada ASTM D638 Type I dengan panjang daerah pengukuran 50 mm, dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Spesimen test ASTM D638 Dog-Bone
Sumber: (Hibbert et al., 2019)

Sebelum diuji, lebar dan tebal spesimen diukur untuk menghitung luas penampang. Sementara itu, uji tarik dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk setiap variasi, di mana satu papan komposit dipotong menjadi 3 spesimen uji yang digunakan sebagai sampel uji tarik sesuai bentuk standar spesimen. Ini dilakukan agar mendapat akurasi data dengan nilai rata-rata dari ketiga spesimen tersebut, nilai rata-rata ketiga sampel ini dapat menggambarkan sifat mekanik asli dari komposit dibanding hanya mengandalkan

satu sampel data. Mesin menarik spesimen secara dikonversi menjadi Newton (N) untuk menghitung tegangan:

$$\sigma = \frac{F_{max}}{A_0}$$

Keterangan :

- σ = Tegangan (Mpa)
- F_{max} = Beban Maksimum (N)
- A_0 = Luas penampang (mm^2)

Regangan dihitung dari pertambahan panjang terhadap panjang awal:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

Keterangan :

- ε = Regangan (%)
- ΔL = Pertambahan panjang (mm)
- L_0 = Panjang awal (mm)

Hasil berupa tegangan maksimum dan regangan digunakan untuk menganalisis sifat mekanik komposit.

Modulus elastisitas (E) dihitung untuk mengetahui tingkat kekakuan material komposit terhadap beban tarik. Nilai modulus elastisitas diperoleh dari hubungan antara tegangan tarik (σ) dan regangan (ε) pada daerah elastis hasil pengujian tarik.

Perhitungan modulus elastisitas dilakukan menggunakan

persamaan berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan :

- E = Modulus elastisitas (MPa)
- σ = Tegangan (MPa)
- ε = Regangan

Nilai tegangan dan regangan yang digunakan dalam perhitungan merupakan nilai rata-rata dari hasil pengujian tarik pada masing-masing variasi sampel. Regangan dinyatakan dalam bentuk desimal.

3.4.2 Pengumpulan Data

Variabel Penelitian

a. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah jenis matriks polimer dan rasio komposisi antara matriks dan serat sabut kelapa.

Jenis polimer yang digunakan yaitu HDPE dan polipropilena, yang masing masing dipadukan dengan serat sabut kelapa dalam dua rasio komposisi, yaitu 70:30 dan 50:50 (b/b). Total terdapat empat variasi komposit yang digunakan, yaitu:

1. A1 = HDPE + serat sabut kelapa (70:30)
2. A2 = HDPE + serat sabut kelapa (50:50)
3. B1 = polipropilena + serat sabut kelapa (70:30)

4. B2 = polipropilena + serat sabut kelapa (50:50)

Kode A untuk polimer HDPE, kode B untuk polimer polipropilena, kode 1 untuk rasio 70:30, dan kode 2 untuk rasio 50:50.

Rasio komposisi pada penelitian ini dibatasi pada kondisi matriks sama dengan atau lebih besar dari *reinforcement*. Hal ini dilakukan karena pada komposit berbasis serat alam dan matriks termoplastik, keberadaan matriks yang cukup sangat penting untuk menjamin proses pelapisan serat, transfer tegangan, serta meminimalkan pembentukan rongga (*void*). Pada umumnya, *reinforcement* hanya berada pada komposisi tidak lebih dari 50%. Mengapa tidak lebih dari 50%, hal ini disebabkan karena jika terlalu banyak penguat menyebabkan menurunnya sifat komposit yang dihasilkan serta ikatan antara matriks dan juga penguat akan tidak maksimal. *Reinforcement* memiliki fungsi sebagai penguat matriks. Matriks sendiri merupakan bagian terbesar dari sebuah bahan komposit yang akan ditingkatkan *mechanical propertiesnya*. Oleh karena itu, penambahan komposisi dari penguat tidak boleh lebih dari 50% (Ii, 2020)

- b. Variabel terikat pada penelitian ini adalah sifat fisik dan mekanik papan komposit, yang meliputi:
- Kerapatan (densitas)

- Kekuatan tarik, yang dinyatakan dalam nilai tegangan, regangan, modulus elastisitas

c. Variabel terkontrol dalam penelitian ini meliputi:

- Ukuran cetakan papan komposit (20 cm x 20 cm x 1 cm)
- Target kerapatan (ρ)
- Suhu *hot press*
- Tekanan *hot press*
- Waktu penekanan
- Metode pengujian yang digunakan

Perhitungan komposisi bahan baku dilakukan berdasarkan ukuran cetakan (20 cm x 20 cm x 1 cm) dan target kerapatan (ρ) yang diinginkan, menggunakan rumus berikut:

$$m_{total} = V \times \rho$$

$$V = p \times l \times t$$

Keterangan:

- m_{total} = massa total bahan baku (g)
- V = Volume cetakan (cm^3)
- p = Panjang cetakan (cm)
- l = lebar cetakan (cm)
- t = Tinggi cetakan (cm)
- ρ = kerapatan target (g/cm^3)

Berdasarkan ukuran cetakan (20 cm x 20 cm x 1 cm) dan target kerapatan $0,8 g/cm^3$, diperoleh massa total bahan baku sebagai

berikut:

$$m_{total} = 20 \times 20 \times 1 \times 0,8 = 320 \text{ g}$$

Perhitungan selanjutnya adalah menghitung volume masing-masing bahan baku, yaitu volume matriks dan volume penguat, perhitungan dilakukan dengan rumus berikut:

$$m \text{ matriks} = \text{rasio (\%)} \times m_{total}$$

$$m \text{ penguat} = \text{rasio (\%)} \times m_{total}$$

keterangan :

- m matriks : Volume matriks (g)
- m penguat : Volume penguat (g)
- m_{total} : massa bahan total (g)

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan rumus tersebut maka diperoleh hasil pada tabel berikut:

Tabel 3. 1 Perhitungan sesuai perbandingan komposisi material

Jenis Sampel	Rasio (b/b)	Matriks (g)	Penguat (g)
HDPE : Sabut kelapa (A1)	70:30	70% x 320 g = 224 g	30% x 320 g = 96 g
HDPE : Sabut kelapa (A2)	50:50	50% x 320 g = 160 g	50% x 320 g = 160 g
polipropilena : Sabut kelapa (B1)	70:30	70% x 320 g = 224 g	30% x 320 g = 96 g
polipropilena : Sabut kelapa (B2)	50:50	50% x 320 g = 160 g	50% x 320 g = 160 g

Untuk memudahkan identifikasi, setiap variasi sampel diberi kode sebagai berikut:

Tabel 3. 2 kodefikasi sampel

Rasio	HDPE (%)	polipropilena (%)	Sabut kelapa (%)	Kode sampel
70:30 HDPE : Sabut kelapa	70	-	30	A1
50:50 HDPE : Sabut kelapa	50	-	50	A2
70:30 polipropilena : Sabut kelapa	-	70	30	B1
50:50 polipropilena : Sabut kelapa	-	50	50	B2

3.5 pengelolaan dan Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian sifat fisik dan mekanik komposit, yaitu uji kerapatan dan uji tarik, dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan pemahaman. Selain itu, untuk data hasil uji tarik dilakukan analisis statistik inferensial menggunakan uji t (*t*-test) dua sampel independen guna membandingkan rata-rata nilai antar variasi komposit. Selanjutnya, data dianalisis dengan menggambarkan pola, perbedaan, dan kecenderungan nilai yang muncul pada setiap variasi sampel, sehingga dapat ditarik kesimpulan mengenai performa dan kualitas material komposit yang diuji.

BAB IV.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

Berdasarkan temuan pada proses pengujian, maka disajikan tabel dan grafik presentase yang akan dibahas melalui sub bab 4.1 hasil pengujian yang mengindikasikan adanya perbedaan grafik dari masing-masing spesimen. Grafik yang akan dibahas terdiri dari grafik uji kerapatan, grafik uji tarik untuk tegangan, dan grafik uji tarik untuk regangan

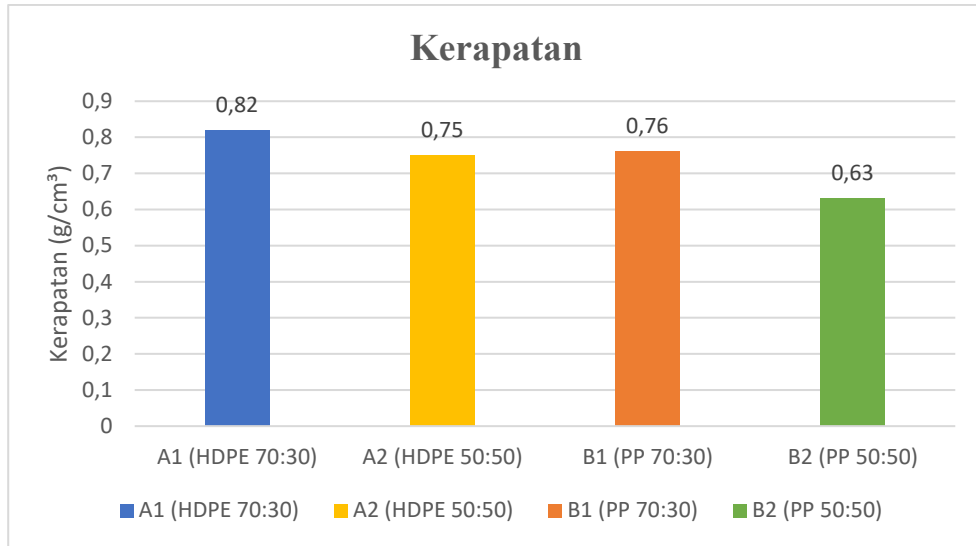
4.1.1. kerapatan (Densitas)

Tabel 4.1 berikut menyajikan hasil perhitungan kerapatan masing-masing sampel:

Table 4. 1 Hasil Pengujian kerapatan/densitas

Kode	Massa (g)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Volume (cm ³)	$\rho=m/V$ kerapatan (g/cm ³)
A1	296	19,8	20	0,91	360	0,82
A2	276	20	19,8	0,92	364	0,75
B1	282	19,9	20	0,93	370	0,76
B2	272	20,2	20,3	1,04	426	0,63

Gambar berikut menyajikan *bar chart* dari kerapatan sampel:



Gambar 4. 1 Grafik hasil uji kerapatan

4.1.2. kekuatan tarik



Gambar 4. 2 Hasil uji tarik

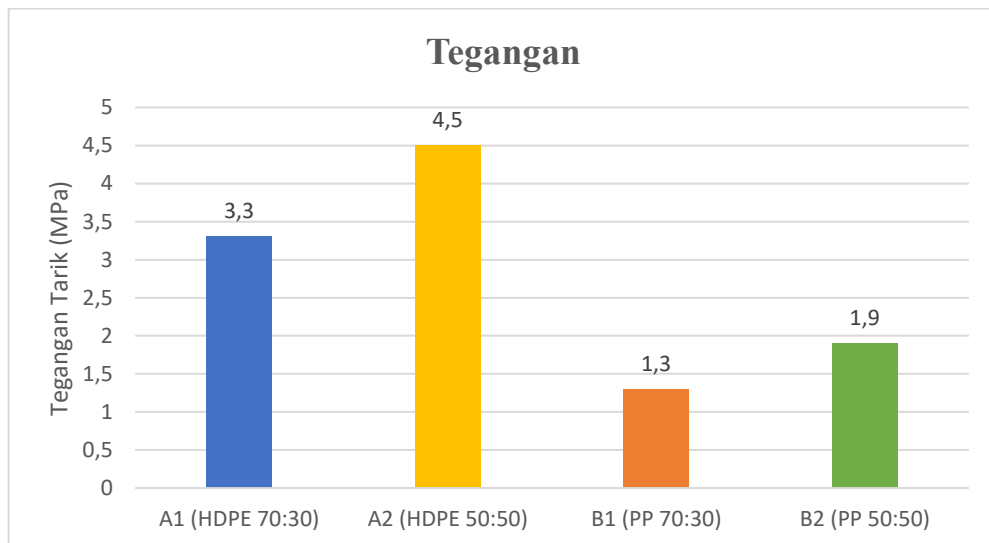
Pada tabel 4.2 berikut menyajikan hasil perhitungan rata-rata tegangan dan regangan pada uji tarik:

Table 4. 2 Nilai rata-rata tegangan dan regangan uji tarik

variasi	Rata-rata Tegangan Tarik	Rata-rata Regangan
---------	--------------------------	--------------------

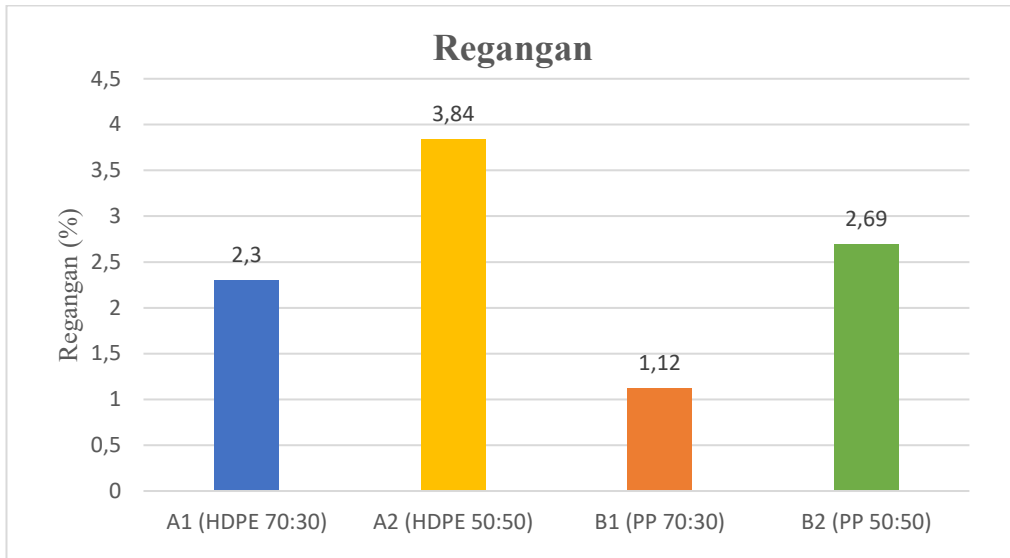
	(MPa)	Tarik (%)
A1	3,3	2,30
A2	4,5	3,84
B1	1,3	1,12
B2	1,9	2,69

Gambar berikut menyajikan *bar chart* dari tegangan tarik yang didapat:



Gambar 4. 3 Grafik hasil uji tegangan tarik

Gambar berikut menyajikan *bar chart* dari regangan tarik yang didapat:



Gambar 4. 4 Grafik hasil uji regangan tarik

Gambar berikut menyajikan data dari uji t yang didapat:

T-Test

	Variasi komposisi	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tegangan tarik (MPa)	1.00	3	3.28000	1.199291	.692411
	2.00	3	4.52000	1.611583	.930448

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
Tegangan tarik (MPa)	Equal variances assumed	.326	.598	-1.069	4	.345	-1.240000	1.159813	-4.460158	1.980158
	Equal variances not assumed			-1.069	3.695	.350	-1.240000	1.159813	-4.567645	2.087645

Gambar 4. 5 Nilai Uji T tegangan HDPE+serat sabut kelapa dengan rasio 70:30 dan 50:50.

T-Test

Group Statistics					
	Variasi komposisi	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tegangan tarik (MPa)	1.00	3	1.29667	.572917	.330774
	2.00	3	1.86333	1.006694	.581215

Independent Samples Test										
Levene's Test for Equality of Variances					t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Tegangan tarik (MPa)	Equal variances assumed	.970	.380	-.847	4	.445	-.566667	.668747	-2.423405	1.290072
	Equal variances not assumed			-.847	3.173	.456	-.566667	.668747	-2.630915	1.497582

Gambar 4. 6 Nilai Uji T tegangan polipropilena+serat sabut kelapa dengan rasio 70:30 dan 50:50

T-Test

Group Statistics					
	Variasi komposisi	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Regangan tarik (%)	1.00	3	2.30667	.291433	.168259
	2.00	3	3.84667	1.320656	.762481

Independent Samples Test										
Levene's Test for Equality of Variances					t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Regangan tarik (%)	Equal variances assumed	4.838	.093	-1.972	4	.120	-1.540000	.780826	-3.707920	.627920
	Equal variances not assumed			-1.972	2.194	.176	-1.540000	.780826	-4.630014	1.550014

Gambar 4. 7 Nilai Uji T regangan HDPE+serat sabut kelapa dengan rasio 70:30 dan 50:50

T-Test

Group Statistics					
	Variasi komposisi	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Regangan tarik (%)	1.00	3	1.12667	.210079	.121289
	2.00	3	2.69333	.602771	.348010

Independent Samples Test										
Levene's Test for Equality of Variances					t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Regangan tarik (%)	Equal variances assumed	2.144	.217	-4.251	4	.013	-1.566667	.368541	-2.589900	-.543434
	Equal variances not assumed			-4.251	2.479	.035	-1.566667	.368541	-2.892166	-.241167

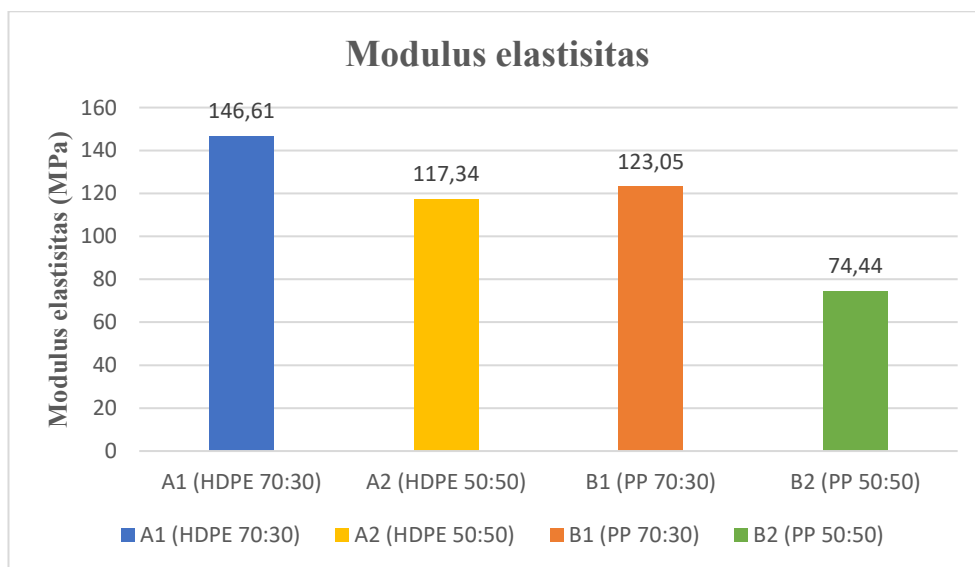
Gambar 4. 8 Nilai Uji T regangan polipropilena+serat sabut kelapa dengan rasio 70:30 dan 50:50

4.1.3. Modulus elastisitas (Young)

Berdasarkan rata-rata nilai uji tarik tegangan dan regangan yang telah dilakukan pada saat pengambilan data, maka diperoleh hasil rata-rata dari perhitungan modulus elastisitas yaitu:

Table 4. 3 nilai rata-rata modulus elastisitas

variasi	Rata-rata tegangan tarik (Mpa)	Rata-rata regangan tarik (%)	Rata-rata modulus elastisitas (MPa)
A1	3,3	2,30	146,61
A2	4,5	3,84	117,34
B1	1,3	1,12	123,05
B2	1,9	2,69	74,44



Gambar 4. 9 Grafik Modulus elastisitas

4.2. Pembahasan

Dari hasil tersebut, terlihat bahwa sampel A1 memiliki kerapatan tertinggi yaitu $0,82 \text{ g/cm}^3$ sedangkan sampel B2 memiliki kerapatan terendah yaitu $0,63 \text{ g/cm}^3$. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan komposisi bahan dan jenis matriks berpengaruh terhadap kerapatan komposit yang dihasilkan.

Secara umum, kerapatan yang tinggi mengindikasikan bahwa material lebih padat, memiliki sedikit rongga (*void*), dan berpotensi memiliki sifat mekanik yang lebih baik. Kerapatan yang tinggi pada sampel A1 melebihi nilai target teoritis $0,8 \text{ g/cm}^3$ yang sering dijadikan acuan untuk material komposit yang padat. Hasil ini menunjukkan bahwa pada komposisi A1, proporsi HDPE yang tinggi dapat memenuhi target densitas dan menghasilkan struktur dengan komposisi serabut kelapa dan polimer yang tepat selama proses *hot press*.

Sebaliknya, kerapatan rendah pada B2 dapat disebabkan oleh rendahnya proporsi matriks polipropilena, tingginya kandungan serat sabut kelapa, serta kemungkinan terbentuknya *void* akibat pencampuran yang kurang homogen. Serat sabut kelapa yang bersifat berpori dan tidak plastis cenderung sulit untuk dipadatkan secara sempurna dalam matriks termoplastik

Berdasarkan standar JIS A 5908:2003, nilai kerapatan untuk panel komposit dinyatakan memenuhi syarat minimum apabila \geq

0,6 g/cm³. Dengan demikian, seluruh sampel yang diuji dalam penelitian ini telah memenuhi standar minimum tersebut, meskipun hanya A1 yang berhasil melampaui nilai terget ideal 0,8 g/cm³. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi material dan komposisi yang optimal sangat penting untuk memperoleh kualitas komposit yang baik, tidak hanya dari sisi kekuatan mekanik tetapi juga dari kepadatan material.



Gambar 4. 10 Sampel uji tarik

Selain hasil numerik dari pengujian kerapatan dan kekuatan tarik, pengamatan visual terhadap permukaan spesimen juga memberikan informasi penting mengenai kualitas struktur internal dan homogenitas pencampuran material. Dari hasil pembuatan komposit, diketahui bahwa papan dengan matriks HDPE (kode A) umumnya memiliki permukaan lebih halus dan padat, terutama pada variasi A1 yang memiliki kandungan HDPE lebih tinggi (70%). Permukaan papan terlihat lebih menyatu dan minim rongga, yang sejalan dengan hasil kerapatan tertinggi sebesar 0,82 g/cm³, yang mengindikasikan bahwa HDPE memiliki

kemampuan yang lebih baik dalam menyelimuti serat sabut kelapa serta menghasilkan proses pemadatan yang lebih optimal selama *hot press*. Sebaliknya, pada variasi B2 (polipropilena 50:50), permukaan papan cenderung lebih kasar dan terlihat adanya rongga kecil (*void*), yang mengindikasikan distribusi material yang kurang homogen.

Terbentuknya rongga (*void*) pada papan komposit dalam penelitian ini diduga disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain tingginya fraksi serat sabut kelapa, proses pencampuran yang kurang homogen, serta keterbatasan kemampuan matriks termoplastik dalam menyelimuti serat secara sempurna. Sabut kelapa merupakan serat alami yang bersifat berpori dan tidak plastis, sehingga pada komposisi dengan kandungan serat tinggi, material menjadi lebih sulit dipadatkan selama proses *hot press* dan berpotensi menjebak udara di dalam struktur komposit.

Meskipun pada penelitian ini tidak dilakukan pengamatan mikrostruktur menggunakan *scanning electron microscope* (SEM), keberadaan *void* dapat diindikasikan secara tidak langsung melalui beberapa parameter, yaitu nilai kerapatan yang rendah, penurunan kekuatan tarik, serta hasil pengamatan visual pada permukaan dan penampang spesimen uji. Sampel dengan kerapatan rendah dan permukaan yang kasar cenderung menunjukkan distribusi material yang kurang homogen, yang

mengindikasikan adanya rongga mikro di dalam struktur komposit.

Penelitian ini tidak menggunakan *compatibilizer* maupun perlakuan alkalisasi pada serat sabut kelapa dengan tujuan membatasi variabel penelitian dan memfokuskan kajian pada pengaruh jenis matriks serta rasio komposisi terhadap sifat fisis dan mekanik komposit.

Perlakuan alkalisasi diketahui dapat meningkatkan kualitas ikatan antarfasa antara serat alam dan matriks polimer, namun juga berpotensi mengubah karakter asli serat dan menambah kompleksitas proses. Oleh karena itu, pada penelitian ini alkalisasi tidak diterapkan agar pengaruh komposisi matriks-serat dapat diamati secara lebih jelas.

Konsekuensi dari tidak digunakannya perlakuan permukaan adalah ikatan serat-matriks yang relatif terbatas, yang dapat mempengaruhi efisiensi transfer tegangan dan meningkatkan potensi terbentuknya *void*. Aspek ini menjadi salah satu keterbatasan penelitian dan peluang pengembangan pada penelitian selanjutnya.

Fluktuasi nilai kerapatan dan kekuatan tarik yang diperoleh juga mengindikasikan adanya ketidakhomogenan pencampuran, terutama pada variasi dengan kandungan serat tinggi. Meskipun demikian, hasil pengamatan visual, kerapatan, dan uji tarik

menunjukkan kecenderungan yang saling berkaitan, sehingga menegaskan bahwa komposisi dan karakter material berperan penting terhadap kualitas komposit yang dihasilkan.

Perbandingan nilai kerapatan antar variasi menunjukkan bahwa sampel A1 (70:30) memiliki kerapatan tertinggi sebesar $0,80 \text{ g/cm}^3$, sedangkan sampel B2 (50:50) memiliki kerapatan terendah yaitu $0,63 \text{ g/cm}^3$. Nilai kerapatan A1 lebih tinggi sekitar 30% dibanding B2, yang mengindikasikan bahwa kandungan matriks plastik yang lebih tinggi berperan dalam membentuk struktur komposit yang lebih rapat dan padat.

Sebaliknya, rendahnya nilai kerapatan pada B2 diduga disebabkan oleh tingginya fraksi serat sabut kelapa serta karakter matriks polipropilena yang kurang optimal dalam menyelimuti serat, sehingga berpotensi membentuk rongga mikro di dalam struktur komposit. Keberadaan rongga ini menurunkan massa jenis total material dan dapat berdampak pada penurunan performa mekanik. Hal ini sejalan dengan penelitian [Widyorini et al., 2012], yang menyatakan bahwa penggunaan serat alami dalam jumlah tinggi cenderung menghasilkan papan komposit dengan kerapatan lebih rendah serta meningkatkan potensi delaminasi apabila tidak didukung oleh ikatan antarfasa yang kuat.

Hasil uji tarik menunjukkan adanya perbedaan nilai

tegangan dan regangan antar variasi sampel, yang selanjutnya dianalisis menggunakan uji statistik untuk mengetahui tingkat signifikansinya. Secara ringkas, variasi A2 memberikan performa mekanik terbaik dengan tegangan rata-rata tertinggi (4,52 MPa) dan regangan tertinggi (3,84%), sedangkan variasi B1 (polipropilena 70:30) menunjukkan performa paling rendah pada kedua parameter (tegangan 1,31 MPa, regangan 1,12%). Perbedaan ini menegaskan bahwa komposisi matriks dan fraksi serat memiliki pengaruh terhadap kemampuan komposit menahan beban tarik sekaligus mengalami deformasi (keuletan).

Untuk memperkuat analisis perbedaan nilai tegangan dan regangan antar variasi komposisi, dilakukan uji statistik menggunakan uji t independen.

Hasil uji t menunjukkan bahwa pada parameter tegangan tarik, perbandingan antara rasio komposit A1 dan A2 menghasilkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,345 ($>0,05$). Demikian pula pada rasio komposit B1 dan B2, nilai signifikansi sebesar 0,445 ($> 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan nilai tegangan tarik antar variasi komposisi tidak signifikan secara statistik, meskipun secara rata-rata A2 memiliki nilai tegangan tarik lebih tinggi dibandingkan A1 dan variasi lainnya.

Pada parameter regangan tarik, hasil uji t menunjukkan

perbedaan yang berbeda antar variasi. Perbandingan antara A1 dan A2 menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,120 ($> 0,05$), yang menunjukkan bahwa perbedaan regangan pada rasio komposit A1 dan A2 belum signifikan secara statistik. Namun, pada rasio komposit B1 dan B2, perbandingan antara B1 dan B2 menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,013 ($< 0,05$), yang menandakan bahwa komposisi matriks polipropilena berpengaruh signifikan terhadap regangan tarik.

Hasil ini menunjukkan bahwa perubahan rasio matriks dan serat lebih berpengaruh terhadap sifat keuletan (regangan) dibandingkan terhadap kekuatan tarik (tegangan), khususnya pada komposit berbasis polipropilena. Temuan ini memperkuat hasil analisis sebelumnya bahwa komposisi 50:50 cenderung menghasilkan material yang lebih mudah mengalami deformasi sebelum patah, meskipun tidak selalu diikuti oleh peningkatan kekuatan tarik.

Peningkatan nilai tegangan pada A2 kemungkinan terjadi karena komposisi 50:50 memberikan jumlah matriks dan serat yang seimbang. Pada kondisi ini, serat yang cukup banyak mampu menahan beban, sementara matriks yang masih cukup membantu melapisi serat dengan baik sehingga transfer tegangan berjalan efektif. Nilai regangan A2 yang juga paling tinggi menunjukkan bahwa komposit ini tidak hanya kuat, tetapi juga lebih ulet. Hal

ini menandakan ikatan antara matriks dan serat cukup baik dan serat tersebar secara merata, sehingga sampel mampu mengalami deformasi lebih besar sebelum patah. Selain itu, faktor proses seperti suhu, tekanan, dan lama *hot press* juga berpengaruh karena dapat meningkatkan ikatan dan mengurangi rongga dalam komposit.

Pada sampel berbasis polipropilena (B1 dan B2), nilai tegangan cenderung lebih rendah dibanding sampel berbasis HDPE. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi pengujian ini, matriks polipropilena belum mampu memberikan kekuatan tarik setinggi HDPE, terutama karena ikatan antara polipropilena dan serat sabut kelapa tidak seefektif HDPE. Meski begitu, nilai regangan B2 lebih besar dibanding B1 karena komposisi 50:50 membuat sampel lebih mudah mengalami deformasi. Namun, regangan yang tinggi ini tidak diikuti peningkatan tegangan karena ikatannya kurang kuat, sehingga beban tidak dapat tersalurkan dengan baik ke serat.

Selain nilai tegangan dan regangan, hasil uji tarik juga digunakan untuk menentukan modulus elastisitas (Young), yang menggambarkan tingkat kekakuan material terhadap beban tarik. Modulus elastisitas diperoleh dari perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah elastis, sehingga mencerminkan kemampuan material menahan deformasi elastis.

Nilai rata-rata yang hasil perhitungan modulus elastisitas yang ditampilkan pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa sampel A1 memiliki nilai modulus elastisitas tertinggi, yaitu sebesar 146,61 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa A1 merupakan variasi dengan tingkat kekakuan paling tinggi. Material A1 mampu menahan regangan yang lebih kecil pada saat diberikan tegangan, yang mencerminkan sifat material yang kaku.

Pada variasi A2, nilai modulus elastisitas yang diperoleh lebih rendah dibandingkan A1, meskipun nilai tegangannya lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa A2 bersifat lebih ulet dan kurang kaku, namun tetap memiliki kemampuan yang baik dalam menahan beban tarik.

Variasi B1 memiliki nilai modulus elastisitas yang cukup tinggi, yaitu sebesar 123,05 MPa, meskipun nilai tegangannya relatif rendah. Nilai modulus yang cukup besar ini dipengaruhi oleh regangan yang sangat kecil (1,12%) yang menunjukkan bahwa material B1 mengalami peningkatan tegangan secara cepat pada regangan kecil, sehingga bersifat cukup kaku namun tidak kuat.

Sementara itu, variasi B2 menunjukkan nilai modulus elastisitas terendah, yaitu sebesar 74,44 MPa. Nilai ini menandakan bahwa material B2 memiliki sifat paling fleksibel di antara seluruh variasi yang diuji. Kombinasi antara tegangan yang

rendah dan regangan yang relatif tinggi menyebabkan nilai modulus elastisitasnya menjadi lebih rendah.

Menariknya, A1 memiliki kerapatan tertinggi, tetapi bukan yang memiliki tegangan tertinggi. Ini menunjukkan bahwa kerapatan tinggi tidak selalu berarti kekuatan tarik tinggi. Meskipun material lebih padat, distribusi serat, ikatan antarfasa, atau adanya penggumpalan serat bisa membuat transfer beban kurang optimal. Sebaliknya, A2 justru memberikan hasil tegangan dan regangan tertinggi karena kombinasi serat dan matriks pada komposisi 50:50 tampaknya lebih seimbang, sehingga struktur internalnya lebih efektif menahan beban meskipun kerapatannya sedikit lebih rendah dari A1. Beberapa keterbatasan yang perlu dicatat: variasi kecil pada proses (ketidakhomogenan pencampuran, rongga mikro, atau variasi pada ukuran serat) dapat mempengaruhi hasil.

Secara umum, hasil uji tarik kerapatan menunjukkan bahwa variasi komposisi sangat memengaruhi kualitas komposit. Sampel A2 memberikan performa mekanik terbaik secara keseluruhan, sedangkan A1 memiliki kerapatan tertinggi namun tidak menghasilkan tegangan maksimum. Sementara itu, sampel berbasis polipropilena (B1 dan B2) menunjukkan nilai tegangan, regangan, dan kerapatan yang lebih rendah. Temuan ini menegaskan bahwa keseimbangan komposisi matriks-serat

kerapatan material berperan penting dalam menentukan performa komposit, dan menjadi dasar penarikan kesimpulan akhir pada penelitian ini.

BAB V.

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Perbandingan komposisi campuran sabut kelapa dengan matriks polimer polipropilena dan HDPE berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik material komposit yang dihasilkan.

1. Dari sisi sifat fisik, komposit berbasis HDPE menunjukkan nilai kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan komposit berbasis polipropilena, khususnya pada komposisi HDPE:sabut kelapa 70:30, yang mengindikasikan terbentuknya struktur komposit yang lebih padat dan kaku. Hal ini menunjukkan bahwa jenis matriks dan rasio komposisi matriks-serat berperan penting dalam menentukan karakteristik fisik komposit sabut kelapa.
2. Dari sisi sifat mekanik, variasi komposisi campuran memengaruhi nilai kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas komposit. Komposit HDPE:sabut kelapa dengan rasio 50:50 menghasilkan sifat mekanik terbaik secara keseluruhan, ditunjukkan oleh nilai kekuatan tarik dan regangan tertinggi, sedangkan peningkatan fraksi matriks hingga rasio 70:30 cenderung meningkatkan kekakuan material yang ditunjukkan oleh nilai modulus elastisitas yang lebih tinggi. Sebaliknya, komposit berbasis

polipropilena menunjukkan nilai kekuatan tarik dan regangan yang lebih rendah dibandingkan komposit berbasis HDPE, yang mengindikasikan bahwa pada kondisi penelitian ini, kemampuan ikatan antarfasa antara polipropilena dan serat sabut kelapa masih kurang optimal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jenis matriks polimer dan rasio komposisi matriks–serat merupakan faktor kunci dalam menentukan sifat fisik dan mekanik komposit sabut kelapa.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengulangan pengujian pada setiap variasi sampel lebih dari tiga kali untuk mendapatkan data yang lebih akurat.
2. Perlu dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik tambahan, seperti uji bending atau uji *impact*, untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai performa komposit.
3. Sebaiknya dilakukan analisis struktur mikro menggunakan SEM untuk mengetahui ikatan antarmuka serat dan matriks secara detail.
4. Sebaiknya dilakukan alkalisasi pada sabut kelapa.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. F. (2020). 335075555. *Pengaruh Variasi Komposit Plastik Polipropilena Dengan Tepung Sagu Terhadap Sifat Mekanik Dalam Pembuatan Service Wedge Clamp (SWC)*.
- Astika, I. M., Lokantara, I. P., & Gatot Karohika, I. M. (2013). Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa I Made Astika 1) □ , I Putu Lokantara 1) dan I Made Gatot Karohika 1). *Jurnal Energi Dan Manufaktur, Vol.6 No.2*, 115–122.
- Bahri, S., & Thalib, S. (2023). Effect of Filler Particle Size on the Mechanical Properties of Polyester/Rice Husk Ash Composite. *Jurnal Teknik Mesin, 11(1)*, 7–12.
- Boangmanalu, E. P. D., Qadry, A., Sinaga, F. T. H., Saragi, J. F. H., Pratama, A. B., & Sahat. (2024). Uji Kekuatan Tarik Komposit Dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 5(1)*, 56–63. <https://doi.org/10.51510/sinergipolmed.v5i1.1484>
- Cahyanti, M. N., Wibowo, B. K., Steefian, Y. A., Stefani, D. A., & Anggaran, D. (2024). *Jurnal Biologi Tropis Dilute Alkali Treatment as an Effective Strategy for Valorizing Young Coconut Coir as Cellulose Source*.
- Collins, S. P., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Miller, K. F., Kampe, C., & Butler, J. (2021). *No Title 済無No Title No Title No Title*.
- Damian, R., Bifel, N., Maliwemu, E. U. K., Adoe, D. G. H., & Mesin, J. T. (2015). Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan

- Tarik Komposit Polyester. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana*, 2(1), 61–68. <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/LJTMU/article/view/489>
- Desi, S. R. I. N. (2016). *UJI KUALITAS MATERIAL PAPAN KOMPOSIT BAHAN DARI*.
- Desiasni, R., Azman, N., & Widyawati, F. (2023). Sifat Fisik Dan Mekanik Komposit Papan Partikel Berdasarkan Variasi Ukuran Serbuk Kayu Mahoni (*Swietenia Macrophylla*) Sebagai Material Alternatif : Papan Komposit. *Jurnal TAMBORA*, 7(2), 78–83. <https://doi.org/10.36761/jt.v7i2.2714>
- Gunawan, I., Handayani, A., Hertinvyana, E., Dan, S., Komposit, K., Serbuk, P., Gergaji, K., & Kerja, C. (2002). Sintesis dan Karakterisasi Komposit Polipropilena / Serbuk Kayu Gergaji Analisis Sifat Mekanik (Tensile Strength). *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 4(1), 20–25.
- Hastuti, S., Budiono, H. S., Ivadiyanto, D. I., & Nahar, M. N. (2021). Peningkatan Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Limbah Sabut Kelapa (Cocofiber) yang Biodegradable. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 6(1), 30–37. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2257>
- Hdpe, P., Sifat, T., & Dan, F. (2018). *Plastik Polypropylene (Pp) Dan High-Density Sifat Mekanik Komposit Berpenguat Serbuk*.
- Hibbert, K., Warner, G., Brown, C., Ajide, O., Owolabi, G., & Azimi, A. (2019). The Effects of Build Parameters and Strain Rate on the Mechanical Properties of FDM 3D-Printed Acrylonitrile Butadiene Styrene. *Open Journal of Organic Polymer Materials*, 09(01), 1–27. <https://doi.org/10.4236/ojopm.2019.91001>

- Ii, B. A. B. (2020). *Bab ii tinjauan pustaka*. 4–16.
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (n.d.). *atau juga dikenali sebagai*.
- Ilham dkk. (2019). Sifat Kuat Tarik Material Komposit Hibrid Berpenguat Serat Ijuk Dan Sabut Kelapa Dengan Orientasi Serat Acak. *Jurnal Mekanikal*, 10(2), 980–991.
- Jenderal, D., Tinggi, P., & Nasional, K. P. (2013). *PENELITIAN HIBAH FUNDAMENTAL*.
- Kimia, P. S., Ar-raniry, U. I. N., & Aceh, B. (2017). *Analisis Sifat Kimia dan Fisika dari Maleat Anhidrida Tergrafting pada Polipropilena Terdegradasi* Reni Silvia Nasution. 3(1), 11–20.
- Law, B. M. (1985). Rawlings. *The Musical Times*, 126(1712), 583.
<https://doi.org/10.2307/964910>
- Made, I. D., Karyawan, A., Widianty, D., & Febriana, A. (2025). *Potensi Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE Sebagai Bahan Aditif untuk Meningkatkan Kinerja Perkerasan AC-BC*. 7(01), 468–479.
- Mahmud, A., Abir, N., Rahman, F., Nabi, A., Rahman, A. N. M. M., & Jamine, N. (2023). *Heliyon Coir fiber as thermal insulator and its performance as reinforcing material in biocomposite production*. 9(April).
- Mawardi, I., Azwar, A., & Rizal, A. (2017). Kajian perlakuan serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis komposit epoksi serat sabut kelapa. *Jurnal POLIMESIN*, 15(1), 22. <https://doi.org/10.30811/jpl.v15i1.369>
- Muddin, S., Azis, D., & Haslinah, A. (2022). *PENGARUH FRAKSI VOLUME KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA BERMATRIK POLIMER*

TERMOSETING POLYESTER TERHADAP KEKUATAN LENTUR.

17(April), 15–19.

- Nurhanisa, M., Wahyuni, D., Prof, J., & Nawawi, H. H. (2021). *Pengaruh Susunan Serat pada Papan Komposit Serat Bambu terhadap Sifat Fisis dan Mekanis. 11(2), 126–132.* <https://doi.org/10.26418/positron.v11i2.64319>
- Purwanto, S., & Hikmah Perkasa, D. (2023). Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Biji Plastik Yang Bernilai Tambah Ekonomi Di Kelurahan Dadap Tangerang. *Dedikasi : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 2(1), 171–181.* <https://doi.org/10.53276/dedikasi.v2i1.42>
- Riadi, S., Roswandi, I., Kurnia, T. E., & Ff, I. R. (2021). *KETAHANAN FISIK DAN PERBEDAAN KUALITAS SUPPLIER. 13(2).*
- Rudend, J. . J. H. (2020). Kajian Pembakaran Sampah Plastik Jenis Polipropilena (PP) Menggunakan Insinerator. *Jurnal Teknik Its, 9(2), 124–130.*
- Rusnaenah, A., & Hanifah, R. S. (2024). Penyuluhan Penggunaan Nanotalcs sebagai Penguat pada Komposit Berbasis High Density Polyethylene (HDPE) Recycle. *Idea Pengabdian Masyarakat, 4(03), 176–184.* <https://doi.org/10.53690/ipm.v4i03.254>
- Sebagai, D., Untuk, S., Gelar, M., Teknik, S., Teknik, J., Mesin, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2016). *STUDY SIFAT FISIS DAN MEKANIS BAHAN.*
- Septa, A., Budi, S., & Kusuma, W. (2025). *Indonesian Journal of Chemical Science Synthesis Of Cellulose Acetate Based on Coconut Coir (Cocos nucifera L .) and It ' s Application on Bioplastic Fabrication. 14(1).*
- Studi, P., Dan, A., Teknik, F., & Dan, M. (2013). *Analisis Ketangguhan Impact*

Struktur Komposit Thermoplastic Berbahan Serat Rami dan Matriks High Density Polyethylene (HDPE) Melalui Uji Charpy.

Wibowo, F. H., Purnomo, & Subri, M. (2018). *Analisis Sifat Mekanik Komposit Serat Rami - Zeolit - Hdpe*. 1–16. <http://repository.unimus.ac.id/3129/>

Wiyono, T. (2021). *Studi Experimen Komposit High Density Polyethelene (HDPE) Limbah Berpenguat Serat Cantula (Agave Roxb) Terhadap Sifat Thermal*. 20(1).

Yusril, Y., Sipil, J. T., Teknik, F., & Mataram, U. (2021). *PENGARUH PROPORSI SERAT ABAKA DAN SEMEN PORTLAND*.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

1. Data mentah

1) Kerapatan

Kode	Massa (g)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Volume (cm ³)	Kerapatan (g/cm ³)
A1	296	19,8	20	0,91	360	0,82
A2	276	20	19,8	0,92	364	0,75
B1	282	19,9	20	0,93	370	0,76
B2	272	20,2	20,3	1,04	426	0,63

2) Pengujian tarik

No.	Variasi Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Pmax (KN)	ΔL (mm)	Δ_0 (mm)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
1	A1_1	9,45	10,04	0,18	1,27	50	1,90	2,54
2	A1_2	9,31	11,11	0,40	0,99	50	3,87	1,98
3	A1_3	9,25	9,82	0,37	1,20	50	4,07	2,40
4	A2_1	8,01	9,11	0,20	1,36	50	2,74	2,72
5	A2_2	9,71	10,42	0,50	1,76	50	4,94	3,52
6	A2_3	9,16	10,76	0,58	2,65	50	5,88	5,30
7	B1_1	9,56	9,93	0,18	0,46	50	1,90	0,92
8	B1_2	8,44	10,85	0,07	0,56	50	0,76	1,12
9	B1_3	9,97	11,06	0,14	0,67	50	1,27	1,34

10	B2_1	10,87	10,64	0,32	1,38	50	2,77	2,76
11	B2_2	10,53	10,92	0,09	1,63	50	0,78	3,26
12	B2_3	10,94	10,74	0,24	1,03	50	2,04	2,06

2. Perhitungan dan pengolahan data

A. Perhitungan Densitas/kerapatan

1) Menghitung Volume (cm³)

$$\text{Volume} = \text{Panjang (cm)} \times \text{Lebar (cm)} \times \text{Tebal (cm)}$$

$$\text{Volume A1} = 19,8 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 0,91 \text{ cm} = 360 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume A2} = 20 \text{ cm} \times 19,8 \text{ cm} \times 0,92 \text{ cm} = 364 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume B1} = 19,9 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 0,93 \text{ cm} = 370 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volume B2} = 20,2 \text{ cm} \times 20,3 \text{ cm} \times 1,04 \text{ cm} = 426 \text{ cm}^3$$

2) Menghitung Densitas/kerapatan (g/cm³)

$$\rho = \text{massa (g)/volume (cm}^3\text{)}$$

$$\rho_{A1} = 296 \text{ g}/360 \text{ cm}^3 = 0,82 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{A2} = 276 \text{ g}/364 \text{ cm}^3 = 0,76 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{B1} = 282 \text{ g}/370 \text{ cm}^3 = 0,76 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho_{B2} = 272 \text{ g}/426 \text{ cm}^3 = 0,64 \text{ g/cm}^3$$

B. Perhitungan Tarik

1) Menghitung Tegangan (MPa)

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Keterangan:

σ = Tegangan (MPa)

F = Beban maksimum (N)

A_0 = Luas penampang (mm^2)

$$\sigma_{A1_1} = \frac{0,18 \times 1000}{9,45 \times 10,04} = 1,90 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{A1_2} = \frac{0,40 \times 1000}{9,31 \times 11,11} = 3,87 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{A1_3} = \frac{0,37 \times 1000}{9,25 \times 9,82} = 4,07 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{A2_1} = \frac{0,20 \times 1000}{8,01 \times 9,11} = 2,74 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{A2_2} = \frac{0,50 \times 1000}{9,71 \times 10,42} = 4,94 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{A2_3} = \frac{0,58 \times 1000}{9,16 \times 10,76} = 5,88 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{B1_1} = \frac{0,18 \times 1000}{9,56 \times 9,93} = 1,90 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{B1_2} = \frac{0,07 \times 1000}{8,44 \times 10,85} = 0,76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{B1_3} = \frac{0,14 \times 1000}{9,97 \times 11,06} = 1,27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{B2_1} = \frac{0,32 \times 1000}{10,87 \times 10,64} = 2,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{B2_2} = \frac{0,09 \times 1000}{10,53 \times 10,92} = 0,78 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{B2_3} = \frac{0,24 \times 1000}{10,94 \times 10,74} = 2,04 \text{ MPa}$$

2) Menghitung rata-rata tegangan dengan 3 pengulangan

$$\bar{\sigma}_A = \frac{(\sigma_{A1_1} + \sigma_{A1_2} + \sigma_{A1_3}) \text{MPa}}{3}$$

$$\bar{\sigma}_{A1} = \frac{(1,90 + 3,87 + 4,07)MPa}{3} = 3,28 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_{A2} = \frac{(2,74 + 4,94 + 5,88)MPa}{3} = 4,52 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_{B1} = \frac{(1,90 + 0,76 + 1,27)MPa}{3} = 1,31 \text{ MPa}$$

$$\bar{\sigma}_{B2} = \frac{(2,77 + 0,78 + 2,04)MPa}{3} = 1,86 \text{ MPa}$$

3) Menghitung regangan (%)

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{\Delta_0} \times 100\%$$

Keterangan :

ε = Regangan (%)

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

Δ_0 = Panjang awal (mm)

$$\varepsilon_{A1_1} = \frac{1,27}{50} \times 100\% = 2,54\%$$

$$\varepsilon_{A1_2} = \frac{0,99}{50} \times 100\% = 1,98\%$$

$$\varepsilon_{A1_3} = \frac{1,20}{50} \times 100\% = 2,40\%$$

$$\varepsilon_{A2_1} = \frac{1,36}{50} \times 100\% = 2,72\%$$

$$\varepsilon_{A2_2} = \frac{1,76}{50} \times 100\% = 3,52\%$$

$$\varepsilon_{A2_3} = \frac{2,65}{50} \times 100\% = 5,30\%$$

$$\varepsilon_{B1_1} = \frac{0,46}{50} \times 100\% = 0,92\%$$

$$\varepsilon_{B1_2} = \frac{0,56}{50} \times 100\% = 1,12\%$$

$$\varepsilon_{B1_3} = \frac{0,67}{50} \times 100\% = 1,34\%$$

$$\varepsilon_{B2_1} = \frac{1,38}{50} \times 100\% = 2,76\%$$

$$\varepsilon_{B2_2} = \frac{1,63}{50} \times 100\% = 3,26\%$$

$$\varepsilon_{B2_3} = \frac{1,03}{50} \times 100\% = 2,06\%$$

4) Menghitung rata-rata regangan dengan 3 pengulangan

$$\bar{x} \varepsilon A = \frac{(\varepsilon_{A1_1} + \varepsilon_{A1_2} + \varepsilon_{A1_3})\%}{3}$$

$$\bar{x} \varepsilon A1 = \frac{(2,54 + 1,98 + 2,40)\%}{3} = 2,30\%$$

$$\bar{x} \varepsilon A2 = \frac{(2,72 + 3,52 + 5,30)\%}{3} = 3,84\%$$

$$\bar{x} \varepsilon B1 = \frac{(0,90 + 1,12 + 1,34)\%}{3} = 1,12\%$$

$$\bar{x} \varepsilon B2 = \frac{(2,76 + 3,26 + 2,06)\%}{3} = 2,69\%$$

5) Menghitung modulus elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E_{A1_1} = \frac{1,90}{0,0254} = 74,80 \text{ Mpa}$$

$$E_{A1_2} = \frac{3,87}{0,0198} = 195,45 \text{ MPa}$$

$$E_{A1_3} = \frac{4,07}{0,0240} = 169,58 \text{ MPa}$$

$$E_{A2_1} = \frac{2,74}{0,0272} = 100,74 \text{ MPa}$$

$$E_{A2_2} = \frac{4,94}{0,0352} = 140,34 \text{ MPa}$$

$$E_{A2_3} = \frac{5,88}{0,0530} = 110,94 \text{ MPa}$$

$$E_{B1_1} = \frac{1,90}{0,0092} = 206,52 \text{ MPa}$$

$$E_{B1_2} = \frac{0,75}{0,0112} = 67,86 \text{ MPa}$$

$$E_{B1_3} = \frac{1,27}{0,0134} = 94,74 \text{ MPa}$$

$$E_{B2_1} = \frac{2,77}{0,0276} = 100,36 \text{ MPa}$$

$$E_{B2_2} = \frac{0,78}{0,0326} = 23,93 \text{ MPa}$$

$$E_{B2_3} = \frac{2,04}{0,0206} = 99,03 \text{ MPa}$$

6) Menghitung rata-rata modulus elastisitas

$$\bar{x} E = \frac{(E_{A1_1} + E_{A1_2} + E_{A1_3})}{3}$$

$$\bar{x} E_{A1} = \frac{(74,80 + 195,45 + 169,58)}{3} = 146,61 \text{ MPa}$$

$$\bar{x} E_{A2} = \frac{(100,74 + 140,34 + 110,94)}{3} = 117,34 \text{ MPa}$$

$$\bar{x} E_{B1} = \frac{(206,52 + 67,86 + 94,78)}{3} = 123,05 \text{ MPa}$$

$$\bar{x} E_{B2} = \frac{(100,36 + 23,93 + 99,03)}{3} = 74,44 \text{ Mpa}$$

3. Lembar Standar Pengujian
A. JIS A 5908-2003 modifikasi

Table 14 Dimensions and number of test pieces

Test item	Dimensions of test piece mm	The number of test pieces to be sampled from one board
Density test	100 × 100	1
Moisture content test	100 × 100	1
Bending strength test	Width 50 × length [span ⁽¹⁰⁾ + 50]	Lengthwise 1, widthwise 1
Bending strength test under wet conditions	Width 50 × length [span ⁽¹⁰⁾ + 50]	Lengthwise 1, widthwise 1
Test of swelling in thickness after immersion in water	50 × 50	1
Internal bond test	50 × 50	1
Test of wood screw holding power	50 × 100	1
Formaldehyde emission test	50 × 150	Two sets of the number where the total surface area of the test piece including the butt ends is close to 1 800 cm ² (the fraction of 5 and over shall be counted as a unit and the rest be disregarded) shall be used.
In-plane tensile strength test	50 × 50	1
Impact resistance test	300 × 300	1
Acid resistance test	100 × 100	1
Alkali resistance test	100 × 100	1
Stain resistance test	100 × 100	1
Change-in-colour resistance test	150 × 150	1 ⁽¹¹⁾
Scratch resistance test	50 × 50	1
Thermal insulation test	900 × 900	1
Incombustibility test	220 × 220	1

Notes ⁽¹⁰⁾ The span shall be 15 times the nominal thickness, and 150 mm or over at the same time.

⁽¹¹⁾ 3 test pieces shall be prepared for the pattern board.

6.2 Measurement of dimensions and squareness The measurement of the dimensions and squareness shall be as specified below:

6.2.1 Thickness The thickness shall be measured at four points of 20 mm or over inside the peripheral sides as indicated in Fig. 2 by means of a measuring device having the accuracy of $\frac{1}{20}$ mm or finer, and the mean value of four measured values shall be employed. The part where the measuring device contacts with the surface of the sample shall be a circle of 6 mm or over in diameter. The convex part shall be measured in the case where unevenness is provided for the purpose of decoration.

PROTECTED BY COPYRIGHT

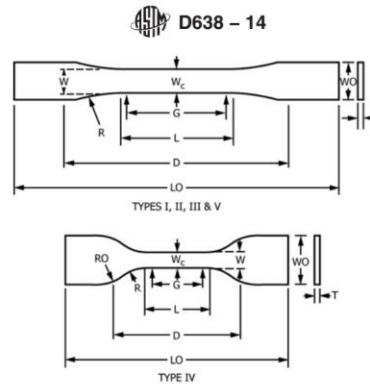
Table 2 Classification according to bending strength

Classification		Symbol	Bending strength
Base particleboard and decorative particleboard	Type 18	18	The bending strength shall be 18.0 N/mm ² or over both lengthwise and widthwise.
	Type 13	13	The bending strength shall be 13.0 N/mm ² or over both lengthwise and widthwise.
	Type 8	8	The bending strength shall be 8.0 N/mm ² or over both lengthwise and widthwise.
Base particleboard	Type 24-10	24-10	The bending strength shall be 24.0 N/mm ² or over lengthwise and 10.0 N/mm ² or over widthwise.
	Type 17.5-10.5	17.5-10.5	The bending strength shall be 17.5 N/mm ² or over lengthwise and 10.5 N/mm ² or over widthwise.
Veneered particleboard	Type 30-15	30-15	The bending strength shall be 30.0 N/mm ² or over lengthwise and 15.0 N/mm ² or over widthwise.

Remarks : Type 24-10 means the board of the orientation strand (OSB) type, and Type 17.5-10.5 means the board of wafer type.

- c) **Classification according to adhesives** Classification according to the adhesives shall be as specified in Table 3.

A. ASTM D638



Dimensions (see drawings)	Specimen Dimensions for Thickness, T, mm (in.) ^a					Tolerances
	7 (0.28) or under		Over 7 to 14 (0.28 to 0.55), incl	4 (0.16) or under		
	Type I	Type II	Type III	Type IV ^b	Type V ^{c,d}	
W—Width of narrow section ^{e,f}	13 (0.50)	6 (0.25)	19 (0.75)	6 (0.25)	3.18 (0.125)	±0.5 (±0.02) ^{g,c}
L—Length of narrow section	57 (2.25)	57 (2.25)	57 (2.25)	33 (1.30)	9.53 (0.375)	±0.5 (±0.02) ^c
WO—Width overall, min ^g	19 (0.75)	19 (0.75)	29 (1.13)	19 (0.75)	...	+ 6.4 (+ 0.25)
WO—Width overall, min ^h	...	...	...	...	9.53 (0.375)	+ 3.18 (+ 0.125)
LO—Length overall, min ^h	165 (6.5)	183 (7.2)	246 (9.7)	115 (4.5)	63.5 (2.5)	no max (no max)
G—Gage length ⁱ	50 (2.00)	50 (2.00)	50 (2.00)	...	7.62 (0.300)	±0.25 (±0.010) ^c
G—Gage length ^j	...	...	...	25 (1.00)	...	±0.13 (±0.005)
D—Distance between grips	115 (4.5)	135 (5.3)	115 (4.5)	65 (2.5) ^j	25.4 (1.0)	±5 (±0.2)
R—Radius of fillet	76 (3.00)	76 (3.00)	76 (3.00)	14 (0.56)	12.7 (0.5)	±1 (±0.04) ^c
RO—Outer radius (Type IV)	...	...	...	25 (1.00)	...	±1 (±0.04)

a. Surat Keterangan Bebas Laboratorium



**SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM
PRODI REKAYASA TEKSTIL FTI UII**

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Laboratorium (Kalab) di lingkungan Prodi Rekayasa Tekstil Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia menerangkan:

1. Nama : Navyndra Indi Widyaputra
NIM : 21526010
2. Nama : Nazwah Audini
NIM : 21526011

Bahwa mahasiswa tersebut di atas tidak memiliki pinjaman atau tanggungan terhadap bahan baku atau peralatan laboratorium di lingkungan Prodi Rekayasa Tekstil FTI UII.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Mengetahui:

No	Laboratorium	Nama Kalab	Tanda Tangan	Tanggal
1	Manufaktur dan Pengujian Tekstil	Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc.		12-01-2026
2	Desain Produk Tekstil	Diyah Dwi Nugraheni, S.T., M.T.		12-01-2026
3	Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano	Feris Ferdaus, S.Si., M.Sc.		13-01-2026
4	Tekstil Fungsional	Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.		23-12-2025

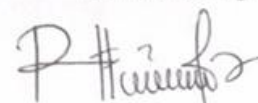
b. Kartu konsultasi Bimbingan Tugas Akhir Mahasiswa 1

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Navyndra Indi Widyaputra
 NIM : 21526010
 Semester, Tahun Akademik : *Ganjil, 2025/2026*
 Bentuk TA : Penelitian
 Mulai Masa Bimbingan TA : Januari 2025
 Selesai Masa Bimbingan TA : Oktober 2025
 Judul TA : Pengembangan Material Komposit Berbasis Sabut Kelapa Dengan Campuran Polipropilena dan Polietilena Berdensitas Tinggi Untuk Aplikasi Ramah Lingkungan
 Nama Dosen Pembimbing : Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.eng.

No.	Tanggal	Deskripsi Bimbingan	Paraf Dosen
1	16 Januari 2025	Perbaikan Penulisan latar belakang	<i>R</i>
2	27 Januari 2025	Perbaikan Penulisan tujuan, rumusan	<i>R</i>
3	12 Maret 2025	Perbaikan Pendahuluan, hipotesis	<i>R</i>
4	24 Maret 2025	Perbaikan semua bab I	<i>R</i>
5	14 April 2025	Perbaikan landasan teori	<i>R</i>
6	12 Juni 2025	Perbaikan Pengujian yang digunakan	<i>R</i>
7	24 Juni 2025	Perbaikan bab III	<i>R</i>
8	2 Juli 2025	Perbaikan grafik dan pengumpulan data	<i>R</i>
9	27 Agustus 2025	Perbaikan Analisis data	<i>R</i>

Sleman, Oktober 2025
 Dosen Pembimbing.



(Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.eng.)

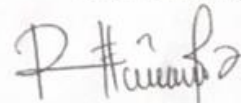
c. Kartu Konsultasi Bimbingan Tugas Akhir Mahasiswa 2

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Nazwah Audini
 NIM : 21526011
 Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
 Bentuk TA : Penelitian
 Mulai Masa Bimbingan TA : Januari 2025
 Selesai Masa Bimbingan TA : Oktober 2025
 Judul TA : Pengembangan Material Komposit Berbasis Sabut Kelapa Dengan Campuran Polipropilena dan Polietilena Berdensitas Tinggi Untuk Aplikasi Ramah Lingkungan
 Nama Dosen Pembimbing : Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.eng.

No.	Tanggal	Deskripsi Bimbingan	Paraf Dosen
1	14 Januari 2025	Perbaikan Penulisan latar belakang	(R)
	27 Januari 2025	Perbaikan Penulisan tujuan, rumusan	(R)
	12 Maret 2025	Perbaikan Pendahuluan, hipotesis	(R)
	26 Maret 2025	Perbaikan semua bab I	(R)
	24 April 2025	Perbaikan landasan teori	(R)
	12 Juni 2025	Perbaikan Pengujian yg digunakan	(R)
	24 Juni 2025	Perbaikan bab III	(R)
	2 Juli 2025	Perbaikan grafik dan pengumpulan data	(R)
	27 Agustus 2025	Perbaikan Analisis data	(R)

Sleman, Oktober 2025
 Dosen Pembimbing,



(Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.eng.)

d. Kartu Konsultasi Revisi Tugas Akhir Mahasiswa 1

KARTU KONSULTASI REVISI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Navyndra Indi Widyaputra
NIM : 21526010
Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
Bentuk TA : Penelitian
Mulai Masa Revisi TA : 25 November 2025
Selesai Masa Revisi TA : 12 Januari 2026
Judul TA : Analisis Pengaruh Komposisi Serat Sabut Kelapa dengan Matriks HDPE atau Polipropilena Terhadap Kerapatan dan Kekuatan Tarik Material Komposit
Nama Dosen Penguji I : Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc


No.	Tanggal	Deskripsi Revisi	Paraf Dosen
1	23 Desember 2025	Memperbaiki analisis data dan pembahasan	
2	23 Desember 2025	Memperbaiki tabel 4.1 dan urutannya	
3	23 Desember 2025	Memperbaiki satuan	
4	23 Desember 2025	Menambahkan hasil pengulangan pada metodologi penelitian	
5	23 Desember 2025	Menambahkan alasan tidak memakai uji tekan	
6	23 Desember 2025	Memperbaiki kesimpulan sesuai dengan rumusan masalah	
7			
8			
9			

Yogyakarta, 12 Januari 2026
Dosen Penguji I,

(Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc)

KARTU KONSULTASI REVISI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Navyndra Indi Widyaputra
NIM : 21526010
Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
Bentuk TA : Penelitian
Mulai Masa Revisi TA : 25 November 2025
Selesai Masa Revisi TA : 13 Januari 2026
Judul TA : Analisis Pengaruh Komposisi Serat Sabut Kelapa dengan Matriks HDPE atau Polipropilena Terhadap Kerapatan dan Kekuatan Tarik Material Komposit
Nama Dosen Penguji I : Feris Firdaus, S.Si., M.Sc

No.	Tanggal	Deskripsi Revisi	Paraf Dosen
1	23 Desember 2025	Memperbaiki tujuan	
2	23 Desember 2025	Memperbaiki rumusan masalah	
3	23 Desember 2025	Memperbaiki hasil dan pembahasan	
4	23 Desember 2025	Menambahkan grafik uji statistik pada hasil	
5	23 Desember 2025	Menambahkan keterangan uji statistik pembahasan	
6	23 Desember 2025	Memperbaiki kesimpulan selaras dengan rumusan masalah	
7	23 Desember 2025	Memperbaiki struktur kata pada latar belakang	
8			
9			










Yogyakarta, 13 Januari 2026
Dosen Penguji I,


(Feris Firdaus, S.Si., M.Sc)

e. Kartu Konsultasi Revisi Tugas Akhir Mahasiswa 2

KARTU KONSULTASI REVISI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Nazwah Audini
 NIM : 21526011
 Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
 Bentuk TA : Penelitian
 Mulai Masa Revisi TA : 25 November 2025
 Selesai Masa Revisi TA : 12 Januari 2026
 Judul TA : Analisis Pengaruh Komposisi Serat Sabut Kelapa dengan Matriks HDPE atau Polipropilena Terhadap Kerapatan dan Kekuatan Tarik Material Komposit
 Nama Dosen Penguji I : Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc






No.	Tanggal	Deskripsi Revisi	Paraf Dosen
1	12 Januari 2026	Memperbaiki konsistensi penulisan nama polimer	
2	12 Januari 2026	Memperbaiki aturan penulisan (spasi, daftar isi, daftar notasi)	
3	12 Januari 2026	Membuat list lokasi penelitian	
4	12 Januari 2026	Memperbaiki kesalahan penulisan/typo	
5	12 Januari 2026	Memperbaiki pengulangan berlebihan	
6	12 Januari 2026	Menambahkan teori penyebab void dan bagaimana mengetahuinya tanpa SEM, serta menambahkan teori compatibilizer	
7	12 Januari 2026	Menambahkan detail (sifat kimia, sifat fisika) pada landasan teori	
8	12 Januari 2026	Memperbaiki penulisan istilah asing menjadi italic	
9	12 Januari 2026	Menambahkan penjelasan tentang rasio matriks dan target kerapatan	

Kota, Yogyakarta 12, Januari 2026
 Dosen Penguji I,


 (Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc)

KARTU KONSULTASI REVISI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Nazwah Audini
NIM : 21526011
Semester, Tahun Akademik : Ganjil, 2025/2026
Bentuk TA : Penelitian
Mulai Masa Revisi TA : 25 November 2025
Selesai Masa Revisi TA : 12 Januari 2026
Judul TA : Analisis Pengaruh Komposisi Serat Sabut Kelapa dengan Matriks HDPE atau Polipropilena Terhadap Kerapatan dan Kekuatan Tarik Material Komposit
Nama Dosen Penguji II : Feris Firdaus, S.Si., M.Sc.

No.	Tanggal	Deskripsi Revisi	Paraf Dosen
1	12 Januari 2026	Memperbaiki/mengganti judul laporan TA	
2	12 Januari 2026	Menyklaraskan tujuan, rumusan, dan kesimpulan	
3	12 Januari 2026	Memperbaiki penggunaan kata pada tujuan (analisis)	
4	12 Januari 2026	Menambahkan nilai perhitungan modulus elastisitas	
5	12 Januari 2026	Memperbaiki rumusan masalah (dijadikan 1 poin)	

Kota, Yogyakarta 12, Januari 2026
Dosen Penguji II,


(Feris Firdaus, S.Si., M.Sc.)