



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM) UNIVERSITAS BOJONEGORO

Sekretariat Panitia : Kantor Pusat UNIGORO, Jl. Lettu Suyitno No. 2 Telp (0353) 881984 – 885444 BOJONEGORO

SURAT PERJANJIAN KONTRAK PENELITIAN NOMOR : 075 / LPPM-LIT / UB / XI / 2025

Pada Hari Ini Senin Tanggal Tiga Bulan November Tahun Dua Ribu Dua Puluh Lima, yang bertanda tangan dibawah ini :

1. **Dr. LAILY AGUSTINA RAHMAWATI, S.Si., M.Sc.** selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Bojonegoro, selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.
2. **AMALIA MA'RIFATUL MAGHFIROH, S.Si., M.T.** selaku Dosen Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro selaku Peneliti, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Kedua belah pihak menyatakan bersepakat untuk membuat perjanjian kontrak penelitian sebagai berikut :

Pasal 1 **Judul Penelitian**

PIHAK PERTAMA dalam jabatannya tersebut di atas, memberikan tugas kepada PIHAK KEDUA untuk melaksanakan penelitian yang berjudul:

"ANALISIS STRUKTUR DAN SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SANSEVIERA-TEPUNG KETAN UNTUK KEMASAN PANGAN BERKELANJUTAN"

Pasal 2 **Waktu dan Biaya Penelitian**

- (1) Waktu penelitian adalah 4 bulan, dari **3 November 2025 sampai dengan 27 Februari 2026.**
- (2) Biaya pelaksanaan penelitian ini dibebankan pada Anggaran Universitas Bojonegoro Tahun 2025/2026 dengan **nilai kontrak sebesar Rp. 5.000.000,- (Lima Juta Rupiah)**

Pasal 3 **Cara Pembayaran**

Pembayaran biaya penelitian diberikan sesuai dengan aturan dan tata cara yang telah ditetapkan dalam Pedoman Penelitian Universitas Bojonegoro, yaitu:

- (1) Tahap I sebesar 60% dari nilai kontrak yang diterimakan paling cepat dua minggu setelah surat perjanjian kontrak penelitian ini ditandatangani oleh kedua pihak melalui Bendahara Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Bojonegoro dengan bukti pencairan Tahap I berupa Proposal yang telah disetujui oleh LPPM dan Surat Keputusan Penerima Hibah Internal.
- (2) Tahap II sebesar 40% dari nilai kontrak yang diterimakan setelah PIHAK KEDUA menyelesaikan seluruh kewajiban pekerjaan penelitian yang dibuktikan dengan dokumen laporan penelitian dan bukti submit jurnal minimal **terakreditasi Sinta**.

Pasal 4

Keaslian Penelitian dan bebas dari ikatan dengan Pihak Lain

- (1) PIHAK KEDUA bertanggungjawab atas keaslian judul penelitian sebagaimana disebutkan dalam pasal 1 Surat Perjanjian Kontrak Penelitian ini (bukan duplikat/jiplakan/plagiat) dari penelitian orang lain.
- (2) PIHAK KEDUA menjamin bahwa judul penelitian tersebut bebas dari ikatan dengan pihak lain atau tidak sedang didanai oleh pihak lain.
- (3) Apabila di kemudian hari diketahui ketidakbenaran pernyataan ini, maka kontrak penelitian dinyatakan batal, dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana yang telah diterima.

Pasal 5

Monitoring Penelitian

- (1) PIHAK PERTAMA berhak untuk:
 - a. Melakukan pengawasan administrasi, monitoring, dan evaluasi terhadap pelaksanaan penelitian
 - b. Memberikan sanksi jika dalam pelaksanaan penelitian terjadi pelanggaran terhadap isi perjanjian oleh peneliti
 - c. Bentuk sanksi disesuaikan dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan
- (2) Pemantauan kemajuan penelitian dilakukan oleh PIHAK PERTAMA.

Pasal 6

Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir Penelitian

- (1) PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Laporan Kemajuan kepada PIHAK PERTAMA **paling lambat tanggal 2 Januari 2026 atau tiga bulan setelah tanggal penandatanganan kontrak**.

- (2) Setelah Laporan Kemajuan disetujui oleh LPPM, PIHAK KEDUA wajib menyerahkan **Laporan Akhir dan bukti submit Jurnal minimal terakreditasi sinta paling lambat tanggal 27 Februari 2026.**
- (3) Berkas-berkas Laporan Akhir meliputi:
- Laporan lengkap penelitian sebanyak 3 (tiga) eksemplar dengan cover merah muda.
 - Salinan tautan jurnal, atau tangkapan gambar layar proses submit jurnal dan diletakkan di halaman paling belakang laporan.
- (4) Format laporan hasil penelitian sesuai dengan aturan-aturan yang telah ditetapkan pada surat Nomor: 007/LPPM/UB/III/2023 yang beralamatkan <https://www.unigoro.ac.id/lppm-lit-pkm/>.

Pasal 7 Sanksi

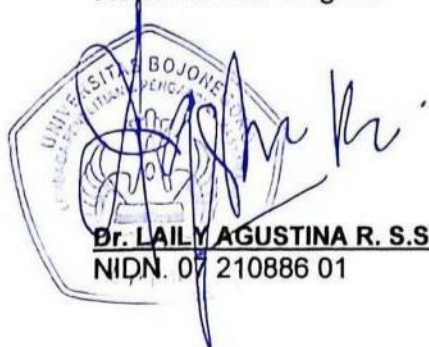
Segala kelalaian baik disengaja maupun tidak, sehingga menyebabkan keterlambatan menyerahkan laporan hasil akhir penelitian dengan batas waktu dalam pasal 2 yang telah ditentukan akan mendapatkan sanksi sebagai berikut.

- Apabila PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Kemajuan tetapi tidak menyerahkan Laporan Akhir dan bukti submit jurnal maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan 60% dana penelitian yang telah diterima.
- Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan Laporan Kemajuan dan tidak menyerahkan Laporan Akhir serta bukti submit jurnal maka PIHAK KEDUA akan diberikan sanksi denda sebesar nilai kontrak sebagaimana tercantum pada Pasal 2 Ayat 2.

Pasal 8 Penutup


Perjanjian ini berlaku sejak ditandatangani dan disetujui oleh PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA.

PIHAK PERTAMA
Ketua LPPM Unigoro



Dr. LAILI AGUSTINA R. S.Si., M.Sc.
NIDN. 07 210886 01

PIHAK KEDUA
Peneliti



AMALIA MA'RIFATUL MAGHFIROH, S.Si., M.T.
NIDN. 0716119201

LAPORAN
PENELITIAN INTERNAL DOSEN
Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknik



**Analisis Struktur dan Sifat Mekanik Komposit *Sansevieria-*
Tepung Ketan untuk Kemasan Pangan Berkelanjutan**

Tim Peneliti:

Amalia Ma'rifatul Maghfiroh, S.Si., M.T.
Dyah Setyaningrum, S.Si., M.Sc.
Putri Puja Pratiwi
Ocha Silvia Kencana

Nomer Kontrak

075/LPPM-LIT/UB/XI/2025

Dibiayai oleh:

Universitas Bojonegoro

Periode 1 Tahun Anggaran 2025/2026

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2026

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN MANDIRI

- 1. Judul Penelitian** : Analisis Struktur dan Sifat Mekanik Komposit
Sanseviera-Tepung Ketan untuk Kemasan Pangan Berkelanjutan
- 2. Tema** : Sistem Manufacture dan Jasa
- 3. Ketua Peneliti**
- a. Nama Peneliti : Amalia Ma'rifatul Maghfiroh, S.Si., M.T.
 - b. NIDN : 0716119201
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : amalia@unigoro.ac.id
 - e. Bidang Keilmuan : Material Engineering
- 4. Anggota Peneliti 1**
- a. Nama (Dosen) : Dyah Setyaningrum, S.Si., M.Sc.
 - b. NIDN : 0711109003
 - c. Program Studi : Kimia
 - d. E-mail : dyahds@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Kimia
- 5. Anggota Peneliti 2**
- a. Nama (Mahasiswa) : Putri Puja Pratiwi
 - b. NIM : 23262011046
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : ppuja8839@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Teknik Industri
- Anggota Peneliti 3**
- a. Nama (Mahasiswa) : Ocha Silvia Kencana
 - b. NIM : 23262011043
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : silviaocha5@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Teknik Industri
6. Jangka Waktu Penelitian : 6 Bulan
7. Lokasi Penelitian : Universitas Bojonegoro
8. Dana Diusulkan : 5.000.000,-

Mengetahui,

Ketua LPPM Universitas Bojonegoro



Dr. ARLY Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.
NIDN 07 2108 8601

Bojonegoro, 25 Februari 2026
Pengusul,

Amalia Ma'rifatul M., S.Si., M.T
NIDN. 07 16119201

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan penelitian ini sebaik-baiknya. Laporan penelitian ini berjudul “**Analisis Struktur dan Sifat Mekanik Komposit Serat Lidah Mertua-Tepung Ketan untuk Kemasan Pangan Berkelanjutan**” ini disusun untuk memenuhi salah satu tridharma perguruan tinggi yaitu penelitian. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa penelitian sampai pembuatan laporan ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam pembuatan laporan penelitian ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga penelitian ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu tentang karakterisasi material ke depannya.

Bojonegoro, 24 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
RINGKASAN	vii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Landasan Teori	4
A. Jenis-Jenis Serat	14
2.2 Penelitian Terdahulu.....	18
2.3 Kerangka Konsep Penelitian	20
BAB III	21
METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	21
3.2 Lokasi Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	21
3.4 Variabel Penelitian	21
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	23
BAB IV	24
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Pembuatan Material Eco Friendly	24
1. Identifikasi <i>Material Eco Friendly</i>	24

2. Penyusunan Komposisi <i>Material Eco Friendly</i>	26
3. Produksi Sampel <i>Material Eco Friendly</i>	26
4.2 Pengujian Mekanik berupa Uji Tarik	30
4.3 Pengujian FTIR	32
BAB V	38
KESIMPULAN	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 4. 1 Pengujian Kuat Tarik	30
Tabel 4. 2 bilangan gelombang	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposit	4
Gambar 2. 2 Komposit serat (Fibrous Composites).....	7
Gambar 2. 3 Komposit Serpih (<i>Flake Composites</i>)	8
Gambar 2. 4 Komposit Butir/Partikel (Particulate Composites).....	8
Gambar 2. 5 Filled (Skeletal) Composites	9
Gambar 2. 6 Laminar composites	9
Gambar 2. 7 Continuous fiber composite	11
Gambar 2. 8 Woven fiber composite	11
Gambar 2. 9 Chopped fiber composite	11
Gambar 2. 10 Hybrid composite	12
Gambar 2. 11 Komposit Partikel (Particulate Composite).....	12
Gambar 2. 12 Komposit Lapis (Laminates Composites).....	13
Gambar 2. 13 Lidah mertua (<i>sansevieria</i>).....	15
Gambar 2. 14 Pinsip Kerja FTIR	16
Gambar 2. 15 Uji kekuatan tarik	17
Gambar 2. 16 Kerangka konsep penelitian	20
Gambar 3. 1 Flowchart.....	23
Gambar 4. 1 Serat lidah mertua (<i>Sansevieria sp.</i>).....	24
Gambar 4. 2 Tepung ketan	25
Gambar 4. 3 Gliserol	25
Gambar 4. 4 Pengambilan serat lidah mertua	27
Gambar 4. 5 Pencampuran komposisi.....	27
Gambar 4. 6 Pencetakan sampel komposit	28
Gambar 4. 7 Sampel komposit C	29
Gambar 4. 8 Sampel komposit B	29
Gambar 4. 9 Sampel komposit A	29
Gambar 4. 10 Pengujian Kuat Tarik	31
Gambar 4. 11 FTIR variasi komposisi material serat 60:40 perekat.....	33
Gambar 4. 12 FTIR variasi komposisi material serat 70:30 perekat.....	34
Gambar 4. 13 FTIR variasi komposisi material serat 80:20 perekat.....	34

RINGKASAN

Penggunaan styrofoam sebagai kemasan pangan masih menjadi masalah serius karena sifatnya yang tidak biodegradable dan berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif material kemasan yang ramah lingkungan, aman, dan memiliki sifat mekanik memadai. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur kimia dan sifat mekanik komposit berbasis serat lidah mertua (*Sansevieria sp.*) dan tepung ketan sebagai bahan baku pembuatan kemasan pangan berkelanjutan. Serat lidah mertua digunakan sebagai penguat karena kandungan selulosanya yang tinggi, sedangkan tepung ketan berfungsi sebagai matriks alami yang biodegradable. Analisis struktur dilakukan menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR) untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan interaksi kimia yang terbentuk pada komposit. Sementara itu, sifat mekanik dievaluasi melalui uji tarik untuk mengetahui nilai kuat tarik dan modulus elastisitas dari variasi komposisi serat dan matriks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit dengan komposisi 70:30 merupakan formulasi optimum berdasarkan nilai kuat tarik (78,797 MPa), regangan (10,112%), dan modulus elastisitas (15,52 N/mm²) tertinggi, yang mengindikasikan interaksi antarmuka matriks–penguat berlangsung efektif sehingga meningkatkan transfer tegangan dan kinerja mekanik material. Analisis FTIR memperlihatkan pita khas polisakarida seperti –OH (± 3280 cm⁻¹), C–H alifatik (± 2920 cm⁻¹), H–O–H (± 1646 cm⁻¹), serta C–O/C–O–C (1149–995 cm⁻¹), yang menegaskan dominasi selulosa dan pati. Pergeseran puncak dan munculnya pita baru menunjukkan adanya interaksi ikatan hidrogen tanpa pembentukan gugus fungsi baru, sehingga komposit terbentuk melalui interaksi fisik. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan potensi material sebagai kemasan pangan berbasis biopolimer yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Komposit, Serat Lidah Mertua, Tepung Ketan, FTIR, Uji Tarik, Kemasan Pangan Berkelanjutan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era peningkatan kesadaran akan dampak negatif dari penggunaan styrofoam sekali pakai dalam kemasan pangan, muncul kebutuhan mendesak terhadap alternatif material yang bersifat lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Material komposit berbasis serat alam menjadi salah satu solusi yang menjanjikan karena memiliki keuntungan seperti sumber terbarukan, biodegradabilitas yang lebih tinggi dibandingkan serat sintetis, serta potensi pengurangan jejak lingkungan. Sebagai contoh, kajian menyebut bahwa komposit yang diperkuat dengan serat alam memiliki keunggulan dibandingkan serat kaca atau karbon dalam hal keberlanjutan dan efisiensi sumber daya (Kamarudin, et al, 2022). Menggunakan serat alam dalam kemasan pangan tidak hanya relevan dari sisi material, tetapi juga selaras dengan target-sustainable development seperti daur ulang, pengurangan limbah, dan penggunaan bahan baku bio-berasal.

Salah satu jenis serat alam yang memiliki potensi tinggi adalah serat daun dari tanaman seperti Lidah Mertua (*Sansevieria* sp.), yang memiliki struktur selulosa dan lignoselulosa yang khas, sehingga mampu memberikan kontribusi pada ketahanan mekanik saat digunakan sebagai penguat komposit. Meskipun belum banyak kajian khusus terhadap komposit serat lidah mertua–tepung ketan, penelitian pada komposit serat alam secara umum menunjukkan bahwa faktor antarmuka serat-matriks, orientasi dan distribusi serat, serta perlakuan permukaan serat sangat menentukan sifat mekanik akhir komposit (Thyavihalli, 2019). Dalam konteks pemakaian bahan pangan, penggunaan matriks berbahan tepung ketan sebagai matriks atau aditif dalam komposit bisa menjadi pilihan yang menarik karena sifat alami dan kemampuan biodegradasinya.

Analisis struktur (mikroskopis dan morfologi) serta sifat mekanik (seperti tegangan tarik, modulus elastisitas, kekuatan dampak) menjadi aspek penting untuk memastikan bahwa komposit serat lidah mertua–tepung ketan layak digunakan sebagai kemasan pangan yang aman dan fungsional. Dengan mengetahui bagaimana struktur internal komposit terbentuk — misalnya interaksi serat-matriks,

distribusi void, orientasi serat — maka dapat dilakukan optimasi komposisi untuk mencapai kekuatan yang memadai serta stabilitas dimensi selama pemakaian. Lebih jauh, kajian literatur pada komposit serat alam menunjukkan bahwa tantangan utama ialah adhesi antara serat yang bersifat hidrofilik dengan matriks yang seringkali hidrofobik, serta absorpsi air yang dapat menurunkan sifat mekanik (Kamarudin, 2022).

Dengan demikian, penelitian ini diarahkan untuk mengeksplorasi bagaimana kombinasi serat lidah mertua dan tepung ketan dapat menghasilkan bahan kemasan pangan yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga memiliki sifat mekanik yang memadai untuk aplikasi nyata.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik gugus fungsi pada komposit serat lidah mertua – tepung ketan?
2. Bagaimana nilai kuat tarik dan modulus elastisitas komposit serat lidah mertua-tepung ketan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik gugus fungsi pada komposit serat lidah mertua – tepung ketan.
2. Mengetahui nilai kuat tarik dan modulus elastisitas komposit serat lidah mertua-tepung ketan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan pemahaman ilmiah mengenai hubungan antara struktur kimia komposit serat lidah mertua–tepung ketan yang dianalisis melalui FTIR dengan sifat mekanik yang diuji melalui uji tarik, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan material komposit berbahan alami untuk kemasan pangan berkelanjutan. Hasil penelitian ini juga memberikan data empiris mengenai kekuatan tarik, modulus elastisitas, serta kualitas ikatan serat–matriks yang dapat digunakan sebagai acuan dalam optimasi formulasi komposit

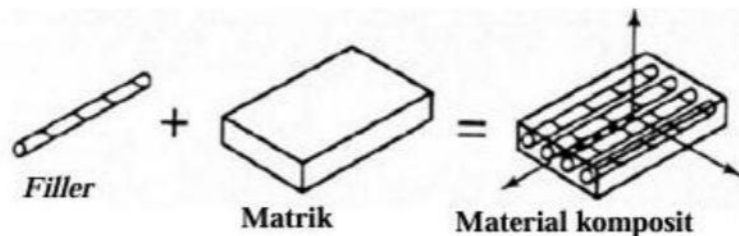
biodegradable. Selain itu, penelitian ini berpotensi mendukung pengurangan penggunaan styrofoam sekaligus memanfaatkan bahan lokal yang ramah lingkungan, sehingga memberikan manfaat praktis dan sosial bagi pengembangan kemasan pangan yang lebih aman, berkelanjutan, dan bernilai ekonomi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Komposit

Komposit merupakan material yang dibuat dari dua atau lebih *material* yang berbeda yang mana digabungkan menurut sifat khususnya. Sebuah komposit merupakan *material* yang dianggap *multifase* dimana dibuat dengan tujuan untuk menunjukkan sebuah kombinasi sifat yang baik dari setiap *material* komponennya, sehingga terbentuklah *material* yang sifatnya jauh lebih baik dari *material* pembentuknya (Purnavita et al., 2020). Sementara itu menurut (Lestari Berutu et al., 2022b) menyatakan bahwa sebuah *material* komposit dapat dianggap sebagai *material* multifase yang menunjukkan sebuah proporsi yang signifikan dari sifat-sifat kedua fase unsur-unsur pokok penyusunnya sehingga sebuah kombinasi sifat yang lebih baik dapat tercapai. *Material* komposit umumnya memiliki satu kesamaan yaitu terdapat matrik atau pengikat yang dikombinasikan dengan bahan penguat.



Gambar 2. 1 Komposit

Menurut (Dewi et al., 2023) komposit merupakan suatu sistem *material* yang tersusun dari kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi *material* yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan. Pengertian yang lain menjelaskan bahwa sebuah *material* komposit dapat didefinisikan sebagai sebuah kombinasi dari dua atau lebih *material* yang menghasilkan sifat lebih baik dari pada komponen individualnya (Mardova et al., 2023). Terdapat dua unsur utama pembentuk *material* komposit yaitu sebuah penguat (*reinforcement*), dapat disebut juga sebagai pengisi (*filler*) dan sebuah matrik (Gambar 2.1).

Bahan Penyusun Komposit

1. Matrik

Menurut (Purnavita et al., 2020) matrik merupakan *material* utama dalam suatu *material* komposit, dimana dalam struktur sistem komposit *material* matrik ini akan menyelubungi *material* penguat atau pengisi. Sementara itu menurut (Hartiati et al., 2022) matrik merupakan fase *continue* yang mengelilingi fase yang lainnya yaitu fase terdispersi dimana fase terdispersi ini merupakan penguat atau pengisi. Pada *material* komposit matrik akan berperan untuk melindungi serat dari lingkungan, matrik dan daerah antar muka keduanya akan meneruskan tekanan eksternal ke serat. Oleh karena itulah sifat keseluruhan struktur komposit tergantung pada sifat dari masing-masing komponennya yaitu matrik, serat dan daerah antar muka yang menghubungkan antara matrik dan penguat. Selain itu juga metode yang digunakan dalam proses pembuatan komposit itu sendiri juga akan berpengaruh terhadap sifat keseluruhan struktur komposit yang dihasilkan tersebut.

Menurut (Mukti et al., 2024) pada umumnya matrik terbuat dari *material* yang mempunyai sifat lunak dan liat. Fungsi utama *material* matrik pada komposit diantaranya yaitu membentuk suatu ikatan yang koheren di semua permukaan serat atau matrik, menyelubungi serat dan melindunginya dari kerusakan antar serat berupa abrasi, serta melindungi serat terhadap lingkungan, mentransfer tegangan kerja ke serat, selain itu juga matrik berfungsi untuk melepaskan ikatan dari serat individu dengan cara menyerap energi regangan, apabila kebetulan terjadi perambatan retak dalam matrik yang mengenai serat. Menurut (Nur et al., 2021a), polimer, logam dan keramik pada umumnya digunakan sebagai *material* matrik dalam proses pembuatan komposit, dimana tergantung pada keperluan khusus.

2. Filler

Menurut (Hartiati et al., 2022) pada *material* komposit dengan matrik polimer, ditambahkan bahan berserat baik serat sintesis maupun serat alami

yang mana berperan sebagai *material filler* atau penguat. Ditambahkannya serat sebagai *filler* ini akan memberikan kekuatan dan sifat kekakuan pada struktur komposit tersebut. Fungsi utama *filler* pada *material* komposit adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit. Hal ini dikarenakan ketika tegangan diberikan pada komposit maka matrik pada awalnya akan menerima beban tersebut kemudian diteruskan menuju ke *filler*, sehingga pada akhirnya *filler* akan menahan beban tersebut sampai beban maksimum. Oleh karena itulah tinggi rendahnya kekuatan komposit tergantung pada *material filler* yang digunakan. Menurut (Mukti et al., 2024), berdasarkan bentuk *filler* komposit dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

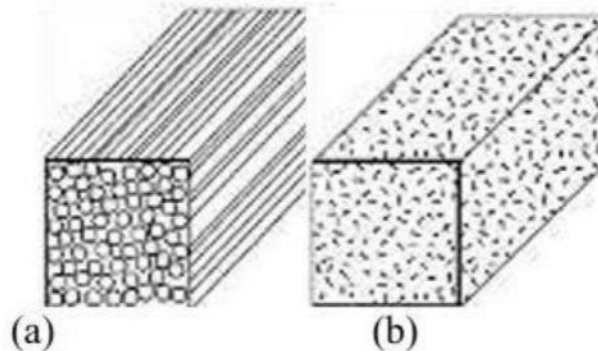
- a. Komposit partikel (*particulate composites*) Komposit partikel merupakan material komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai material pengisinya. Sementara itu untuk distribusinya sendiri tersebar secara merata dalam *material* matriknya.
- b. Komposit serat (*fibrous composites*) *Material* komposit serat merupakan *material* komposit yang terdiri dari serat dan matrik. Dimana serat ini berperan sebagai *material* pengisinya. Fungsi utama dari serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit. Jenis komposit yang diperkuat dengan serat ini dapat dikelompokkan lagi menjadi 4 yaitu:
 1. Komposit serat kontinyu (*Continuous fiber composite*)
 2. Komposit serat anyam (*Woven fiber composite*) Komposit yang diperkuat dengan serat anyaman.
 3. Komposit serat acak (*Chopped fiber composite*) Komposit yang diperkuat dengan serat pendek/acak.
 4. Komposit hibrid (*Hybrid composite*) Komposit yang terbuat dari gabungan dua atau lebih pengisi dan matrik yang membentuk satu kesatuan struktur dalam skala makroskopik.
- c. Komposit lapis (*Laminates composites*) *Material* komposit lapis merupakan material komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat tersendiri.

Klasifikasi Material Komposit

Menurut (Mukti et al., 2024) komposit dibedakan menjadi 5 kelompok berdasarkan bentuk struktur dari penyusunannya, yaitu:

1. Komposit serat (*Fibrous Composites*)

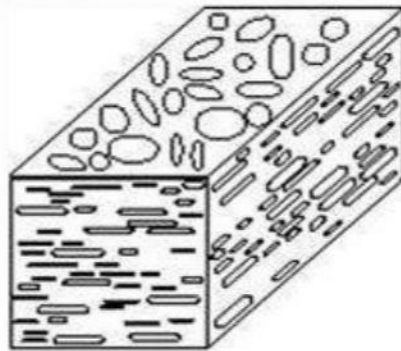
Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai bahan penguatnya. Dalam pembuatan komposit, serat dapat diatur memanjang (*unidirectional composites*) atau dapat dipotong kemudian disusun secara acak (*random fibers*) serta juga dapat dianyam (*cross-ply laminate*). Komposit serat sering digunakan dalam industri otomotif dan industri pesawat terbang. Serat panjang mempunyai struktur yang lebih sempurna karena struktur kristal tersusun sepanjang sumbu serat dan cacat internal pada serat lebih sedikit dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat serat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian (Nur et al., 2021a). Tipe ini mempunyai susunan serat panjang dan lurus, tipe ini mempunyai kelemahan pemisahan antar lapisan yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 2 Komposit serat (*Fibrous Composites*)

2. Komposit Serpih (*Flake Composites*)

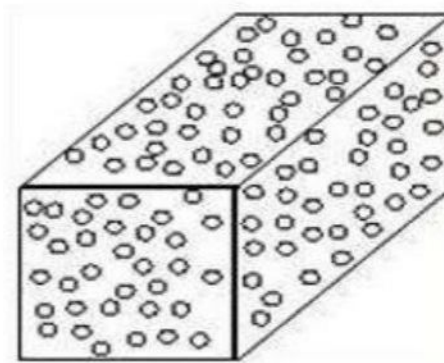
Flake Composites adalah komposit dengan penambahan material berupa serpih ke dalam matriksnya. Flake dapat berupa serpihan mika, glass dan metal, yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 3 Komposit Serpilh (*Flake Composites*)

3. Komposit Butir/Partikel (*Particulate Composites*)

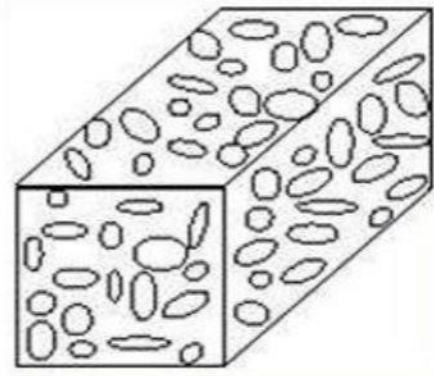
Particulate composites adalah salah satu jenis komposit dimana dalam matriks ditambahkan material lain berupa serbuk/butir. Perbedaan dengan *flake* dan *fiber composites* terletak pada distribusi dari material penambahnya. Dalam *particulate composites*, material penambah terdistribusi secara acak atau kurang terkontrol daripada *flake composites*. Sebagai contoh adalah beton, yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 4 Komposit Butir/Partikel (*Particulate Composites*)

4. *Filled (Skeletal) Composites*

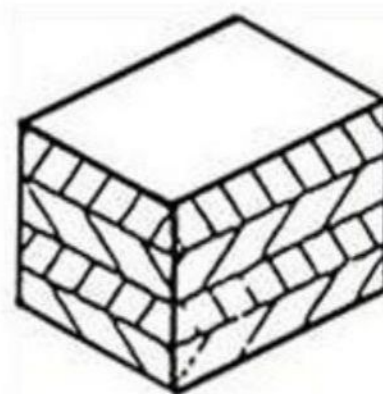
Filled composites adalah komposit dengan penambahan material kedalam matriks dengan struktur tiga dimensi dan biasanya filler jugadalam bentuk tiga dimensi, yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 5 Filled (Skeletal) Composites

5. *Laminar composites*

Laminar composites adalah komposit dengan susunan dua atau lebih layer, dimana masing-masing layer dapat berbeda – beda dalam hal material, bentuk, dan orientasi penguatannya, yang ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 6 Laminar composites

Faktor yang mempengaruhi komposit

Ada tiga faktor yang sangat menentukan sifat-sifat dari suatu komposit, yaitu (Mukti et al., 2024).

1. *Material* pembentuk

Sifat-sifat yang dimiliki oleh *material* pembentuk memegang peranan yang sangat penting karena sangat besar pengaruhnya dalam menentukan sifat kompositnya. Sifat dari komposit itu merupakan gabungan dari sifat-sifat komponennya.

2. Bentuk dan susunan komponen

Karakteristik struktur dan geometri komponen juga memberikan pengaruh yang besar bagi sifat komponen. Bentuk dan ukuran tiap komponen dan distribusi serta jumlah relatif masing - masing merupakan faktor yang sangat penting yang memberikan kontribusi dalam penampilan komposit secara keseluruhan.

3. Hubungan antar komponen

Komposit merupakan campuran atau kombinasi bahan-bahan yang berbeda, baik dalam hal sifat bahan maupun bentuk bahan, maka sifat kombinasi yang diperoleh pasti akan berbeda. Prinsip yang mendasari perancangan, pengembangan dan penggunaan dari komposit adalah pemakaian komponen yang sesuai dengan aplikasinya.

Komposit Serat

Berdasarkan bentuk komponen strukturalnya, bentuk-bentuk komponen utama yang digunakan dalam material komposit dapat dibagi atas tiga kelas, yaitu: (Mukti et al., 2024).

1. Komposit Serat

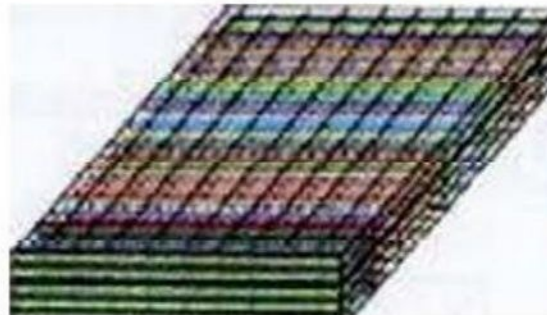
Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari *fiber* dalam matriks. Secara alami serat yang panjang mempunyai kekuatan yang lebih dibanding serat yang berbentuk curah (*bulk*). Serat panjang mempunyai struktur yang lebih sempurna karena struktur kristal tersusun sepanjang sumbu serat dan cacat internal pada serat lebih sedikit daripada *material* dalam bentuk curah. Kebutuhan akan penempatan serat dan arah serat yang berbeda menjadikan komposit diperkuat serat dibedakan lagi menjadi beberapa bagian diantaranya (Mukti et al., 2024).

a. *Continuous fiber composite* (komposit diperkuat dengan serat kontinyu)



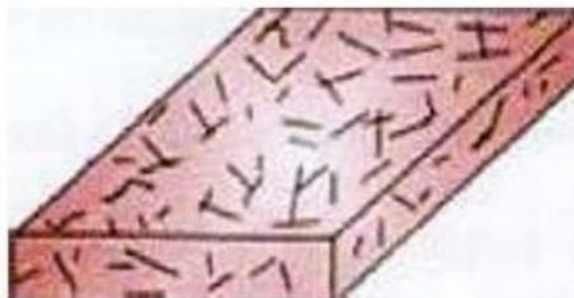
Gambar 2. 7 Continous fiber composite

- b. *Woven fiber composite* (komposit diperkuat serat anyaman)



Gambar 2. 8 Woven fiber composite

- c. *Chopped fiber composite* (komposit diperkuat serat pendek/acak)



Gambar 2. 9 Chopped fiber composite

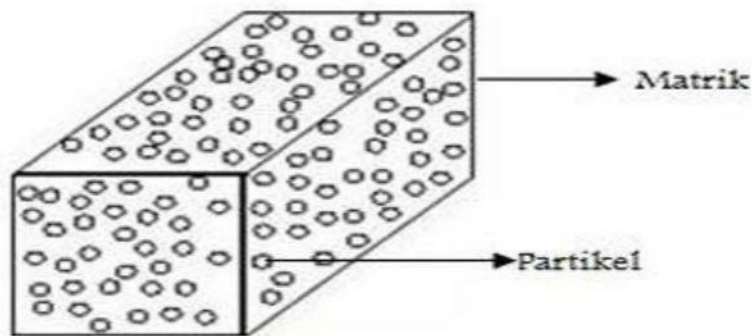
- d. *Hybrid composite* (komposit diperkuat serat kontinyu dan acak)



Gambar 2. 10 Hybrid composite

2. Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Komposit Partikel merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya (Mukti et al., 2024). Skema komposit partikel diperlihatkan pada Gambar 2.11.

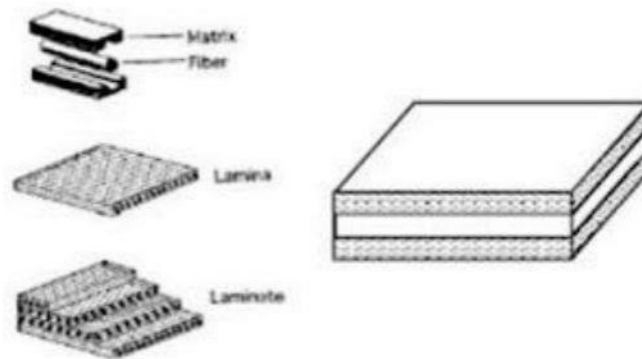


Gambar 2. 11 Komposit Partikel (*Particulate Composite*)

Komposit ini biasanya mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti bulat serpih, balok, serta bentuk-bentuk lainnya yang memiliki sumbu hampir sama, yang kerap disebut partikel. Bisa terbuat dari satu atau lebih *material* yang dibenamkan dalam suatu matrik dengan material yang berbeda. Partikelnya bisa logam atau non logam, seperti halnya matrik. Selain itu ada pula polimer yang mengandung partikel yang hanya dimaksudkan untuk memperbesar volume *material* dan bukan untuk kepentingan sebagai bahan penguat (Mukti et al., 2024).

3. Komposit Lapis (*Laminates Composites*)

Merupakan jenis komposit terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri (Mukti et al., 2024). Skema komposit lapis diperlihatkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Komposit Lapis (Laminates Composites)

Laminates Composite Merupakan komposit yang tersusun atas dua (atau lebih) lamina. Komposit serat dalam bentuk lamina ini yang paling banyak digunakan dalam lingkup teknologi ataupun otomotif maupun industri. Dalam bentuk nyata dari komposit lamina adalah (Mukti et al., 2024):

a. Bimetal

Bimetal adalah lapis dari dua buah logam yang mempunyai koefisien ekspansi *thermal* yang berbeda. Bimetal akan melengkung seiring dengan berubahnya suhu sesuai dengan perancangan, sehingga jenis ini sangat cocok untuk alat ukur suhu (Mukti et al., 2024).

b. Pelapisan Logam

Pelapisan logam yang satu dengan yang lain dilakukan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya (Mukti et al., 2024).

c. Kaca yang dilapisi

Konsep ini sama dengan pelapisan logam. Kaca yang dilapisi akan lebih tahan terhadap cuaca (Mukti et al., 2024).

d. Komposit lapis serat

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasa digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat (Mukti et al., 2024).

A. Jenis-Jenis Serat

Serat dalam bahan komposit berperan sebagai bagian utama yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan serat pembentuknya. Semakin kecil bahan (diameter serat mendekati ukuran kristal) maka semakin kuat bahan tersebut, karena minimnya cacat pada *material*. Dilihat dari jenisnya, serat dibagi menjadi dua yaitu:

1. Serat alam (*nature fiber*)

Serat alam adalah serat yang berasal dari tumbuhan dan hewan berbentuk seperti benang. Untuk mendapatkan bentuk serat, diperlukan beberapa tahap pemrosesan bergantung dengan karakter bahan dasarnya. Jenis - jenis serat dari tumbuhan antara lain yang berbahan kapas, pelepah pisang, enceng gondong, rami, dan sebagainya. Sedangkan serat dari hewan misalnya wool, sutra dan bulu burung.

2. Serat sintetik atau serat buatan

Serat buatan terbentuk dari polimer-polimer yang berasal dari alam maupun polimer-polimer buatan yang dibuat dengan cara kepolimeran senyawa senyawa kimia yang relatif sederhana. Semua proses pembuatan serat dilakukan dengan menyempotkan polimer yang berbentuk cairan melalui lubang-lubang kecil (*spinner*). Serat buatan (serat termoplastik) disebut juga *man-made fibres* terdiri dari *nylon, perlon, decron, teriline, trivera, terlenka, tetoron, prinsip, bellini, laceri, larici, orlon, cashmilon, silk, caterina* dan lain-lain. Selain itu serat juga merupakan unsur yang terpenting, karena seratlantinya yang akan menentukan sifat mekanik komposit tersebut seperti kekakuan, keuletan, kekuatan dan sebagainya (Lestari Berutu et al., 2022b). Beberapa fungsi utama dari serat adalah

- a. Sebagai pembawa beban. Dalam struktur komposit 70% - 90% beban dibawa oleh serat.

- b. Memberikan sifat kekakuan, kekuatan, *stabilitas* panas dan sifat-sifat lain dalam komposit.
- c. Memberikan *insulasi* kelistrikan (*konduktivitas*) pada komposit, tetapi ini tergantung dari serat yang digunakan.

Lidah Mertua (*Sansevieria*)

Lidah mertua merupakan salah satu tumbuhan yang tumbuh menahun (*perennial*). Serat lidah mertua (*sansevieria*) merupakan jenis tanaman hias yang dapat tumbuh dalam kondisi sedikit air dan cahaya matahari. Salah satu kelebihan lainnya adalah menyerap racun. Tanaman ini termasuk kedalam jenis *agavaceae*. Jenis *agavaceae* adalah tanaman yang memiliki daun tersusun rapat dari batang dan tebal. Jenis tanaman lidah mertua terdapat bermacam-macam seperti *sansevieria stuckyi*, *sansevieria kirkii*, dan *sansevieria trifasciata*.

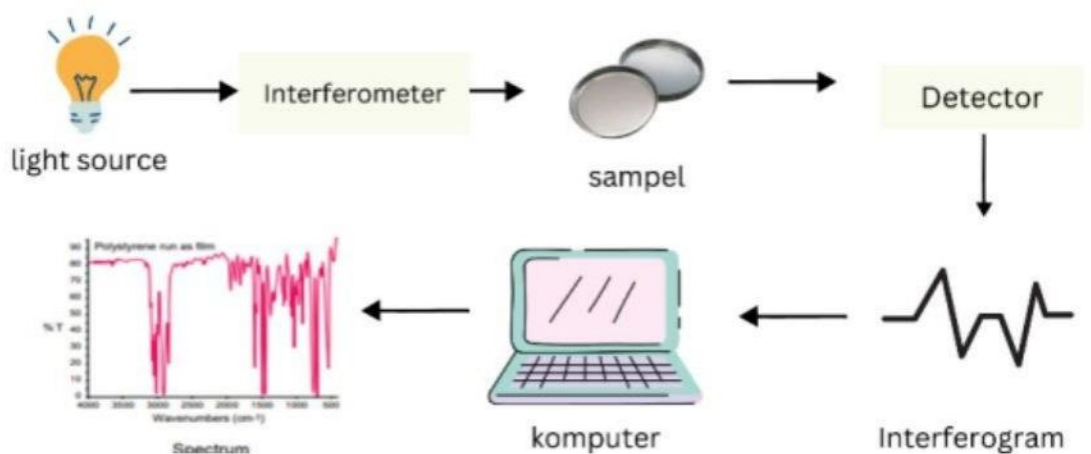


Gambar 2. 13 Lidah mertua (*sansevieria*)

Jenis *sansevieria trifasciata* memiliki kandungan selulosa yang tinggi dan nilai *lignin* yang rendah. Oleh karena itu menghasilkan serat yang lembut dan sangat *elastis*. Jenis serat lidah mertua berpotensi sebagai bahan baku dalam industri berbasis serat. Karena serat lidah mertua memiliki karakter yang tidak mudah rapuh, mengkilat, dan panjang.

FTIR

Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi dan menganalisis spektrum yang dihasilkan dengan menggunakan bantuan inframerah. Alat ini dapat mengidentifikasi senyawa organik yang terdapat pada sampel karena transmitansi cahaya dan pengukuran intensitas cahaya yang membuat spektrum menjadi kompleks. Prinsip kerja FTIR dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Pinsip Kerja FTIR

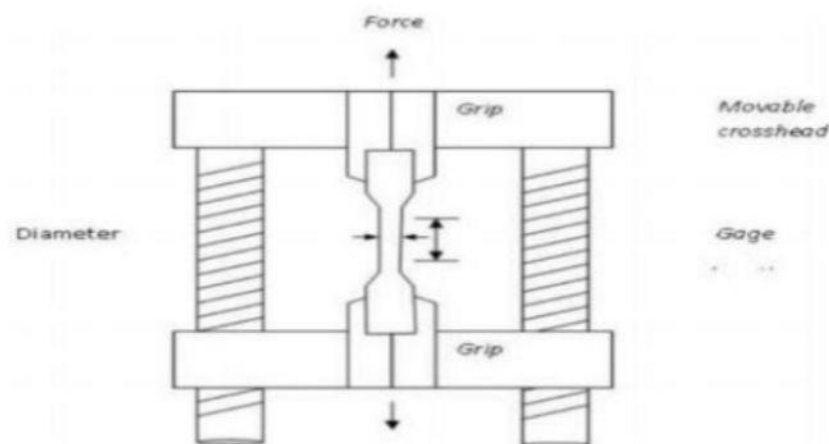
Prinsip kerja dari FTIR yaitu pengiriman radiasi inframerah ke sampel dengan menggunakan pelarut referensi. Lalu inframerah akan diserap oleh sampel dan ditransmisikan. sinar inframerah terus menuju ke detektor dan kemudian fungsi *trans fourier* akan digunakan untuk menghasilkan data kedalam spektrum atau dalam bentuk puncak-puncak.

Uji Kekuatan Tarik

Uji kekuatan tarik adalah proses pengujian material dengan pemberian gaya tarik secara bertahap, yang bertujuan untuk menentukan sejauh mana suatu material mampu menahan beban tarik hingga mengalami deformasi dan patah (Moayyedian et al., 2023) Metode ini mengukur properti mekanik penting seperti kekuatan tarik maksimum, regangan, dan modulus elastisitas . Hasil uji tarik penting karena memberikan gambaran dan informasi tentang kekuatan serta sifat mekanik

material, yang menjadi dasar pertimbangan dalam keperluan aplikasi industri maupun penelitian *material*.

Uji tarik adalah salah satu metode pengujian bahan yang paling mudah dan murah, serta memiliki prosedur yang diakui secara internasional. Untuk memastikan bahwa hasil uji konsisten dan valid, sampel harus memenuhi standar dan spesifikasi American Standard Testing and Materials (ASTM), meskipun bentuk, ukuran, dan cengkaman alat uji cukup baik.



Gambar 2. 15 Uji kekuatan tarik

Rumus untuk menghitung kekuatan tarik dan regangan adalah:

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

$$A_0 = B \times H$$

Keterangan :

σ : Tegangan tarik (Mpa)

F_{maks} : Beban tarik maksimum (N)

A_0 : Luas penampang yang diujikan (mm^2)

B : Lebar (mm)

H : Tinggi (mm)

Uji tarik merupakan salah satu pengujian tegangan-regangan dalam sifat mekanik . Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat *material* terhadap gaya tarik. Penguji kekuatan tarik memakai standar uji D638 Type IV Uji ini Merujuk

analisis pada tarikan karakteristik dari bahan polimer seperti PLA, ABS, PETG dan lainnya.

2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah penelitian terdahulu yang sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Judul, Author, dan Tahun	Tujuan	Pengujian	Hasil
Sifat Fisis dan Akustik Komposit Serat Daun Lidah Mertua dengan Serbuk Gergaji sebagai Peredam Bunyi Arifin Nur Muhammad Haryadi, Yazid Zainur Isnen, Nur Khusaenah, Kamila Fatma Adira, Hanifatus Sa'adah, Ana Muawanah, Kartika Sari. Tahun 2021	memanfaatkan biomaterial sebagai peredam bunyi. Bahan dasar alam yang digunakan dalam penelitian adalah serat daun lidah mertua dengan serbuk gergaji.	Uji impak, uji pecah	hubungan antara koefisien serap bunyi dengan uji impak adalah semakin banyak konsentrasi serat daun lidah mertua yang digunakan maka nilai koefisien serap bunyi semakin tinggi karena pori-pori terbentuk semakin banyak di komposit, namun nilai uji impaknya akan menurun. Kesimpulannya bahwa serat daun lidah mertua dan serbuk gergaji dapat digunakan sebagai biomaterial penyerap bunyi.
Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Polypropylene/Serat Lidah Mertua Dan Sabut Kelapa Yoga Setiawan, Ngakan Putu Gede Suardana, dan I Putu Lokantara	mengetahui pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap kekuatan tarik komposit hybrid polypropylene berpenguat serat lidah mertua dan sabut kelapa	Uji tarik	Variasi fraksi volume serat yang diberikan yaitu 25%, 30% dan 35% sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan kekuatan tarik terendah diperoleh yaitu sebesar 20,351 MPa pada fraksi volume 25% dan nilai tegangan tarik tertinggi terdapat pada serat dengan fraksi volume 35% yang naik 44,77% sebesar 29,463 MPa.

Tahun 2021	<p>mengetahui seberapa besar pengaruh orientasi arah serat terhadap ketangguhan impact dari material serat alam. Pembuatan komposit menggunakan metode hand lay up.</p>	Hand lay up, uji impact	<p>hasil pengujian impact yang dilakukan, penguat serat dengan orientasi 45° memiliki nilai kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan orientasi arah serat 0°, dan 90°. Terdapat nilai ketangguhan impact terbesar pada orientasi arah serat 45° berpenguat serat daun lidah mertua sebesar 0,187049 joule/mm², orientasi arah serat 0° sebesar 0,17756 joule/mm², dan nilai ketangguhan impact terendah pada orientasi arah serat 90° sebesar 0,075035 joule/mm².</p>
<p>Pengaruh Orientasi Arah Serat Terhadap Ketangguhan Impact Komposit Serat Daun Lidah Mertua dengan Metode Hand Lay-Up</p> <p>Nur Jannah Azhari, Reza Putra, M Muhammad, Abdul Rahman, Z Zulmiardi</p> <p>Tahun 2024</p>	<p>pengembangan material komposit berbasis lidah mertua untuk pembuatan produk kemasan makanan ramah lingkungan</p>	Uji daya serap, uji urai, uji kuat tarik	<p>Prototype konsep desain ditentukan berdasarkan identifikasi kebutuhan alat molding telah sesuai. Dalam simulasi didapat tekanan yang dibutuhkan saat pengoperasian sebesar 172,82 N, nilai 172,82 N tergolong ringan dalam pengoperasian. Prototype alat molding menerapkan material eco friendly pada bagian molding untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil dan mengurangi dampak lingkungan</p>

2.3 Kerangka Konsep Penelitian

Berikut adalah kerangka konsep penelitian:



Gambar 2. 16 Kerangka konsep penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian *experimental* karakteristik mekanis serat lidah mertua kemasan makanan berbahan *eco friendly* dilaksanakan di Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk Prodi Teknik Industri Universitas Bojonegoro. Penelitian dikerjakan untuk produksi kemasan makanan berbahan *eco friendly* sebagai pengganti *styrofoam*. Waktu penelitian dimulai bulan November 2025 sampai selesai.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini akan dilakukan di laboratorium Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Serat lidah mertua
2. NaOH
3. Gliserol
4. Kotak Pengaduk
5. Timbangan
6. Glass Ukur

3.4 Variabel Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen yang bertujuan mengetahui komposisi yang optimal dalam membuat kemasan makanan berbahan *eco friendly*. Dalam menentukan komposisi yang optimal terdapat beberapa tahap yaitu: ekstraksi serat lidah mertua, identifikasi *material* pengikat, identifikasi komposisi *material*, proses produksi komposit, pengujian dan analisis sampel komposit.

Klasifikasi variabel penelitian yang menjadi objek pengamatan penelitian dalam intervensi ini menjadi variabel dependent, variabel independent dan variabel control yang dijelaskan dalam hubungan antar variabel.

Variabel penelitian dapat diklasifikasikan menjadi 3 kelompok variabel, yaitu:

1. *Variable dependent*

Variable dependent penelitian adalah karakteristik mekanis komposit serat lidah mertua. Optimalisasi karakteristik mekanis komposit lidah mertua dilakukan untuk menghasilkan kemasan makanan berbahan *eco friendly* yang memiliki karakteristik mekanis yang setara dengan *styrofoam*.

2. *Variable independent*

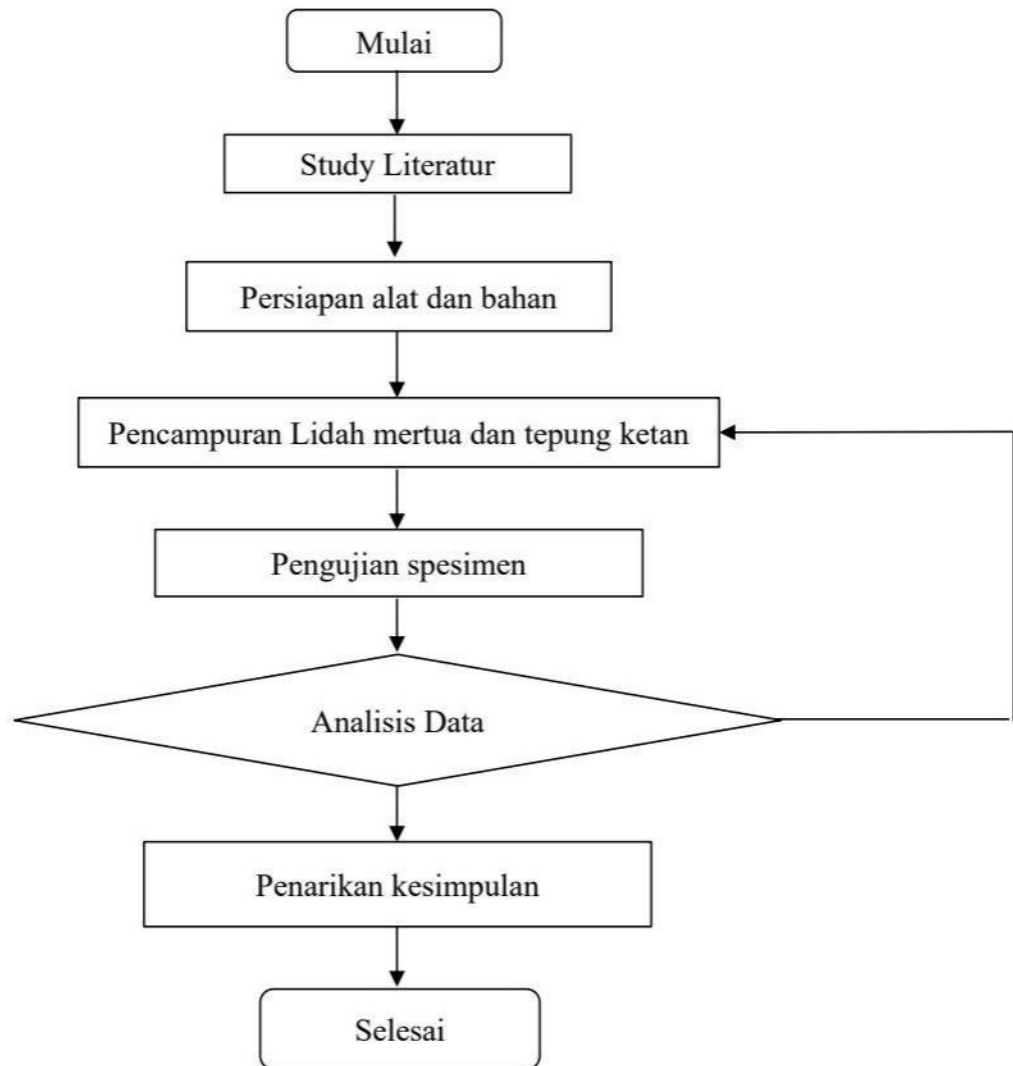
Variable independent diidentifikasi dengan tiga tahapan yaitu tahapan komposisi campuran serat dengan pengikat, jenis *material* pengikat, dan proses *molding* komposit. Komposisi, jenis pengikat dan proses *molding* dijadikan acuan pada tahap pengujian sampel.

3. *Variable control*

Variable control penelitian dilakukan saat produksi komposit yang digunakan sebagai acuan saat pembuatan sampel komposit. Jenis tanaman lidah mertua yang digunakan oleh peneliti adalah *sensivera pagoda*, waktu proses pencampuran dapat diatur sesuai kebutuhan peneliti, dan ukuran *molding* dapat disesuaikan berdasarkan standarisasi ukuran *styrofoam*.

3.6 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan pengerjaan seperti yang dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini:



Gambar 3. 1 Flowchart

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Material Eco Friendly

Pembuatan *material eco friendly* dilakukan dalam beberapa tahap yaitu: identifikasi *material eco friendly*, penyusunan komposisi *material eco friendly*, dan produksi sampel *material eco friendly* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Identifikasi Material Eco Friendly

Identifikasi *material eco friendly* ditentukan berdasarkan pernyataan kebutuhan kemasan makanan berbahan *eco friendly*. Identifikasi *material eco friendly* dijelaskan sebagai berikut:

a. Serat lidah mertua (*Sansevieria sp.*)

Serat lidah mertua (*Sansevieria sp.*) memiliki kelebihan yang potensial dalam pengembangan komposit *eco friendly*. Keunggulan serat lidah mertua (*sansevieria sp.*) adalah kekuatan tarik yang tinggi. Kekuatan tarik serat lidah mertua (*sansevieria sp.*) dapat ditingkatkan melalui perlakuan kimia dengan cara alkalisasi menggunakan larutan NaOH. Serat lidah mertua (*sansevieria sp.*) mampu terurai secara alami dalam waktu singkat.



Gambar 4. 1 Serat lidah mertua (*Sansevieria sp.*)

b. Tepung ketan

Kandungan tepung ketan adalah pati dengan proporsi tinggi dari *amilopektin* yang memunculkan sifat lengket alami saat dicampur air dan

dipanaskan. Sifat lengket tepung ketan sangat efektif dalam merekatkan partikel-partikel serat dalam campuran komposit, tepung ketan bersifat biodegradable dan tidak beracun saat digunakan dalam pembuatan kemasan makanan.



Gambar 4. 2 Tepung ketan

c. Gliserol

Gliserol digunakan sebagai bahan pelunak dalam pembuatan komposit untuk kemasan makanan. Gliserol berfungsi meningkatkan fleksibilitas dan *elastisitas material* komposit dengan mengurangi kekakuan yang dimiliki oleh campuran tepung ketan. Gliserol merupakan bahan yang aman untuk produksi kemasan makanan.



Gambar 4. 3 Gliserol

2. Penyusunan Komposisi *Material Eco Friendly*

Penyusunan komposisi *material eco friendly* menggunakan metode *trial and error* memungkinkan peneliti melakukan percobaan berbagai kombinasi bahan dan proporsi hingga menemukan komposisi yang optimal. Dalam setiap tahap percobaan, hasil yang diperoleh dievaluasi dan dianalisis untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan sampel komposit. Metode *trial and error* membantu dalam penyusunan komposisi spesimen hingga mencapai hasil yang sesuai dengan identifikasi kebutuhan. Penyusunan komposisi *material eco friendly* dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

- a. 80:20, spesimen dengan komposisi serat lidah mertua 80%, tepung ketan 20%, dan gliserol sebanyak 20 ml dinyatakan sebagai C.
- b. 70:30, spesimen dengan komposisi serat lidah mertua 70%, tepung ketan 30%, dan gliserol sebanyak 20 ml dinyatakan sebagai B.
- c. 60:40, spesimen dengan komposisi serat lidah mertua 60%, tepung ketan 40%, dan gliserol sebanyak 20 ml dinyatakan sebagai A.

3. Produksi Sampel *Material Eco Friendly*

Produksi sampel *material eco friendly* disesuaikan dengan bentuk spesimen pengujian. Produksi sampel *material eco friendly* dilakukan dalam beberapa tahap:

- a. Persiapan alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian kemasan makanan berbahan *eco friendly* seperti: Sendok pengaduk, kompor, panci, timbangan digital, gelas ukur, dan alat *modling* sampel. Bahan yang diproses dalam penelitian kemasan makanan berbahan *eco friendly* yaitu: serat lidah mertua, tepung ketan, NaOH, gliserol, dan air mineral.

- b. Pengambilan serat lidah mertua

Pengambilan serat lidah mertua dilakukan dengan proses kimia menggunakan cairan alkalisasi NaOH yang dicampur dengan air dan daun lidah mertua. Campuran NaOH, air dan daun lidah mertua dilakukan proses perebusan selama 45 menit dengan suhu rata-rata 80°. Proses perebusan dilakukan untuk melunakan *texture* daun lidah mertua, sehingga mudah dalam

pengambilan serat lidah mertua. Serat lidah mertua yang telah didapat kemudian dilakukan penjemuran selama satu hari untuk mengurangi kadar air dalam serat lidah mertua.



a. Perebusan Lidah Mertua



b. Pemisahan Serat Lidah Mertua

Gambar 4. 4 Pengambilan serat lidah mertua

c. Pencampuran komposisi

Proses pencampuran komposisi serat lidah mertua, air, tepung ketan dan gliserol dilakukan berdasarkan komposisi campuran yang telah dibuat oleh peneliti. Pencampuran komposisi dilakukan proses perebusan selama 15 menit dengan suhu rata-rata 50°. Perebusan komposisi campuran bertujuan mengaktifkan senyawa amilopektin yang bersifat lengket untuk melekatkan serat lidah mertua.



Gambar 4. 5 Pencampuran komposisi

d. Pencetakan sampel komposit

Campuran komposisi serat lidah mertua, air, tepung ketan, dan gliserol dilakukan proses pencetakan dengan sistem mekanis pressure untuk mendapat

hasil yang sesuai dengan desain. Campuran komposisi dicetak menggunakan *molding* yang terbuat dari aluminium. Proses pengeringan sampel komposit dilakukan dengan penggunaan oven dengan suhu rata-rata 150° dan dilakukan penjemuran pada sampel komposit selama 2 jam. Proses pengeringan menggunakan oven dilakukan untuk mengurangi kadar air pada bagian permukaan komposit dan penjemuran pada sampel dilakukan untuk memastikan sampel kering dengan sempurna.



Gambar 4. 6 Pencetakan sampel komposit

A. Sampel Komposit Lidah Mertua

Sampel komposit lidah mertua didapat dari hasil produksi komposisi yang telah disusun oleh peneliti. Sampel yang telah hasil produksi diklasifikasi berdasarkan komposisi dan bentuk untuk dilakukan pengujian.

1. Sampel komposit C

Sampel komposit C memiliki komposisi serat lidah mertua sebesar 80%, tepung ketan sebesar 20%, dan gliserol sebesar 20 ml.



Gambar 4. 7 Sampel komposit C

2. Sampel komposit B

Sampel komposit B memiliki komposisi serat lidah mertua sebesar 70%, tepung ketan sebesar 30%, dan gliserol sebesar 20 ml.



Gambar 4. 8 Sampel komposit B

3. Sampel komposit A

Sampel komposit A memiliki komposisi serat lidah mertua sebesar 60%, tepung ketan sebesar 40%, dan gliserol sebesar 20 ml.



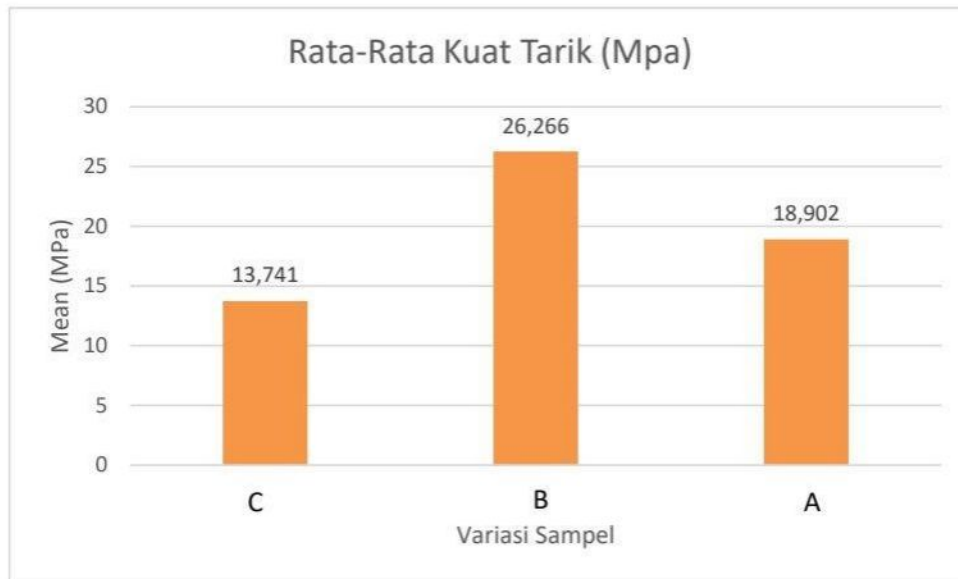
Gambar 4. 9 Sampel komposit A

4.2 Pengujian Mekanik berupa Uji Tarik

Pengukuran karakteristik mekanik sampel komposit lidah mertua, yaitu kuat tarik (tensile), regangan (elongation), dan modulus elastis, dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik dengan standardisasi ASTM D638. Kuat tarik menentukan kemampuan maksimum komposit lidah mertua dalam menahan gaya eksternal sebelum komposit lidah mertua rusak atau patah. Uji regangan dilakukan untuk mengetahui rasio pertambahan panjang komposit lidah mertua yang dibandingkan dengan panjang awal. Modulus elastis mengukur nilai *elastisitas* pada komposit lidah mertua. Hasil pengujian kuat tarik berdasarkan variasi komposisi ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Pengujian Kuat Tarik

Nama Sampel	Kuat Tarik (Mpa)	Regangan (%)	Modulus Elastis (N/mm²)
80:20 (1)	16,258	2,498	3,94
80:20 (2)	11,39	1,837	3,76
80:20 (3)	13,575	1,663	4,95
Total	41,223	5,998	12,65
Rata-Rata	13,741	1,999	4,22
70:30 (1)	26,048	3,065	5,15
70:30 (2)	27,252	2,327	7,10
70:30 (3)	25,497	4,720	3,27
Total	78,797	10,112	15,52
Rata-Rata	26,266	3,371	5,17
60:40 (1)	22,228	3,140	4,29
60:40 (2)	17,05	1,890	5,47
60:40 (3)	17,428	2,472	4,27
Total	56,706	7,502	14,03
Rata-Rata	18,902	2,501	4,68



Gambar 4. 10 Pengujian Kuat Tarik

Hasil uji kuat tarik pada tabel 4.1 terdapat tiga variasi komposisi material serat 60:40 perekat, serat 70:30 perekat, dan serat 80:20 perekat. Analisis hasil uji kuat tarik pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa komposisi serat 70:30 perekat memiliki performa mekanik terbaik secara keseluruhan. Sampel komposit dengan komposisi serat 70:30 perekat (replikasi 2) memiliki nilai kuat tarik tertinggi sebesar 27,252 MPa dan *modulus elastis* tertinggi sebesar 7,10 N/mm², menunjukkan material komposisi serat 70:30 perekat (replikasi 2) memiliki kekuatan dan kekakuan sangat baik. Sampel komposit serat 70:30 perekat (replikasi 3) menampilkan nilai renggangan tertinggi sebesar 4,720%, mengindikasikan sifat keuletan material sangat baik sebelum mengalami kegagalan.

Sampel komposit dengan komposisi serat 80:20 perekat memiliki performa mekanik terendah, ditunjukkan oleh nilai kuat tarik lebih rendah, seperti sampel komposit serat 80:20 perekat (replikasi 2) hanya sebesar 11,39 MPa, regangan 1,837%, dan *modulus elastis* 3,76 N/mm². Sampel komposit serat 80:20 perekat (replikasi 2) menunjukkan peningkatan proporsi bahan kedua dalam komposisi serat 80:20 perekat (replikasi 2) mengakibatkan penurunan kekuatan dan elastisitas material, kemungkinan disebabkan oleh sifat mekanik bahan komposit yang lebih lemah.

Nilai rata-rata kuat tarik tertinggi diperoleh pada komposisi **70:30** sebesar **26,266 MPa**, diikuti oleh **60:40** sebesar **18,902 MPa**, dan terendah pada **80:20** sebesar **13,741 MPa**. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi 70:30 memberikan keseimbangan optimal antara matriks dan penguat sehingga distribusi tegangan lebih merata. Pada komposisi 80:20, kemungkinan jumlah penguat belum cukup untuk meningkatkan kekuatan secara signifikan. Sementara pada 60:40, peningkatan fraksi salah satu komponen dapat menyebabkan aglomerasi atau ikatan antarmuka yang kurang homogen sehingga kekuatan menurun dibanding 70:30.

Nilai regangan rata-rata tertinggi juga terdapat pada komposisi **70:30 (3,371%)**, diikuti oleh **60:40 (2,501%)**, dan terendah pada **80:20 (1,999%)**. Peningkatan regangan pada 70:30 menunjukkan material lebih mampu mengalami deformasi sebelum putus, sehingga bersifat lebih ulet (ductile). Komposisi 80:20 cenderung lebih kaku dan mudah patah karena struktur matriks lebih dominan tanpa cukup interaksi penguat.

Nilai modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada komposisi **70:30 (5,17 N/mm²)**, kemudian **60:40 (4,68 N/mm²)**, dan terendah pada **80:20 (4,22 N/mm²)**. Modulus yang lebih tinggi menunjukkan material lebih kaku dan mampu menahan deformasi elastis. Komposisi 70:30 menunjukkan kombinasi terbaik antara kekakuan dan kekuatan.

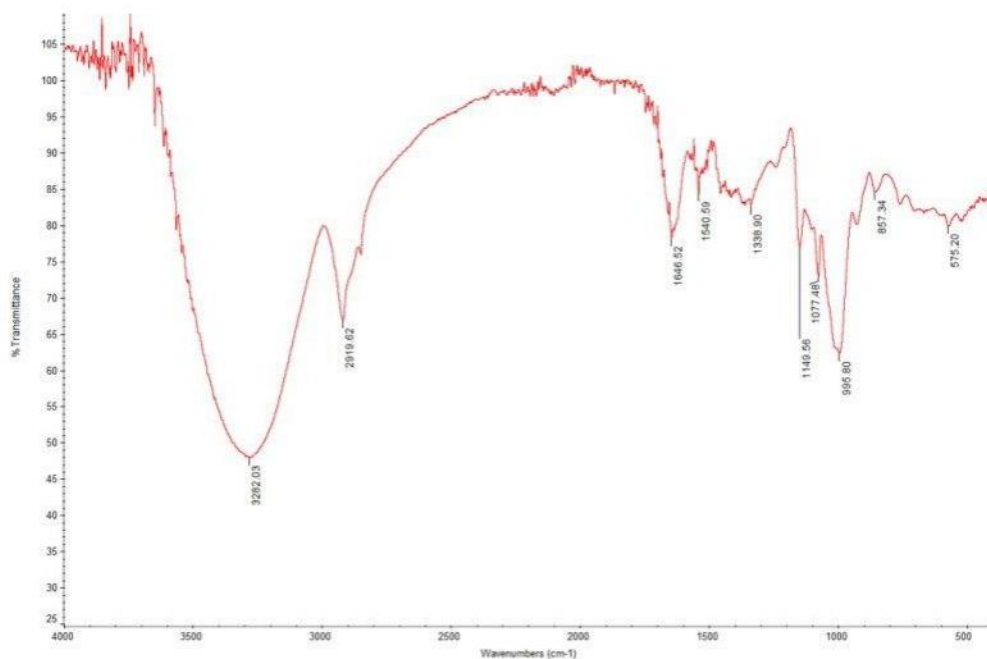
Secara keseluruhan, komposisi 70:30 merupakan komposisi optimum, karena kuat tarik (78,797 Mpa), regangan (10,112 %), dan modulus elastisnya (15,52 N/mm²) tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada rasio tersebut terjadi interaksi antarmuka yang lebih baik antara komponen matriks dan penguat, sehingga transfer tegangan berlangsung efektif. Dengan demikian, dari sisi mekanik, komposisi 70:30 memiliki potensi paling baik untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan dan fleksibilitas seperti kemasan berbasis biokomposit.

4.3 Pengujian FTIR

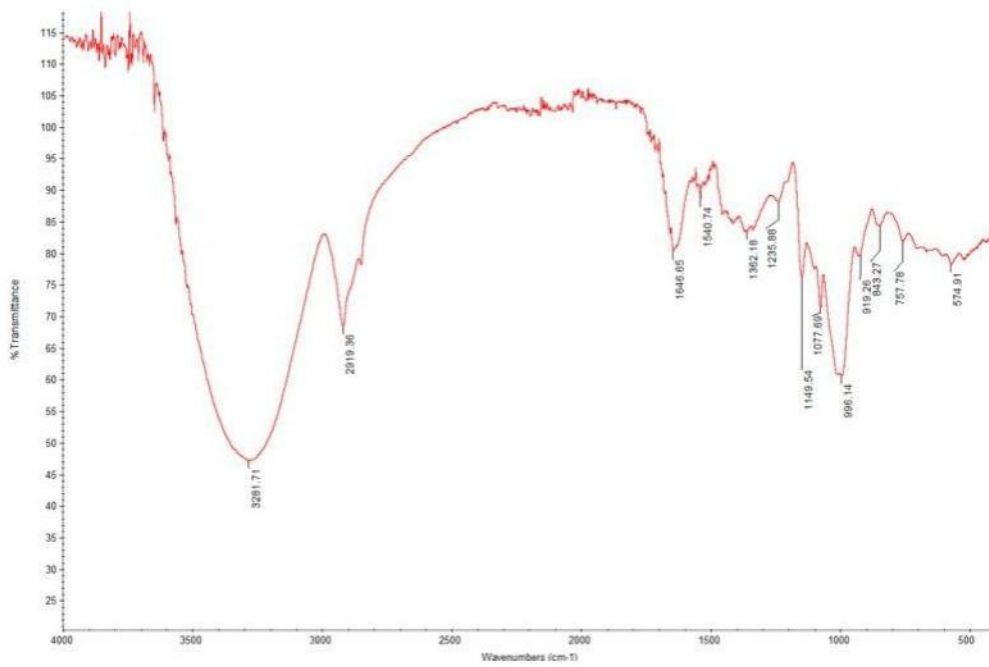
Setelah dilakukan pengujian kuat tarik, komposit lidah mertua dan tepung ketan dilakukan pengujian FTIR (*Fourier Transform Infrared*). FTIR merupakan

instrumen yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi suatu senyawa secara efektif, dapat mengukur gugus fungsi secara cepat tanpa merusak dan mampu menganalisis beberapa komponen secara bersamaan (Durak & Depciuch, 2020). Analisis menggunakan FTIR akan menghasilkan data karakteristik kimiawi dari sampel biologi, berupa spektra FTIR yang merupakan hasil interaksi antara senyawa-senyawa kimia dalam matriks sampel yang kompleks. Spektra FTIR sangat kaya dengan informasi struktur molekuler dengan serangkaian pita serapan yang spesifik untuk masing-masing molekul sehingga dapat digunakan untuk membedakan suatu bahan baku yang memiliki kemiripan (Purwakusumah dkk., 2014).

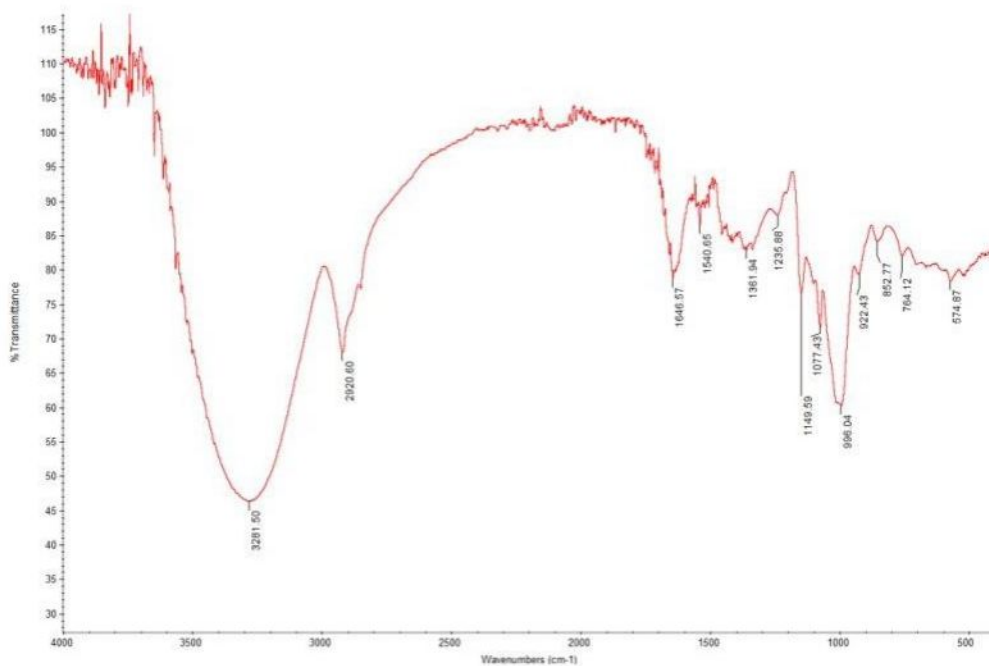
Berikut adalah gambar hasil pengujian FTIR pada material komposit dengan tiga variasi komposisi material serat 60:40 perekat, serat 70:30 perekat, dan serat 80:20 perekat.



Gambar 4. 11 FTIR variasi komposisi material serat 60:40 perekat



Gambar 4. 12 FTIR variasi komposisi material serat 70:30 perekat



Gambar 4. 13 FTIR variasi komposisi material serat 80:20 perekat

Spektra hasil pembacaan FTIR menunjukkan adanya peak di setiap serapan tertentu. Puncak-puncak setiap serapan ditunjukkan dalam tabel 4.2.

Tabel 4. 2 bilangan gelombang

Sampel A (60:40)	Sampel B (70:30)	Sampel C (80:20)
3282,03	3281,71	3281,50
2919,62	2919,36	2920,6
1646,52	1646,65	1646,57
1540,59	1540,74	1540,65
1338,9	1362,18	1361,94
	1235,88	1235,88
1149,56	1149,54	1149,59
1077,48	1077,69	1077,43
995,8	996,14	996,04
	919,26	922,43
857,34	843,27	852,77
	757,78	762,12
575,2	574,91	574,87

Berdasarkan data bilangan gelombang yang diperoleh, ketiga sampel (A, B, dan C) menunjukkan pola spektrum yang konsisten dan khas material berbasis polisakarida.

1. Gugus Hidroksil (-OH)

Puncak kuat pada 3282 cm^{-1} (A), $3281,71\text{ cm}^{-1}$ (B), dan $3281,5\text{ cm}^{-1}$ (C) menunjukkan vibrasi regangan gugus hidroksil (O–H stretching). Rentang ini sesuai dengan karakteristik selulosa dan pati yang kaya gugus hidroksil (Kacuráková et al., 2000; Oh et al., 2005). Tidak adanya pergeseran signifikan antar sampel menunjukkan bahwa struktur dasar polisakarida tetap terjaga. Namun, perubahan intensitas (jika terlihat pada spektrum) biasanya menandakan modifikasi jaringan ikatan hidrogen intermolekuler.

Menurut Poletto et al. (2014), pita –OH pada $3200\text{--}3400\text{ cm}^{-1}$ sangat sensitif terhadap interaksi ikatan hidrogen, sehingga sedikit variasi bilangan gelombang dapat mengindikasikan perubahan densitas interaksi antar rantai polimer.

2. Regangan C-H Alifatik

Puncak pada $2919\text{--}2920\text{ cm}^{-1}$ ($2919,62$; $2919,36$; $2920,6\text{ cm}^{-1}$) berkaitan dengan regangan simetris dan asimetris C–H dari gugus metil dan metilen pada struktur polisakarida (Sun et al., 2004). Konsistensi nilai ini menunjukkan tidak terjadi degradasi atau modifikasi kimia signifikan pada rantai karbon utama.

3. Daerah 1646 cm^{-1}

Puncak pada $1646,52\text{--}1646,65\text{ cm}^{-1}$ umumnya dikaitkan dengan bending vibrasi molekul air terikat (H–O–H bending) pada material hidrofilik (Pandey, 1999). Keberadaan pita ini menunjukkan bahwa matriks komposit memiliki sifat higroskopis, yang umum pada material berbasis pati dan selulosa.

4. Puncak 1540 cm^{-1}

Puncak pada 1540 cm^{-1} relatif tidak dominan pada selulosa murni. Pita ini dapat dikaitkan dengan vibrasi deformasi C–H atau kemungkinan kontribusi jejak lignin aromatik pada serat alami (Poletto et al., 2014). Jika intensitasnya menurun pada komposit, hal ini dapat menunjukkan pengaruh matriks pati terhadap distribusi fase serat.

5. Daerah $1360\text{--}1330\text{ cm}^{-1}$

Pada sampel A muncul puncak $1338,9\text{ cm}^{-1}$, sedangkan pada sampel B dan C bergeser menjadi $1362,18$ dan $1361,94\text{ cm}^{-1}$. Pergeseran ini cukup signifikan ($\sim 23\text{ cm}^{-1}$) dan dapat dikaitkan dengan vibrasi C–H bending atau O–H in-plane bending pada struktur selulosa (Kacuráková et al., 2000). Pergeseran ini mengindikasikan adanya perubahan lingkungan kimia gugus hidroksil akibat interaksi dengan pati.

6. Puncak baru $1235,88\text{ cm}^{-1}$ (Sampel B dan C)

Munculnya puncak $1235,88\text{ cm}^{-1}$ pada sampel B dan C yang tidak terlihat pada A menunjukkan kemungkinan peningkatan kontribusi regangan C–O atau C–O–C dari struktur pati (amilosa/amilpektin). Literatur menyebutkan bahwa pita sekitar 1240 cm^{-1} berkaitan dengan vibrasi glikosidik (C–O–C stretching) (Kizil et al., 2002). Hal ini memperkuat dugaan peningkatan interaksi matriks pati dalam komposit.

7. Daerah Fingerprint ($1149\text{--}995\text{ cm}^{-1}$)

Puncak pada 1149 cm^{-1} , 1077 cm^{-1} , dan $995\text{--}996\text{ cm}^{-1}$ merupakan karakteristik regangan C–O dan C–O–C polisakarida (Oh et al., 2005). Konsistensi nilai ini pada semua sampel menunjukkan bahwa struktur dasar polisakarida tetap dominan dan stabil.

8. Daerah 920-760 cm^{-1}

Munculnya puncak 919,26 dan 922,43 cm^{-1} (B dan C) berkaitan dengan vibrasi β -glycosidic linkages pada polisakarida (Kacuráková et al., 2000). Puncak pada 757–764 cm^{-1} menunjukkan vibrasi skeletal C–H out-of-plane. Variasi kecil ini menunjukkan perubahan struktur kristalin atau interaksi antar rantai.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Komposit dengan komposisi 70:30 merupakan komposisi optimum, karena kuat tarik (78,797 Mpa), regangan (10,112 %), dan modulus elastisnya (15,52 N/mm²) tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada rasio tersebut terjadi interaksi antarmuka yang lebih baik antara komponen matriks dan penguat, sehingga transfer tegangan berlangsung efektif. Dengan demikian, dari sisi mekanik, komposisi 70:30 memiliki potensi paling baik untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan dan fleksibilitas seperti kemasan berbasis biokomposit.
2. Spektra FTIR pada ketiga sampel menunjukkan pita khas polisakarida, yaitu -OH ($\pm 3280\text{ cm}^{-1}$), C-H alifatik ($\pm 2920\text{ cm}^{-1}$), H-O-H ($\pm 1646\text{ cm}^{-1}$), dan daerah C-O/C-O-C (1149-995 cm^{-1}). Hal ini menegaskan bahwa material didominasi oleh selulosa dan pati. Pergeseran beberapa puncak dan munculnya pita baru pada sampel tertentu menunjukkan adanya interaksi antar komponen, terutama ikatan hidrogen. Tidak terbentuk gugus fungsi baru, sehingga komposit terbentuk melalui interaksi fisik tanpa reaksi kimia kovalen. Hasil FTIR menunjukkan material berbasis biopolimer alami yang berpotensi digunakan sebagai kemasan pangan berkelanjutan.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dianjurkan untuk melakukan pengujian toksisitas dan pengaruh kemasan makanan terhadap makanan secara langsung yang bertujuan memastikan keamanan.

2. Melakukan pengujian umur simpan kemasan dalam berbagai kondisi lingkungan seperti kering, lembap, dan panas untuk mengetahui ketahanan material saat digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Avérous, L., & Halley, P. J. (2009). Biocomposites based on plasticized starch. *Progress in Polymer Science*.
- Dewi, R., Sylvia, N., & Riza, M. (2023). Pengaruh penambahan serat daun nanas pada karakteristik mekanis dan termal biofoam berbasis pati sagu dengan metode thermopressing. *Ind. J. Chem. Anal*, 06(01), 31–41. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol6.iss1.art4>.
- Hartiati, A., Bagus, I., & Gunam, W. (2022). The characteristics of bioplastic composites in the variation of the ratio of taro tuber starch (*xanthosoma sagittifolium*) and chitosan. <https://www.researchgate.net/publication/361099301>.
- Kacuráková, M., et al. (2000). FT-IR study of plant cell wall model compounds. *Carbohydrate Polymers*.
- Kamarudin, S.H. et al., “A Review on Natural Fiber Reinforced Polymer Composites (NFRPC) for Sustainable Industrial Applications”, *Polymers*, vol.14, No.17, 2022
- Kizil, R., et al. (2002). Fourier transform infrared spectroscopy study of starches. *Carbohydrate Polymers*.
- Lestari Berutu, F., Dewi, R., & Ginting, Z. (2022a). Biofoam berbahan pati sagu (*metoxylyon rumphii m*) dengan bahan pengisi (filler) serat batang pisang dan kulit pisang menggunakan metode thermopressing. In *Chemical Engineering Journal Storage* (Vol. 2, Issue 1).
- Mardova, L., Sembiring, S., & Junaidi, D. (2023). Karakteristik komposit aspal karbosil dari limbah sekam padi. In *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika* (Vol. 11, Issue 01).
- Moayyedean, M., Qazani, M. R. C., Cvorovic, V., Asi, F., Mussin, A., Hedayati-Dezfooli, M., & Dinc, A. (2023). Tensile Test Optimization Using the Design of Experiment and Soft Computing. *Processes*, 11(11), 1–17. <https://doi.org/10.3390/pr11113106>.
- Mukti, A. S., Supriyanto, S., Analianasari, A., & S, G. P. (2024). Pemanfaatan serat serabut kelapa (*cocos nucifera*) sebagai biodegradable foam alternatif pengganti styrofoam menggunakan metode alkalisasi. *Jurnal Pengembangan Agroindustri Terapan*, 3(1). <https://doi.org/10.25181/jupiter.v3i1.3352>.
- Nur, A., Haryadi, M., Isnen, Y. Z., Khusaenah, N., Adira, K. F., Sa’adah, H., Muawanah, A., Sari, K., Fisika, J., Universitas, F., Soedirman, J., & Soeparno, J. (2021a). Sifat fisis dan akustik komposit serat daun lidah mertua dengan serbuk gergaji sebagai peredam bunyi. In *Jurnal Rekayasa Mesin* (Vol. 16, Issue 3). <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/rekayasa>

- Oh, S. Y., et al. (2005). FTIR analysis of cellulose treated with NaOH and carbon dioxide. *Carbohydrate Research*.
- Pandey, K. K. (1999). Study of chemical structure of soft and hardwood by FTIR spectroscopy. *Journal of Applied Polymer Science*.
- Purnavita, S., Subandriyo, D. Y., & Anggraeni, A. (2020). Penambahan gliserol terhadap karakteristik bioplastik dari komposit pati aren dan glukomanan. *METANA*, 16(1), 19–25. <https://doi.org/10.14710/metana.v16i1.29977>
- Poletto, M., et al. (2014). Structural characteristics of native cellulose. *Materials*.
- Sun, R., et al. (2004). Physico-chemical characterization of lignins. *Polymer Degradation and Stability*.
- Thyavihalli Girijappa, Y.G., “Natural Fibers as Sustainable and Renewable Resource for Development of Eco-Friendly Composites: A Comprehensive Review”, *Frontiers in Materials*, 2019.

LAMPIRAN