

TESIS

**KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT HYBRID RAMAH
LINGKUNGAN BERBASIS SERAT NANAS DAN PISANG**

NURHANIA

H032192001



**PASCASARJANA DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT HYBRID RAMAH
LINGKUNGAN BERBASIS SERAT NANAS DAN PISANG**

TESIS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Magister Sains

pada Program Studi Magister Fisika Departemen Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

NURHANIA

H032192001

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT HYBRID RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS SERAT NANAS DAN PISANG

Disusun dan diajukan oleh

NURHANIA

H032192001

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program Magister Program Studi Fisika Fakultas Matematikadan

Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

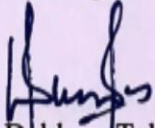
Pada tanggal 19 Januari 2023

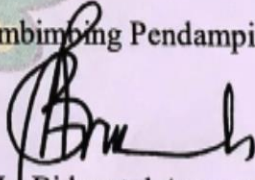
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Si
NIP. 19750907 200003 1 006


Dr. Ir. Bidayatul Armynah, MT.
NIP. 19630830 198903 2 001

Ketua Program Studi,

Dekan Fakultas,


Dr. Ir. Bidayatul Armynah, MT.
NIP. 19630830 198903 2 001


Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.
NIP. 19720515 199702 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurhanisa
NIM : H032192001
Program Studi : Fisika
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT HYBRID RAMAH LINGKUNGAN BERBASIS SERAT NANAS DAN PISANG

Adalah karya tulisan saya sendiri, bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut,

Makassar, 20 Januari 2023
Yang Menyatakan



NURHANISA

Abstrak

Komposisi hibrid dengan mencampurkan serat nanas, serat pisang dengan penambahan resin epoksi telah berhasil disintesis. Komposit hibrid yang dicampur dengan komposisi serat nanas dan serat pisang dipanaskan pada komposit dengan suhu 85⁰C, 95⁰C dan 105⁰C. Komposit dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*, *Scanning Electron Microscopy (SEM)*, uji kekuatan tarik dan uji elastisitas. Data menunjukkan bahwa sifat mekanik komposit hibrid menurun dengan meningkatnya suhu, nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada suhu 85⁰C 1,0038 MPa, uji elastisitas menunjukkan nilai tertinggi diperoleh pada suhu 85⁰C yaitu 15,209 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit hibrid memiliki sifat mekanik yang baik pada temperatur rendah dibandingkan dengan komposit hibrid pada temperatur tinggi.

Kata kunci: komposit hybrid, serat nanas,serat pisang, suhu

Abstract

Hybrid compositions by mixing pineapple fiber, banana fiber with the addition of epoxy resin have been successfully synthesized. The hybrid composite mixed with the composition of pineapple fiber and banana fiber was heated to the composite with temperatures of 85⁰C, 95⁰C and 105⁰C. Composites were characterized using Fourier Transform Infra-Red (FTIR), SEM (Scanning Electron Microscopy), tensile strength test and elasticity test. The data showed that the mechanical properties of the hybrid composite decreased with increasing temperature, the highest tensile strength value was obtained at a temperature of 85⁰C 1.0038 MPa, the elasticity test showed that the highest value was obtained at a temperature of 85⁰C, namely 15.209 MPa. The results show that the hybrid composite has good mechanical properties at low temperatures compared to the hybrid composite at high temperatures.

Keywords: hybrid composite, pineapple fiber, banana fiber, temperature

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “**KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT HYBRID RAMAH LINGKUNGN BERBASIS SERAT NANAS DAN PISANG** ” sebagai salah satu persyaratan untuk menempuh gelar magister sains.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini jauh dari kesempurnaan dan dalam proses penelitian hingga perampungan penulisan tesis banyak kesulitan dan hambatan yang penulis temui. Berkat pertolongan Allah Subhana wata'ala dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih, rasa hormat, dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, ayah **Tamrin**, ibu **Salma** serta seluruh keluarga besar, penulis hanturkan terima kasih atas curahan kasih sayang, dorongan do'a, nasihat, motivasi, dan dukungan moril maupun materil. Kalian adalah segalanya bagi penulis.
2. Bapak **Prof. Dr. Dahlang Tahir, M.Si** selaku pembimbing utama penulis dan Ibu **Dr. Ir. Bidayatul Armynah, M. T** selaku pembimbing pertama penulis. Terima kasih atas arahan, nasihat, motivasi yang bermanfaat dalam penyelesaian tesis ini. Serta waktu luang dan kesabaran membimbing penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
3. Bapak **Prof. Dr. Paulus Lobo Gareso, M.Sc**, Bapak **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M. Eng. Sc** dan Ibu **Prof. Dr. Sri Suryani, DEA** sebagai Tim penguji tesis fisika yang telah banyak memberikan masukan dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tesis ini.
4. Seluruh **Dosen Departemen Fisika** yang telah memberikan dan

mengajarkan ilmunya kepada penulis dan seluruh **Pegawai dan Jajaran Staf FMIPA**. Terima kasih atas bantuannya yang membantu penulis dalam mengurus administrasi selama ini.

5. Terkhusus untuk **Fatmawati Sudarman,S.Si, Nurul Mutmainna Amal ,S.Si**, sebagai teman yang menemani penulis baik suka maupun duka selama menempuh penelitian. Terima kasih banyak teman-teman.
6. Terima kasih kepada **Teman-teman seperjuangan Magister Fisika angkatan 2019** terkhusus **Nurul Amalia, S.Si., M.Si, Anna Maintin, S.Si., M.Si, Reka Wati, S.Si, Sasa harkyah, S.Si., M.Si, Syaifuddin, S.Si, Ainum Oktaviani, S.Si, Lorna, S.Si., M.Si**, dan **kak Janna, S.Si., M.Si** yang telah menemani penulis baik suka dan duka selama menempuh pendidikan di Departemen Fisika Unhas.
7. Seluruh anggota **Laboratorium Material dan Energi** terkhusus untuk kakak **Inayatul Mutmainna, S.Si, M.Si**, Terkhusus adik- adik **Andi Tessiwoja Tenri Ola, S. Si, Syarifuddin, S.Si, Ardiansyah, S.Si** dan **Maysarah Asyraf Mallarangi** yang selalu membantu dan menghibur penulisan dalam proses penyelesaian tesis. Terima kasih teman-teman.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian tesis ini. Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembacanya, Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu dan semoga Allah SWT melimpahkan karunia-Nya dalam setiap amal kebaikan dan diberikan balasan. Aamiin

Makassar, Desember 2022

NURHANIA

DAFTAR ISI

SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Material komposit.....	4
II.2 Natural fiber.....	5
II.3 Klasifikasi serat alam.....	6
11.3.1. Serat Buah / Biji.....	7
II.3.2. Serat Kulit Kayu/Batang	7
II.3.3. Serat Daun.....	8
II.3.4. Serat Batang	8
II.4 Hybrid composit	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
III.1 Waktu dan Tempat	9
III.2 Alat dan Bahan penelitian	9
III.2.1 Alat penelitian.....	9
III.2.2 Bahan penelitian	9
III.2.3 Perangkat karakterisasi	9
III.3 Prosedur pembuatan serat.....	10

III.3.1 Serat daun nanas	10
III.3.2 Serat pelepah pisang	10
III.3 Prosedur pembuatan komposit hybrid	10
III.4 Bagan alir.....	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
IV.1 Hasil Karakterisasi	13
IV.1.1 Pengujian kuat tarik	13
IV.1.2 pengujian Elastisitas	14
IV.1.3 Karakterisasi <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	15
IV.1.4 Karakterisasi <i>fourier transform infra-Red</i> (FTIR)	16
BAB V PENUTUP	18
LAMPIRAN	19
DAFTAR PUSTAKA	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman serat	7
Gambar 2.2 Klasifikasi serat tumbuhan	8
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	13
Grafik 4.1 Grafik nilai kuat tarik komposit hybrid	14
Grafik 4.2 Grafik nilai elastisitas komposit hybrid	15
Gambar 4.3 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM)	16
Gambar 4.4 Hasil uji <i>fourier transform infra-Red</i> (FTIR) sampel komposit Hybrid.....	17

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil data <i>fourier transform infra-Red</i> (FTIR)	17
--	----

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang semakin pesat, mendorong banyaknya penemuan beberapa teknologi alternatif sebagai cara dalam memenuhi kebutuhan masyarakat, khususnya pada bahan material. Bahan material yang dibutuhkan adalah bahan yang berkualitas dan memiliki sifat mekanik yang tinggi. Komposit adalah salah satu alternatif untuk menghasilkan material, yang sifat mekaniknya lebih baik dari material lainnya. Komposit berlimpah di Indonesia dan belum dimanfaatkan secara optimal dalam membuat berbagai produk manufaktur. Berbagai jenis serat dengan kualitas yang baik, tumbuh subur di berbagai daerah di Indonesia, misalnya serat pisang yang mempunyai potensi yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan material, dengan melakukan rekayasa material komposit.

Komposit *hybrid* adalah kombinasi dari dua atau lebih elemen penguat dalam matriks tunggal atau campuran yang berbeda yang digabungkan. Sifat mekanik komposit *hybrid* tergantung pada rasio aspek serat, sifat serat itu sendiri, orientasi serat, panjang serat, *adhesi* antara serat, dan *matrix* [7]. Pembuatan komposit diperlukan serat dan *matrix*. Serat berfungsi sebagai elemen penguat yang menentukan sifat mekanik dari komposit, karena serat dapat meluruskan beban yang diteruskan oleh *matriks*. Serat terbagi menjadi dua bagian, yaitu serat alami dan serat sintesis. Sebelum masehi, serat alam sebagai penguat telah dipergunakan dalam material komposit. Dinding bangunan tua di Mesir yang telah berumur lebih dari 3000 tahun, ternyata terbuat dari tanah liat yang diperkuat dengan jerami, namun pada perkembangan selanjutnya, serat alam ditinggalkan karena memiliki kekurangan secara teknis dan telah ditemukan material baru yang lebih tangguh, yaitu logam dan paduannya. Kelemahan logam dan paduannya, yaitu massa jenis yang tinggi sehingga kekuatan dan kekakuan relatif rendah, oleh karena itu material komposit mulai diperkenalkan kembali dengan menggunakan serat sintesis yang dikombinasikan dengan bahan polimer sebagai *matriks*, tujuannya

adalah untuk memperoleh kekuatan dan kekakuan yang tinggi. Namun, pada kenyataannya serat sintesis menimbulkan dampak lingkungan yang tidak baik, akibat limbah dari serat sintesis yang tidak dapat didaur ulang. Sehingga, serat alam mendapat perhatian kembali sebagai penguat dalam komposit. Komposit yang diperkuat serat alami mendapatkan lebih banyak pertimbangan oleh peneliti untuk mengeksploitasi dalam aplikasi industri karena ringan, ramah lingkungan dan keberlanjutan. Gambaran tentang komposit yang diperkuat serat alami, efek perawatan kimia pada bahan alami serat, teknik manufaktur dan aplikasi potensial.

Camelia et al, 2020 melakukan penelitian tentang menganalisis pengaruh suhu terhadap sifat tarik, dari lima jenis komposit polimer dengan penguatan yang berbeda yaitu kain dan serat goni, kaca serat goni, kain dan serat rami, kain dan kaca, serat sisal dan serat rami, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pada gabungan serat sisal dan serat rami memiliki nilai kekuatan tarik yang tinggi yaitu 42,3 MPa dan 49,6 Mpa dengan suhu 50 °C dan 70 °C.

Vijaya Ramnath et al., 2015 melakukan penelitian untuk menentukan sifat mekanik komposit *hybrid* dengan serat alam yang terbuat dari serat pisang dan rami dengan *matriks epoxy*, fabrikasi dilakukan dengan metode *hand layup*. Sebanyak tiga sampel yang dibuat dengan berbagai kombinasi, hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat mekanik komposit hybrid lebih unggul dengan nilai kuat tarik lebih tinggi yaitu 43,6 MPa dibandingkan dengan fabrikasi material komposit dengan serat tunggal, dengan nilai kuat tarik yang diperoleh 22,5 Mpa.

Karakteristik komposit yang ingin diketahui dalam penelitian ini adalah sifat fisis(SEM dan FTIR) dan sifat mekanik (uji tarik dan uji elastisitas) dari komposit hybrid, berpenguat serat alam dengan variasi temperatur. Hal ini dikarenakan peneliti ingin memperoleh bahan komposit yang kuat, kaku dan ringan.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka peneliti membuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur terhadap komposit Hybrid yang diperkuat serat nanas dan pisang?

2. Bagaimana karakterisasi komposit hybrid yang diperkuat serat nanas dan pisang?

I.3 Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh perlakuan variasi temperatur terhadap komposit hybrid yang diperkuat serat daun nanas dan pelapah pisang.
2. Menganalisis sifat mekanik komposit hybrid yang diperkuat serat daun nanas dan pelapah pisang

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Material Komposit

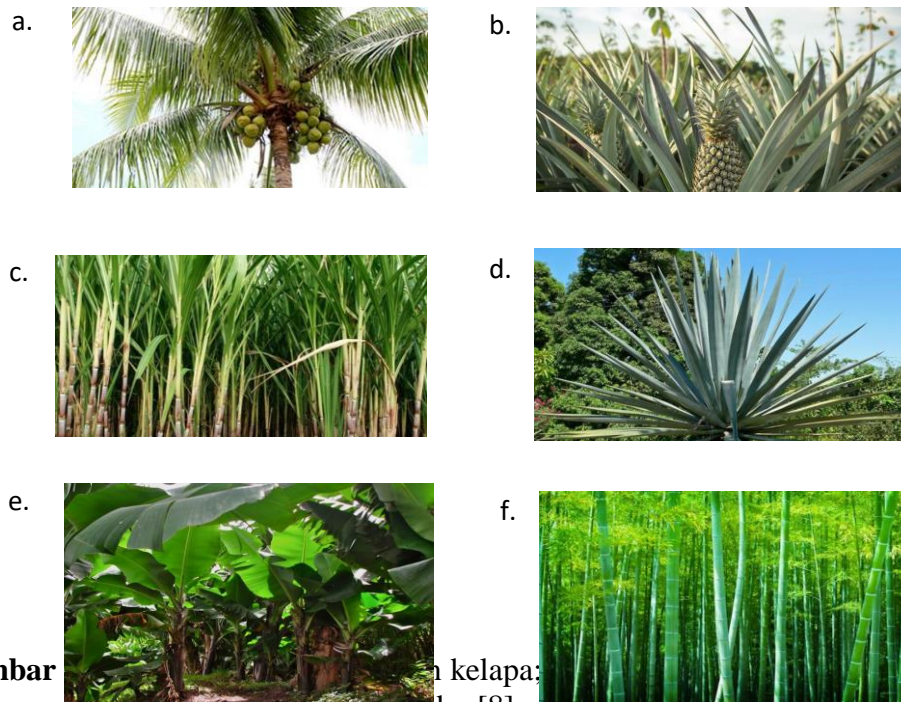
Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih, yang tetap terpisah dan berbeda dalam level makroskopik selagi membentuk komponen tunggal, sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Komposit bersifat heterogen dalam skala makroskopik. Bahan penyusun komposit tersebut masing-masing memiliki sifat yang berbeda dan ketika digabungkan dalam komposisi tertentu, terbentuk sifat-sifat baru yang disesuaikan dengan keinginan [1]. Komposit pada dunia industri merupakan campuran antara polimer bahan makro molekul, dengan ukuran besar yang diturunkan dari minyak bumi ataupun bahan alam lainnya, seperti karet dan serat. Komposit dapat dikatakan gabungan antara bahan matrik atau pengikat yang diperkuat. Bahan material terdiri dari dua bahan penyusun, yaitu bahan utama sebagai pengikat dan bahan pendukung sebagai penguat. Bahan penguat dapat dibentuk serat, partikel, serpihan atau dapat berbentuk yang lain [2]. Bentuk (dimensi) dan struktur penyusun komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit, begitu pula jika terjadi interaksi antara penyusun akan meningkatkan sifat dari komposit. Material komposit terdiri lebih dari satu tipe material dan dirancang untuk mendapatkan kombinasi karakteristik terbaik dari setiap komponen penyusunnya. Dibanding dengan material konvensional, bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya memiliki kekuatan yang dapat diatur, berat yang lebih ringan, kekuatan dan ketahanan yang lebih tinggi dan tahan korosi [1].

Aplikasi komposit yang diperkuat serat alam digunakan dalam berbagai industri seperti mobil, pesawat terbang, dan aplikasi rumah tangga. Komposit yang diperkuat serat alami mendapatkan lebih banyak pertimbangan oleh pembuat mobil dan para peneliti untuk mengeksploitasi dalam aplikasi industri karena ringan ramah lingkungan dan berkelanjutan [3].

II.2 Natural Fiber

Serat alam merupakan serat yang berasal dari alam (bukan buatan ataupun rekayasa manusia). Serat alam atau bisa dikatakan sebagai serat alami yang biasanya didapat dari serat tumbuhan (pepohonan) seperti pohon bambu, pohon kelapa, pohon pisang serta tumbuhan lain yang terdapat pada serat batang maupun daunnya. Serat alam yang berasal dari binatang, antara lain sutera, ilama dan wool. Penelitian dan penggunaan serat alami berkembang dengan sangat pesat, karena serat alami banyak memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat buatan (rekayasa), keunggulan dari serat alami yaitu ringan, bahan mudah didapat, harga relatif murah dan yang paling penting ramah lingkungan. Indonesia memiliki kekayaan alam yang begitu melimpah, dimana penggunaan serat alami sudah berkembang diberbagai bidang kehidupan manusia [6]

Ketersediaan dan aksesibilitas serat tanaman yang melimpah adalah alasan utama munculnya minat baru dalam teknologi berkelanjutan, dimana poin utama yang harus dipertimbangkan adalah ramah lingkungan dan ringan, dengan sifat spesifik yang tinggi. Beberapa tahun terakhir, pencapaian luar biasa dalam teknologi hijau di bidang ilmu material, melalui pengembangan material berkinerja tinggi yang terbuat dari sumber daya alam yang meningkat di seluruh dunia. Serat tumbuhan adalah jenis sumber daya terbarukan, yang telah diperbarui oleh alam dan kecerdikan manusia selama ribuan tahun. Peminatan pada material komposit yang diperkuat serat alami, berkembang pesat karena aplikasi industri. Komposit tersebut disebut sebagai komposit hijau, dengan menggunakan serat seperti *sisal*, Pisang, bambu, sabut, serat daun nanas [4][5]. Serat alami tumbuh secara ekstensif selama beberapa tahun terakhir dan menjadi bahan menarik bagi para ilmuwan serta peneliti sebagai bahan alternatif untuk komposit serat, karena memiliki sifat mekanik yang baik, kecukupan biaya, kualitas yang tinggi serta ramah lingkungan [6][7]. Beberapa tanaman yang dapat diekstraksi untuk mendapatkan serat diperlihatkan pada Gambar 1

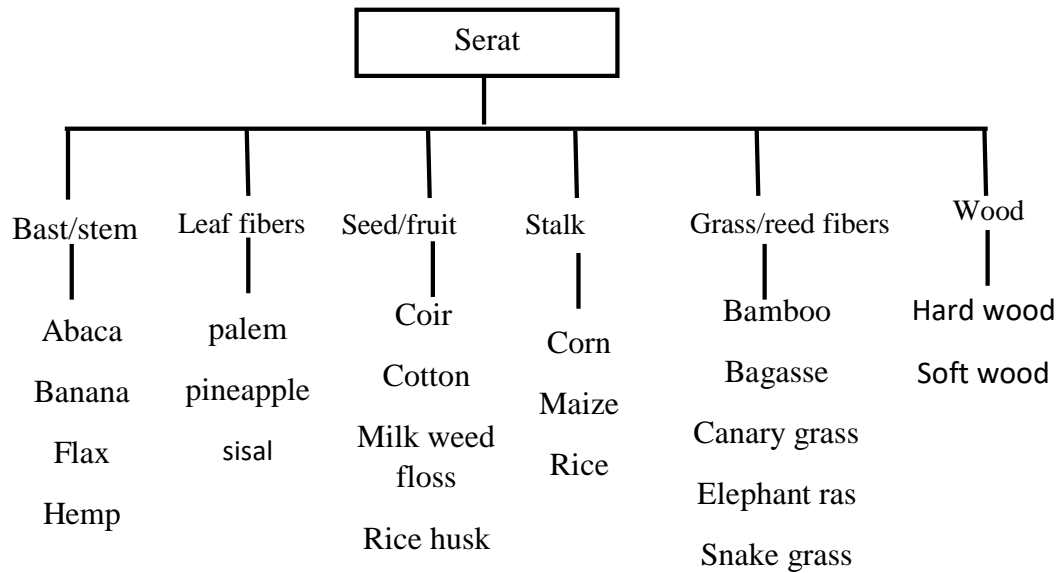


Gambar 2. Sumber serat alam: (a) kelapa; (b) sisal; (c) tebu; (d) sisal; (e) ponon pisang; (f) bambu [8]

Ekstraksi serat tumbuhan merupakan proses di mana batang bagian dalam dan bagian luar terpisah. Bagian luar tanaman menjadi individual untuk membentuk serat disebut *retting* [9]. Pemisahan serat dari jaringan inti, setelah proses *retting*, serat tunggal dari serat untai tanaman, biasanya diperoleh dengan prosesor pemisahan mekanis manual menggunakan dekortikator. Beberapa proses lain yang dapat digunakan untuk ekstraksi serat yaitu *pulping*. Proses ini digunakan untuk menghasilkan serat untai atau serpihan kayu. Selama proses *pulping* mekanis, untaian serat atau potongan kayu di-*ground* dengan tiga cara yaitu tanpa pengukusan, dengan pengukusan dan perlakuan kimia atau uap. Dalam proses *pulping* kimia, panas dan bahan kimia digunakan untuk menghilangkan lignin dari untaian dan potongan kayu sehingga membuat serat menjadi individual [10].

II.3 Klasifikasi Serat Alam

Serat yang diekstraksi dari tanaman adalah jenis sumber terbarukan dan generasi baru penguat dan suplemen untuk bahan berbasis polimer[11] [12]. Serat tumbuhan dapat diklasifikasikan menurut asalnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 [13].



Gambar 2.2 Klasifikasi serat tumbuhan

Serat alami yang berasal dari tumbuhan, telah digunakan selama ribuan tahun, karena serat adalah sumber daya yang tersedia secara alami, populer di kalangan konsumen yang sangat sadar akan kesehatan, dan serat ini dianggap sebagai bahan baku yang berharga untuk banyak aplikasi dan juga digunakan dalam industri dan kertas, serta kosmetik dan makanan [7].

11.3.1 Serat Buah / Biji

Serat Buah diperoleh dari kulit luar masing-masing buah dan serat sabut, contoh terbaik dari jenis ini yang dapat diekstraksi yaitu dari sabut kelapa. Serat ini ringan dan kuat, terutama digunakan dalam pembuatan tali, tikar, karung, kuas, geo-tekstil. Jenis serat biji lainnya yang dihasilkan dari polong atau buah kapas dari biji tanaman tertentu. Contoh serat tersebut adalah serat buah borassus, kapas, kapuk, sekam padi dan benang gulma yang terutama digunakan dalam industri tekstil, peralatan keamanan air, bahan isolasi, produk pelapis dan kasur karena kelembutan dan daya apungnya [8]

II.3.2 Serat Kulit Kayu/Batang

Serat kulit kayu atau batang umumnya terpisah dari bagian terluar batang tanaman. Contoh serat kulit kayu/batang adalah rami, *abaca*, pisang, kedelai dan

kenaf. Serat ini diekstraksi dengan proses retting dan dilakukan dengan cara degradasi biologis atau kimia pada batang tanaman. Serat panjang dengan kekuatan mekanik yang tinggi adalah sifat khas dari serat kulit kayu, sehingga secara tradisional digunakan dalam pembuatan tas mewah, gorden, benang, tekstil, tali, karung [8]

II.3.3 Serat Daun

Serat kasar dan keras yang diekstraksi dari daun tanaman dengan cara dikerok dengan tangan, setelah proses pemukulan/pengamplasan atau dengan ekstraksi mekanis disebut serat daun. Dikarenakan kekuatannya yang relatif tinggi, serat ini terutama digunakan untuk pembuatan anyaman tali, kain, karpet, tikar, dll. Serat daun yang khas adalah serat daun nanas, *sisal*, *caroa*, *harakeke*, *henequen*, *palm*, *agave* [8]

II.3.4. Serat Batang

Serat Batang diekstraksi dari batang tanaman, dan umumnya diperoleh dari tanaman seperti jagung, tebu, jagung, terong, bunga matahari, kayu dan dari jerami berbagai tanaman seperti jelai, gandum, beras dan lain-lain. beberapa serat tangkai telah digunakan dalam industri kertas dan kertas karton [8]

II.4 Komposit *Hybrid*

Komposit *hybrid* adalah kombinasi dari dua atau lebih elemen penguat dalam matriks tunggal atau campuran matriks yang berbeda digabungkan dengan satu elemen penguat. Sifat mekanik komposit *hybrid* tergantung pada rasio aspek serat, sifat serat itu sendiri dan matriks urutan dari susunan dari kedua serat [7].

Penggabungan serat alami seperti *kenaf*, *sisal*, rami, dan serat aren dengan serat sintetis telah mendapatkan aplikasi yang meningkat di banyak bidang teknologi dan rekayasa. Komposit hibrida yang mengandung dua atau lebih jenis serat yang berbeda dapat melengkapi apa yang kurang pada sifat lainnya. Akibatnya, keseimbangan dalam kinerja komposit hibrida dapat dicapai [14]