

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini dilakukan dengan mengacu berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang telah dilakukan dan digunakan sebagai literatur serta sumber referensi. Romadhon [4] melakukan optimasi perlakuan alkali pada *filler* pelepah dan serat mesokarp kelapa sawit terhadap performa papan partikel *biodegradable* dengan waktu dan konsentrasi larutan yang berbeda-beda. Hasil penelitian menjelaskan bahwa perlakuan yang optimal terjadi pada konsentrasi larutan NaOH 5% dengan waktu 4 jam. Pengujian dilakukan dengan 3 spesimen dan dilakukan rata-rata pada hasil uji. Hasil rata-rata pengujian densitas sebesar 0,808 gr/cm³, rata-rata pengujian kadar air sebesar 4.4%, rata-rata pengujian pengembangan tebal sebesar 5,1%, rata-rata pengujian daya serap air sebesar 12,9%, rata-rata pengujian *modulus of rupture* (MOR) sebesar 208,82 kgf/cm², rata-rata pengujian *modulus of elasticity* (MOE) sebesar 12748,20 kgf/cm².

Penelitian yang dilakukan Sunardi dkk. [5], dimana dengan objek penelitian kampas rem organik dengan campuran cangkang kulit telur yang diberi paparan panas pada suhu 200°C, 300°C, 400°C dan 500°C selama 1 jam. Hasil penelitian menunjukkan laju keausan spesifik, koefisien gesek, dan suhu antar muka meningkat dengan seiring peningkatan suhu paparan pada komposit. Pada suhu 400°C peningkatan koefisien gesek, laju keausan dan suhu antar muka disebabkan degradasi bahan organik akibat peningkatan suhu yang tinggi. Tingkat keausan spesifik pada komposit paling rendah ditunjukkan pada suhu 200°C sebesar $3,95 \times 10^{-6}$ mm³/Nm. Suhu 400°C terjadi pelemahan ikatan OH, CH dan CN, sementara pada suhu 500°C ikatan pada komposit putus.

2.2 Papan Partikel

Pengembangan bahan ramah lingkungan (*ecofriendly*) sebagai salah satu bahan alternatif dalam pembuatan papan partikel menarik perhatian dikarenakan pembuatan papan partikel menggunakan bahan ramah lingkungan menghasilkan papan partikel yang memiliki kekuatan tinggi, produktivitas dan memiliki keunggulan bobot yang ringan [3]. Papan partikel merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari rekonstitusi kayu, proses pembuatan papan partikel mengacu pada bahan kayu dari alam [6].



Gambar 2.1 Papan partikel [7]

Papan partikel merupakan salah satu dari banyaknya jenis produk kayu komposit dimana terbuat dari partikel/serpihan kayu atau bahan yang mengandung lignoselulosa yang diikat menggunakan perekat sintesis maupun organik. Papan partikel dapat digunakan untuk berbagai jenis kayu seperti bahan kayu yang memiliki karakteristik pertumbuhan yang cepat, kayu dengan kerapatan partikel rendah, sampai dengan limbah industri kayu (serbuk gergaji). Penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa papan partikel memiliki sifat mekanis dan sifat fisis yang baik untuk dibuat menjadi suatu produk serta dapat menambahkan nilai jual suatu kayu [3].

Papan partikel merupakan campuran antara kayu komposit dengan *adhesive* bahan organik dan bahan anorganik. *Adhesive* dengan bahan organik dapat berupa *polyisocyanates* dan anorganik dapat berupa *phenol formaldehyde*. Penggunaan papan partikel marak digunakan untuk furniture, karena sifat dari papan partikel yang memiliki bobot yang ringan dan memiliki kesederhanaan sehingga dapat menunjang gaya arsitektur yang memiliki nilai kesederhanaan. Komposisi papan partikel dapat menggunakan

komponen penyusunnya seperti *adhesive* berupa resin sebagai matriks, dan serbuk kayu sebagai *filler* papan partikel [8].

2.3 Limbah Mesokarp pada Kelapa Sawit

Indonesia merupakan negara yang memiliki luas lahan hutan yang sangat luas. Menurut data dari Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia memiliki wilayah hutan sebesar 125,76 juta hektar yang setara dengan 62,97% daratan di Indonesia [1]. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki Perkebunan kelapa sawit terbesar dimana tersebar pada 26 provinsi dengan luas 15,34 juta hektar di tahun 2022, di tahun 2023 meningkat menjadi 16,83 juta hektar dan setiap tahunnya Perkebunan kelapa sawit di Indonesia mengalami peningkatan yang luas [2].



Gambar 2.2 Limbah mesokarp [9]

Proses pengolahan tandan buah kelapa sawit akan menghasilkan sisa berupa mesokarp. Sisa mesokarp ini disebut juga dengan ampas mesokarp yang merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari Perkebunan kelapa sawit. Limbah mesokarp ini merupakan salah satu limbah yang sangat besar dalam Perkebunan kelapa sawit di Indonesia [10]. Mesokarp dapat dimanfaatkan kembali dikarenakan memiliki kandungan hemiselulosa 11,36, lignin sebesar 21,71% dan selulosa sebesar 41,92%. Lignin merupakan material yang menyusun batang tanaman yang tergabung dalam selulosa dan bahan serat lain. Lignin memiliki fungsi untuk membantu tanaman agar dapat berdiri tegak dengan cara mengikat material penyusun lain pada tumbuhan [11].

2.4 Limbah Pelepah pada Kelapa Sawit

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia merupakan salah satu industri pertanian yang sangat luas dan besar. Menurut data dari Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) Indonesia memiliki luas Perkebunan kelapa sawit sebesar 16,83 juta hektar di tahun 2023, dan setiap tahunnya mengalami kenaikan [2]. Perkebunan kelapa sawit di Indonesia memiliki tingkat produksi yang sebesar 14.898 ton per tahun. Jumlah nilai produksi yang besar mengakibatkan limbah pelepah dan daun sawit yang mencapai 40-50 pelepah/pohon per tahun. Pelepah kelapa sawit merupakan sisa pengolahan dan proses panen dari Perkebunan kelapa sawit. Limbah pelepah kelapa sawit dihasilkan dari proses panen tandan buah segar yang dilakukan sepanjang tahun [12].



Gambar 2.3 Limbah pelepah kelapa sawit [13]

Kandungan gizi pada pelepah kelapa sawit terdiri dari komposisi bahan kering 97,39%, abu 3,96%, protein kasar 2,23%, serat kasar 47%, lemak kasar 3,04%, *Neutral Detergent Fibre* (NDF) 76,09%, *Acid Detergent Fibre* (ADF) 57,56%, hemiselulosa 18,51%, lignin 14,23% dan selulosa 43% [12].

2.5 Pengaruh Perlakuan Alkali

Komposit merupakan material yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif dalam manufaktur bidang transportasi, arsitektur dan properti. Komposit memiliki keunggulan pada bobot yang ringan, desain kekuatannya dapat disesuaikan berdasarkan arah beban dan lebih tahan korosi [14]. Proses perlakuan alkali merupakan salah satu cara dalam membersihkan serat dari lapisan lignin yang menjadi pelindung serat dan cara pembersihan dari kotoran. Proses pembersihan lignin ini dilakukan karena lapisan lignin

menurunkan kemampuan ikatan serat dan matriks [15]. Perlakuan alkali merupakan metode umum yang digunakan untuk membersihkan permukaan serat, mengurangi tegangan permukaan serta meningkatkan adhesi pada serat dan matriks polimer [16].

2.6 *Poly-Vinyl Acetat (PVAc)*

Polyvinyl Acetate (PVAc) merupakan jenis polimer yang memiliki sifat kerekatan yang sangat kuat, sehingga biasa digunakan dalam bahan dasar produksi lem/perekat. PVAc memiliki keunggulan sifat tidak berbatu, tidak mudah terbakar, dan cepat solid/mengeras [17]. PVAc merupakan salah satu jenis polimer termoplastis, dimana memiliki sifat fleksibel. PVAc ketika menerima panas akan mengeras, dan ketika didinginkan akan mengeras. PVAc memiliki sifat tahan suhu tinggi, daya regang tinggi dan larut dalam pelarut organik. PVAc dapat dimanfaatkan sebagai perekat pada material, bahan cat, kertas dan tekstil [18].

PVAc merupakan jenis polimer aplikatif dimana biasa digunakan sebagai bahan material. PVAc dapat disintesis melalui proses polimerisasi emulsi. Polimerisasi emulsi PVAc merupakan cairan putih susu dengan kandungan 40-60% polimer padat, dan sisanya air, *colloid protective* dan aditif [18]. PVAc dapat digunakan pada papan partikel dikarenakan dapat meningkatkan kualitas dari sifat fisik dan sifat mekanik papan partikel [17].



Gambar 2.4 Perekat PVAc

2.7 Resin Epoxy

Epoxy merupakan material yang kerap digunakan dalam penguatan struktur suatu material. Sifat epoxy dapat cepat mengeras dan masuk ke celah sempit yang tidak dapat dijangkau. Epoxy merupakan bahan yang dapat digunakan untuk mengikat ikatan material dan mengurangi korosi pada material [19]. Epoxy merupakan salah satu polimer *thermoset*, dimana epoxy dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan epoxy biasa digunakan pada industri penerbangan, konstruksi dan olahraga. Epoxy merupakan polimer *thermosetting* dimana merupakan reaksi dari epoxy resin dan *hardener* amino. Epoxy resin dan *hardener* dapat digunakan sebagai perekat. Campuran dari resin dan *hardener* dilakukan berdasarkan sifat mekanik dari epoxy yang dihasilkan. Pencampuran resin yang lebih banyak akan menghasilkan material yang getas dengan tingkat deformasi rendah, jika *hardener* lebih banyak akan menghasilkan kekuatan luluh yang lebih rendah, namun tingkat deformasinya akan tinggi [20].



Gambar 2.5 Resin epoxy

2.8 Paparan Panas

Paparan panas pada material merupakan kondisi dimana suatu material menerima suhu tinggi dalam jangka waktu tertentu. Paparan panas pada suatu material dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik suatu material. Paparan panas memiliki dampak pada suatu material, dampak yang dihasilkan dari paparan panas terhadap suatu material berbeda beda berdasarkan jenis material, suhu dan waktu paparan panas [21].

2.8.1 Paparan Panas pada Papan Partikel

Paparan panas terhadap papan partikel mempengaruhi sifat fisik dan sifat mekanik dari papan partikel secara signifikan. Papan partikel yang merupakan papan yang terbuat dari serat kayu organik dengan campuran resin tidak memiliki ketahanan yang tinggi terhadap panas. Proses paparan panas yang tinggi dapat mempengaruhi degradasi pada suatu produk dan bahkan dapat terbakar. Paparan panas pada suhu tinggi dapat berdampak buruk terhadap kekuatan mekanis papan partikel [22].

2.9 Pengujian Material Komposit

Pengujian merupakan hal yang penting untuk dilakukan terhadap suatu material, karena berdasarkan pengujian dapat disimpulkan kemampuan dan kelayakan suatu material dan produk. Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari material papan partikel pelepah kelapa sawit berpenguat serat mesokarp yang telah dibuat. Pengujian berguna untuk menguji sifat mekanik kekerasan, kekuatan lentur dan ikatan yang terbentuk pada produk papan partikel yang diberikan paparan panas selama 1 jam dengan variasi suhu 50°C, 150°C dan 250°C. Pengujian dilakukan berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 sebagai acuan dimana merupakan penentu kualitas dari papan partikel seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar material berdasarkan SNI

No.	Sifat Mekanik	SNI 03-2105-2006
1	Kadar Air	Maksimal 14%
2	Kekerasan	Tebal Min. 6,25 mm
3	<i>Modulus of Rupture</i> (MOR)	Min. 82 kgf/cm ²
4	<i>Modulus of Elasticity</i> (MOE)	Min 2,04 x 10 ⁴ kgf/cm ²

2.9.1 Kerapatan

Papan partikel merupakan produk yang memiliki kelebihan dibandingkan dengan kayu alami. Papan partikel dapat dibuat dengan menyesuaikan kebutuhan dan kondisi lingkungan, Ukuran kerapatan

papan partikel dapat menyesuaikan dengan kebutuhan dan kegunaannya [23]. Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 yang membahas tentang papan partikel, nilai kerapatan papan partikel ditentukan dalam satuan (gr/cm^2). Menurut SNI 03-2105-2006 nilai kerapatan pada papan partikel harus memiliki nilai diatas $0,3 \text{ gr}/\text{cm}^2$ dan kurang dari $0,9 \text{ gr}/\text{cm}^2$ [24]. Nilai kerapatan dihitung menggunakan persamaan 2.1 [24].

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

ρ = Kerapatan (gr/cm^2)
 m = Massa (gr)
 v = Volume (cm)

2.9.2 Kadar Air

Kadar air merupakan sifat fisis yang terdapat pada suatu material setelah dilakukan proses pengovenan. Nilai kadar air menunjukkan besar kecilnya kandungan air suatu material yang dimiliki Ketika berada dalam keadaan kesetimbangan di lingkungan sekitar [25]. Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 yang membahas tentang papan partikel, kadar air ditentukan dalam satuan persen (%). Menurut SNI 03-2105-2006 nilai kadar air pada papan partikel harus memiliki nilai dibawah 14%. Nilai kadar air didapatkan melalui proses pemanasan dalam oven [24]. Nilai kadar air dihitung menggunakan persamaan 2.2 [24].

$$KA(\%) = \frac{ma - mk}{mk} \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

KA = Kadar Air (%)
 ma = Massa awal (g)
 mk = Massa Kering (g)

2.9.3 Kekerasan

Pengujian kekerasan merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengukur dan menilai kemampuan suatu material terhadap pembebanan pada perubahan yang tetap. Ketika suatu gaya diberikan pada benda uji, nilai kekerasan material dapat diukur berdasarkan beban yang diterima pada material menggunakan alat ukur Durometer. Durometer merupakan alat yang bekerja untuk mengukur ketahanan material ketika diberikan pembebanan menggunakan jarum *indentor* [26]. Pengujian kekerasan dilakukan berdasarkan standar ASTM D2240-15 dimana untuk pengukuran kekerasan komposit menggunakan Durometer Shore D. Pengujian dilakukan dengan menekan *indentor* sejajar dengan spesimen uji dan dilakukan penetrasi yang singkat kurang dari 1 detik [27].

2.9.4 Modulus of Elasticity (MOE)

Pengujian *modulus of elasticity* (MOE) atau modulus elastisitas merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengukur nilai ketahanan material ketika mengalami fenomena deformasi plastis [28]. Pengujian MOE dilakukan berdasarkan standar ASTM D790 dengan spesimen berukuran 80 x 15 x 6 mm dengan minimum nilai elastisitas sebesar $2,04 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$. Perolehan nilai MOE dilakukan dengan perhitungan menggunakan Persamaan 2.3 [24].

$$MOE = \frac{L^3 m}{4bh^3} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

MOE = Modulus elastisitas (MPa)

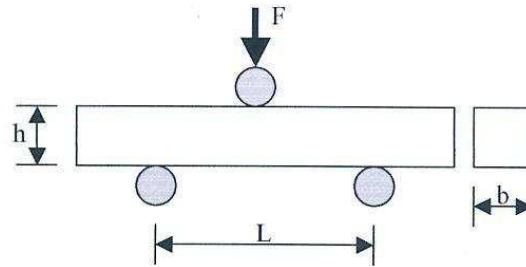
b = Lebar/tebal benda uji (mm)

L = Jarak sangga (mm)

m = *Slope* tangen kurva beban defleksi (N/mm)

2.9.5 *Modulus of Rupture (MOR)*

Pengujian *modulus of rupture* (MOR) atau keteguhan patah dilakukan berdasarkan standar ASTM D790 dengan pembebanan metode *three point bending* menggunakan *universal testing machine* (UTM). Spesimen uji berukuran 80 x 15 x 6 mm dengan nilai minimum kelenturan 82 kgf/cm².



Gambar 2.6 MOE dan MOR 3 *Point Bending* [29]

Nilai MOR didapat dengan melakukan perhitungan menggunakan Persamaan 2.4 [24].

$$MOR = \frac{3FL}{2bh^3} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

MOR = Modulus patah (MPa)

F = Massa beban sampai patah (N)

L = Jarak sangga (mm)

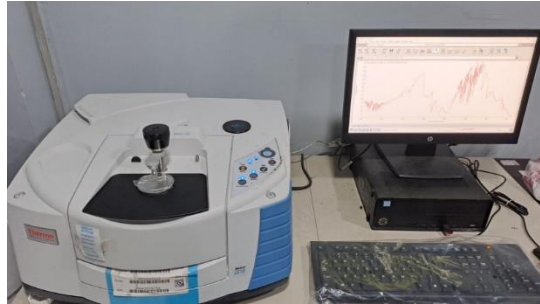
b = Lebar benda uji (mm)

h = Tebal benda uji (mm)

2.9.6 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Fourier transform infrared merupakan metode untuk menganalisa fungsi senyawa dari serapan sinar inframerah yang diserap pada suatu senyawa. Pola absorbansi yang diterima pada setiap senyawa memiliki pola yang berbeda sehingga dapat dibedakan dan dikuantifikasi [30]. Pengujian ini menggunakan FTIR untuk menganalisa interaksi kimia antar matriks dan penguat yang terkandung dalam papan partikel. FTIR menghasilkan informasi

berupa jenis ikatan kimia, perubahan kimia dan reaksi komponen penyusun komposit.



Gambar 2.7 FTIR [31]

Pengujian *fourier transform infrared* (FTIR) dilakukan dengan alat berupa spektrometer. Spesimen dimasukkan kedalam spektrometer yang terhubung komputer dan diberikan sinar inframerah akan menghasilkan diagram FTIR yang dapat dianalisa ikatan atom yang terbentuk pada struktur material.