

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Wood Plastic Composite*

Wood Plastic Composite (WPC) lahir sebagai konsep modern di Italia pada tahun 1970-an, dan dipopulerkan di Amerika Utara pada awal 1990-an. Pada awal abad ke-21 menyebar ke India, Singapura, Malaysia, Jepang, dan China. WPC mungkin adalah salah satu sektor paling dinamis dari industri plastik saat ini dengan tingkat pertumbuhan tahunan rata-rata sekitar 18% di Amerika Utara dan 14% di Eropa [5].

Istilah *Wood Plastic Composite* (WPC) mengacu pada komposit apapun yang mengandung serat tanaman dan termoplastik. WPC biasanya diproduksi dengan mencampur serat tanaman dengan polimer, atau dengan menambahkan serat kayu sebagai pengisi dalam polimer matriks, dan menekan atau mencetak di bawah tekanan tinggi dan suhu [6].

Wood Plastic Composite memiliki keunggulan biaya produksi yang relatif rendah, bahan baku yang melimpah, fleksibilitas proses manufaktur, kepadatan rendah, dekomposisi mudah (dibandingkan dengan plastik) dan dibandingkan dengan bahan baku asli. Memiliki sifat yang sangat baik dan dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Secara umum, kandungan partikel, ukuran partikel, penambahan kompatibilizer dan kondisi pemrosesan seperti suhu, waktu dan kecepatan rotor yang mempengaruhi sifat dan morfologi material WPC. Semakin kecil ukuran serat, semakin besar luas permukaan dan semakin kuat interaksi antara pengisi dan substrat [6].

2.2 Komposit

Komposit disebut juga gabungan beberapa material berbeda, memiliki penguat dalam bentuk serat, lembaran, atau partikel yang tertanam dalam bahan lainnya. Bahan penguat pada umumnya memiliki sifat kurang ulet, densitas rendah. Komposit yaitu penggabungan bahan berbeda sehingga menghasilkan material yang lebih baik [7].

2.2.1 Komposit Serat

Fungsi utama serat dalam material komposit sebagai pendukung, dan kekuatan material komposit tergantung pada serat yang digunakan. Besarnya tegangan yang diterapkan pada komposit ditransmisikan ke serat ketika matriks pertama kali menerimanya, memungkinkan serat menahan beban hingga beban maksimum. Banyak penelitian akademis dan pengembangan industri mengeksplorasi cara-cara baru untuk menciptakan bahan yang lebih ramah lingkungan untuk berbagai aplikasi. Serat dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama buatan dan alami. Serat alami menawarkan potensi untuk memberikan nilai tambah yang lebih besar, berkelanjutan, terbarukan dan biaya yang lebih rendah terutama di industri otomotif.

Komposit serat memiliki sejumlah keunggulan dan kelemahan dibandingkan komposit lainnya. Keunggulannya yaitu sifat ekologisnya, biodegradabilitas, biaya rendah, sifat non abrasif, kepadatan rendah dan berbagai jenis serat merupakan faktor yang sangat penting untuk penerimaan di pasar volume besar, seperti industri otomotif dan konstruksi. Selanjutnya, publik umumnya menganggap produk yang terbuat dari bahan baku terbarukan ramah lingkungan.

Sedangkan kelemahannya yaitu suhu pemrosesan yang membatasi pilihan bahan matriks. Serat tumbuhan terdiri dari berbagai bahan organik (terutama selulosa, sebagai serta hemiselulosa dan lignin) dan oleh karena itu perlakuan buruknya mengarah ke berbagai fisik dan kimia perubahan. Degradasi termal dari serat-serat tersebut menyebabkan sifat organoleptik, seperti bau dan warna, dan lebih dari itu sampai pada penurunan sifat mekaniknya. Juga menghasilkan produk gas, ketika pemrosesan berlangsung pada suhu di atas 200 °C, yang dapat membuat porositas tinggi, kepadatan rendah dan sifat mekanik berkurang. Untuk meningkatkan stabilitas termal, upaya telah dilakukan untuk melapisi atau mencangkok serat dengan monomer [7].

2.2.2 Komposit Partikel

Komposit partikel diperkuat dengan partikel dan matriks partikel. Material komposit partikel memiliki material hampir sama, biasanya digabungkan dengan material yang berbeda dalam matriks. Material komposit partikel memiliki kekuatan yang lebih seragam.

2.2.3 Komposit Berlapis

Lapisan yang digabungkan masing-masing dengan karakteristiknya sendiri. Bahan komposit berlapis digunakan untuk menggabungkan elemen pelapis dan perekat terbaik untuk mendapatkan bahan yang lebih bermanfaat. Sifat-sifat yang dapat ditekankan dari pelapisan adalah kekuatan, kekakuan, ketahanan korosi, kekuatan tarik, dll. Contoh bahan komposit ini adalah pelapis logam, kaca dan komposit pelapis serat [7].

2.3 Matriks

Matriks merupakan fasa dengan bagian atau fraksi volume terbesar (utama) dalam material komposit. Secara ideal matriks seharusnya mampu:

- 1) Menginfiltrasi serat.
- 2) Ikatan koheren terbentuk dalam bentuk ikatan kimia pada permukaan matriks atau serat.
- 3) Melampirkan batang baja yang biasanya sangat sensitif terhadap tegangan dan mencegah kerusakan antara batang baja dan lingkungan.
- 4) Transfer tegangan kerja ke serat.
- 5) Jika ada perambatan retak pada matriks yang mengenai serat, itu tidak terikat.

2.3.1 Matriks Polimer

Sebagian besar aplikasi teknik yang menggunakan polimer menggunakan bahan yang diperkuat serat karena dirancang pada suhu dan relatif murah. Bahan penguat memiliki pengaruh terhadap sifat mekanik polimer. Polimer memiliki sifat yang terbatas, tetapi dengan adanya bahan penguat, polimer memiliki kekuatan tarik, kekakuan, ketangguhan, dan ketahanan korosi yang relatif tinggi. Kerugian dari bahan ini adalah

ketahanan panas yang rendah dan koefisien ekspansi termal yang besar. Ada dua jenis polimer yang biasa digunakan sebagai substrat, yaitu polimer termoset (resin epoksi, resin fenolik) dan termoplastik (polipropilen, nilon, akrilik). Aplikasi komposit matriks polimer antara lain bodi mobil, kursi angkutan umum, struktur pesawat, produk anti peluru, dan lain-lain.

a. Termoplastik

Plastik yang mampu dipanaskan berulang kali dan mengeras ketika didinginkan dan bersifat reversibel yaitu sesuai suhu, dan kemudian mengering terlebih dahulu saat didinginkan. Contoh bahan termoplastik antara lain: PTFE, HDPE, PET, polyether sulfone.

b. Termoset

Plastik yang tidak dapat dipanaskan berulang kali (tidak dapat dimodifikasi). Setelah mengeras, bahan tidak bisa lagi dilunakkan. Contoh plastik termoset adalah epoksida, *bismaleimide* (BMI) dan polimida [7].

Tabel 2.1 Titik Leleh Plastik

NO	Material	Titik leleh °C
1	PP	200-300
2	PS	180-260
3	HDPE	200-280
4	LDPE	160-240

Sumber: Mujiarto, 2005: 66 [8].

2.3.2 Matriks Logam

Matriks logam dilakukan dengan proses secara sintesis dimana tahap tersebut dilakukan dengan memasukkan penguat kedalam matriks logam dan diikuti dengan proses pembentukan. Aplikasi material ini digunakan untuk komponen-komponen mobil. Beberapa komponen mesin mobil menggunakan komposit alumunium yang diperkuat dengan alumina sehingga menjadi ringan [9].

2.3.3 Matriks Keramik

Jenis material yang tahan terhadap oksidasi dan suhu tinggi, tetapi gampang rapuh, dengan nilai ketangguhan sangat rendah. Ketangguhan bisa diperbaiki dengan menggabungkan keramik dengan penguat yang berupa partikel serta serat yang pula dibuat dari keramik. Sebagian material yang tercantum dalam klasifikasi keramik merupakan gelas ataupun kaca, semen, serta keramik yang dibuat dari lempung. Material ini kerap dipakai buat elemen pemanas, sistem rem yang mutakhir, serta komponen mesin pesawat [9].

2.3.4 Perbandingan Pencampuran Spesimen

Menggunakan standart ASTM D-638 tipe II berat total spesimen yaitu 100 g.

Tabel 2.2 Perbandingan Campuran [10].

Spesimen	Variasi Volume	
	HDPE	Serat Ampas Tebu
1	60 %	40 %
2	50 %	50 %
3	40 %	60 %

Data tabel 2.2 digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini, pada penelitian ini penulis menggunakan 4 jenis bahan utama yaitu: HDPE, Serbuk Kayu Sengon Laut, *Xylene* sebagai pelebur plastik, Maleat Anhidrida (MA) untuk meningkatkan daya rekat ikatan antara plastik HDPE dan serbuk kayu sengon laut. Presentase HDPE: 60%-65%-70%-80% dan sisanya adalah serbuk kayu sengon laut dengan presentase 0%-10%-15%-20%.

2.4 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Nanda Pratama Putra, (2019). “Korelasi Multiplek Dengan Komposit Core Hybrid Berpenguat Serbuk Gergaji Kayu Sengon Laut Dan Serbuk Tempurung Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap Kekuatan Tarik, Bending Dan Impak”. Bertujuan untuk mempelajari

pengaruh presentase komposit, serta menggunakan *multi channel comparator* untuk mengukur bending dan impact dari substrat polyester.

Bahan penelitian utama bubuk kayu dan resin poliester tak jenuh dan bubuk tempurung kelapa, bahan pengawet BQTN dan MEKPO, konsentrasinya adalah 1%. Dilakukan dengan pengujian tarik, pengujian tekukan, pengujian benturan. Kekuatan lentur inti campuran terbaik adalah Fraksi volume adalah 40%, dan nilainya adalah 33,93 MPa. Mendapatkan kekuatan benturan terbaik ditemukan dalam fraksi volume 40%, 0,0313 J/mm². Kepadatan tertinggi 1,216 gr/cm³ fraksi volume ketebalan 10% adalah 5 mm dan 10 mm. Mekanisme kesalahan dalam uji tarik 10% [11].

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Nur Kholifah, (2018). Berjudul “Kekuatan Tarik dan Modulus Elastis Bahan Komposit Berbasis Ampas tebu Dan Serbuk Kayu Sengon Dan Matriks Selulosa Bakteri”. Tujuan dari penelitian ini mencari *tensile strength* dan *elastic modulus* tertinggi terdapat di kedua material sintetik dengan fraksi massa 50%. Kekuatan tarik tertinggi dari komposit sintetik yang diperkuat dengan ampas tebu dan kayu sengon adalah $(12,98 \pm 0,27)$ MPa dan $(8,15 \pm 0,14)$ MPa. Nilai modulus cenderung memiliki nilai yang sama yaitu $(108,99 \pm 3,91)$ MPa dan $(111,29 \pm 2,56)$ MPa. Kekuatan tarik bahan komposit berpenguat ampas tebu cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan bahan komposit berpenguat serbuk kayu sengon. Modulus elastisitas bahan komposit ampas tebu tidak berbeda signifikan dengan modulus elastisitas bahan komposit berpenguat serbuk kayu sengon [7].

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Alfikri Hidayat dkk, (2016). Analisis teknis material komposit sandwich yang diperkuat serat daun nanas dan inti serbuk gergaji Sengon Laut. Hasil pengujian bending dan impact menunjukkan bahwa kulit yang diperkuat serat daun nanas, inti pulp kayu dan komposit sandwich tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia. Kandungan serat volumetrik daun nanas adalah 40%, dan uji impak dan lentur plastik tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh peraturan Badan Klasifikasi Indonesia (BKI), sehingga tidak dapat digunakan

sebagai bahan penguat komposit bahan. Dalam pengujian yang dilakukan, campuran *sandwich* ini masih sangat renyah [12].

2.5 Bahan Yang Digunakan

Menggunakan HDPE (*High Density Polythylene*), serbuk kayu sengon laut, *Xylene* dan MA.

2.5.1 HDPE (*High Density Polyethylene*)



Gambar 2.1 Plastik HDPE

HDPE (*High Density Polythylene*) yaitu jenis thermoplastik polyethylene pemanfaatannya terbanyak saat ini seperti pada gambar 2.1. Memiliki sifat tahan panas, asam dan basa, tapi tidak tahan terhadap nitrat pekat. HDPE dapat dipanaskan berulang kali dan memiliki simbol daur ulang 2. HDPE juga lebih kuat dan tahan terhadap gaya tarik. HDPE memiliki sifat lebih tahan lama dan tahan terhadap suhu tinggi [13].

2.5.2 *Xylene* (Cairan Pelarut Plastik)



Gambar 2.2 *Xylene*

Xylene mampu dioksidasi digunakan untuk pelarut, bahan utama tinta, karet dan aditif seperti pada Gambar 2.2. *Xylene* adalah salah satu bahan dalam produksi poliester. Diperkirakan 30 juta ton xilena digunakan setiap tahun di dunia [14].

2.5.3 Serbuk Kayu Sengon Laut



Gambar 2.3 Serbuk Kayu Sengon Laut

Kayu sengon laut yaitu tumbuhan asli banyak tumbuh di masyarakat khususnya Jawa, karena termasuk tumbuhan yang tumbuh paling cepat. Kayu sengon laut banyak digunakan dalam konstruksi rumah, *box*, *pulp* dan *joint*. Limbah serbuk gergaji dari sengon laut seperti pada gambar 2.3 hanya digunakan sebagai media tumbuh jamur, menghasilkan arang dan papan partikel. [15].

2.5.4 Maleat Anhidrida (MA)



Gambar 2.4 Maleat Anhidrida

Maleat anhidrida digunakan untuk meningkatkan kekuatan ikatan antara HDPE dan serbuk gergaji menjadi lebih kuat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4. Penggunaan maleat anhidrida sebagai coupling agent pada komposit HDPE dapat meningkatkan sifat komposit polimer, dengan penambahan maleat anhidrida sebagai coupling agent untuk meningkatkan kinerja ketahanan korosi, kekuatan tarik dan

perpanjangan putus, dan meningkatkan adhesi ke permukaan. Dengan penambahan maleat anhidrida sebagai coupling agent, dimungkinkan untuk meningkatkan sifat mekanik, dimana maleat anhidrida bertindak sebagai perantara kimia untuk menghubungkan serat alam polar dan resin dengan sifat non-polar polarisasi, serta penurunan plastik Viskositas dilihat dari penurunan titik leleh oleh M.A, menyebabkan peningkatan area kontak dengan permukaan serat. [16].

2.6 Jenis Mesin Untuk Pengujian

Pengujian yang digunakan yaitu uji tarik dan uji struktur mikro, dengan bahan uji campuran antara HDPE (*High Density Polyethylene*), Serbuk Kayu Sengon Laut, *Xylene* dan MA.

2.6.1 Mesin Uji Tarik

Jenis mesin untuk mengetahui beban tarik. Tes ini memungkinkan untuk menentukan resistansi suatu material seperti gambar 2.5 dan memeriksa sifat-sifatnya. Pengujian ini menggunakan alat uji tarik AEV (*Vertical Double Electric*) merek *TRIPOD*.



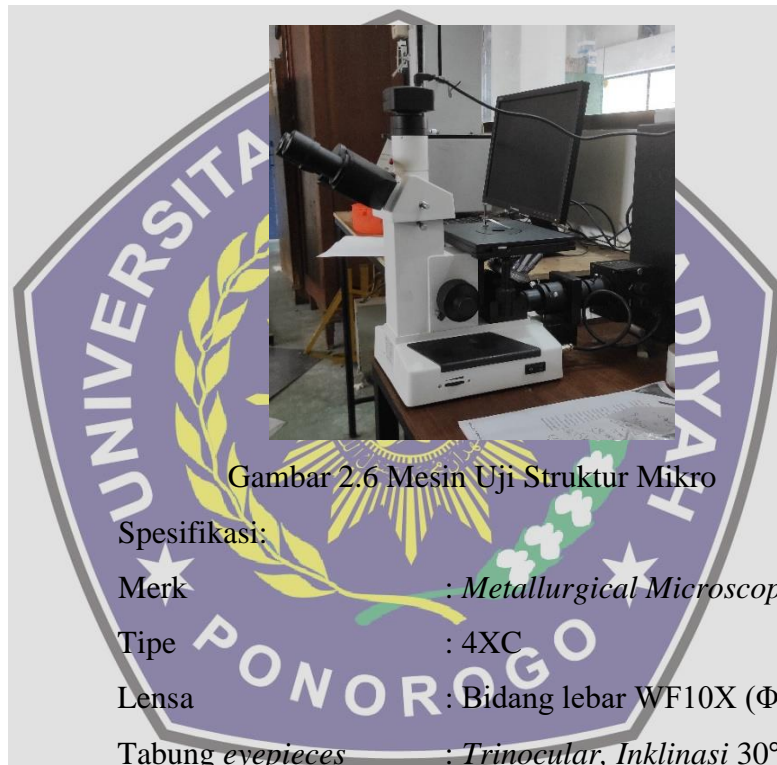
Gambar 2.5 Mesin Uji Tarik

Spesifikasi:

Tes Rentan Kecepatan	: 0~200 mm/menit
Dimensi mesin (p x l x t)	: 44 x 37 x 69 cm
Berat total mesin	: 41 kg
Langkah maksimal	: 220 mm

2.6.2 Mesin Uji Struktur Mikro

Saat menguji struktur mikro menggunakan mikroskop metalurgi 4XC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6. Pengujian dilakukan pada batang sampel bagian hasil uji tarik. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk melihat perubahan struktur mikro sampel setelah dilakukan pengujian tarik. Sampel dihaluskan dengan amplas 5000 sampai permukaannya rata dan halus. Kemudian amati sampel dengan mikroskop optik dengan perbesaran 100 kali, dan ambil gambar dengan optilab yang terhubung ke komputer



2.7 Rumus Pengujian

2.7.1 Uji Tarik

Ketika benda uji dikenai uji tarik, benda uji diregangkan panjangnya sampai putus [17]. Dengan rumus sebagai berikut:

a. Tegangan

Dapat didefinisikan sebagai gaya yang diterima oleh suatu bahan per satuan luas. Untuk memperolehnya, kekuatan tarik material dapat dihitung sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

σ = kekuatan tarik (N/m²)

F = Gaya (N)

A = luas penampang (mm²)

b. Regangan

Regangan adalah hasil pertambahan panjang spesimen, menggunakan rumus berikut:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

ϵ = regangan (%)

ΔL = pertambahan panjang (mm)

L_0 = panjang mula-mula (mm)

c. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas yaitu hasil nilai tegangan dibandingkan nilai regangan. Menggunakan rumus berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

E = modulus elastisitas (N/m²)

σ = Tegangan (N/m²)

ϵ = regangan (%)