

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposit

Komposit adalah material yang terdiri dari dua atau lebih material yang berbeda yang digabungkan untuk menghasilkan sifat dan kinerja yang lebih unggul daripada bahan – bahan penyusunnya sendiri (gambar 2.1). Beberapa contoh material komposit yang umum digunakan dalam bidang mesin dan otomotif adalah komposit serat karbon, komposit matriks logam, dan lainnya.



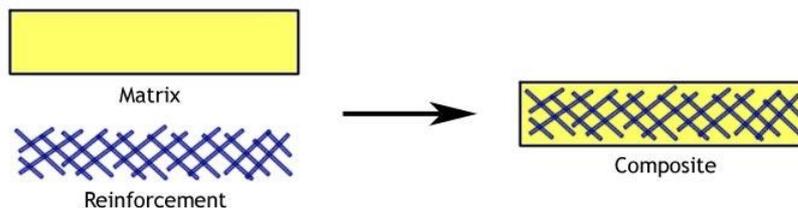
Gambar 2.1 Pembentukan material komposit

Sumber: *What are composites?*. (n.d.).

<https://romeorim.com/what-are-composites/>

2.2. Komponen Pembentuk Komposit

Komposit terdiri dari dua komponen utama, yaitu *filler* dan matriks (gambar 2.2). *Filler* atau penguat adalah komponen pengisi yang digunakan dalam proses pembuatan komposit, biasanya berbentuk serat atau serbuk. Serat atau serbuk yang digunakan dapat berasal dari alam atau sintesis. *Filler* berfungsi untuk mengubah atau menguatkan sifat agar dapat mencapai sifat material yang sesuai ketentuan. Matriks adalah komponen yang mengelilingi dan berfungsi sebagai pengikat *filler* dalam proses pembuatan komposit agar terikat dengan baik. Matriks juga berfungsi untuk menyalurkan beban dan melindungi *filler* dari pengaruh lingkungan.



Gambar 2.2 Komponen matriks dan *filler* (*reinforcement*) sebagai pembentuk komposit

Sumber: *Pengertian material komposit*. (n.d).

<https://artikel-teknologi.com/pengertian-material-komposit/>

2.3. Sifat Komposit

Sifat mekanis komposit yang dihasilkan dipengaruhi oleh empat faktor penting. Faktor pertamanya adalah sifat mekanis matriks dan serat penguat. Faktor kedua adalah sifat mekanis komposit dipengaruhi oleh komposisi antara matriks dan filler. Faktor ketiga adalah *Interfacial bonding*, faktor perekatan atau adhesivitas antara matriks dengan *filler*, dimana semakin kuat ikatannya maka akan semakin kuat juga ketahanan komposit tersebut. Faktor terakhir adalah struktur komposit, dimana homogenitas struktur komposit akan menghasilkan kekuatan yang lebih baik (Pukánszky & Móczó, 2019).

2.4. Polyethylene

PE, juga dikenal sebagai *polyethylene*, adalah salah satu jenis termoplastik yang paling sering digunakan saat membuat bahan komposit. PE dapat digunakan untuk serat selulosa tanpa khawatir akan mengalami degradasi termal karena titik lelehnya yang rendah, yang berkisar antara 106 dan 130 derajat celcius. Papan *wood plastic composite* berbasis PE lebih mudah dipotong dan dipaku karena sifat lunak dan fleksibel PE (Klyosov, 2007).

2.5. Polypropylene

Polypropylene (PP) memiliki sifat mekanis yang lebih baik daripada PE. PP lebih ringan, kuat, dan kaku daripada PE, tetapi PP sangat getas pada temperatur rendah, yang membuatnya sulit untuk dibor dan disekrup. Selain itu, PP lebih mudah mengalami oksidasi daripada PE (Klyosov, 2007).

2.6. Serbuk Kayu

Serbuk kayu, juga dikenal sebagai serbuk gergaji, adalah limbah yang dihasilkan dari industri penggergajian kayu. Selama ini, limbah ini dibiarkan membusuk, ditumpuk, dan dibakar, yang semuanya membahayakan lingkungan (Sofyan, 2023). Pada penelitian ini menggunakan serbuk kayu jati Belanda (gambar 2.3). Kayu jati belanda merupakan jenis kayu *Pinus Merkussi* yang banyak tumbuh di pulau Sumatra. Kayu jati belanda biasanya digunakan sebagai peti kemas kayu dalam bidang pengiriman logistik karena ringan, kuat, dan harganya yang murah.



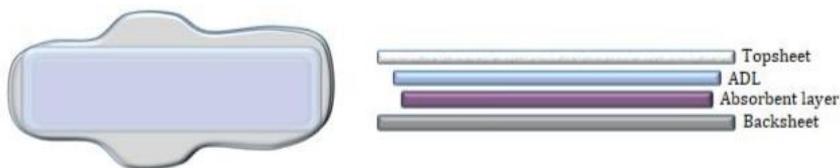
Gambar 2.3 Serbuk Kayu Jati Belanda

Sumber: *Serbuk Hamster Sg Landak Kayu Jati Belanda* (n.d.)

<https://www.blibli.com/p/serbuk-hamster-sg-landak-kayu-jati-belanda/ps--BA8-70007-00021>

2.7. Pembalut Perempuan

Pembalut perempuan plastik pada umumnya terdiri dari empat lapisan yang tersusun dari *topsheet*, ADL (*acquisition-distribution layer*), *absorbent layer*, dan *backsheet*, dapat dilihat pada gambar 2.4. *Topsheet* merupakan lapisan paling atas yang bersentuhan dengan tubuh. ADL berada di bawah *topsheet* dan mendistribusikan cairan menstruasi di sepanjang pembalut perempuan dan memindahkannya ke *absorbent layer* di bawahnya. *Absorbent layer* berfungsi untuk menyerap cairan menstruasi. *Backsheet* adalah lapisan bawah yang berfungsi sebagai berupa film kedap air (Kara, 2021).



Gambar 2.4 Lapisan pada pembalut perempuan

Sumber: Kara, Ş. (2021). *A Research Study about the Expectations from Sanitary Napkins , Current Problems and Design of a Functional Sanitary Napkin Kadın Pedlerinden Beklentiler , Mevcut Pedlerde Yaşanan Problemler ve Fonksiyonel Bir Kadın Pedi Tasarımı Üzerine Araştırma Çalışma*. April, 74–90.

2.8. Karakteristik Mekanis dan Kimia dari Serbuk Kayu dan Serat Kapas

Salah satu faktor yang mempengaruhi sifat mekanis material komposit adalah karakteristik mekanis dan kimia. Karakteristik mekanis yang dimiliki oleh material penyusun dapat dilihat pada

tabel 2.1 dan karakteristik kimia yang dimiliki oleh serbuk kayu dan serat kapas dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.1

Karakteristik Mekanis Serbuk kayu dan Serat Kapas

Materil	Density (g/cm³)	Young's Modulus (GPa)	Sumber
Serbuk Kayu	1.5	40	(Ashori, 2008)(Bledzki & Gassan, 1999)
Serat Kapas	1.5-1.6	5.5-12.6	(Vijayan & Krishnamoorthy, 2019)

Tabel 2.2

Karakteristik Kimia Serbuk kayu dan Serat Kapas

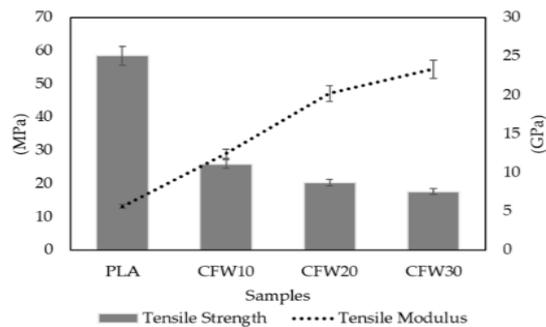
Materil	Cellulose (% berat)	Hemicellulose (% berat)	Ligning (% berat)	Sumber
Serbuk Kayu	30–60	20–30	21–37	(Elfaleh <i>et al.</i> , 2023)
Serat Kapas	82.7–92	5.7–6	0	(Fuqua <i>et al.</i> , 2012) (Elfaleh <i>et al.</i> , 2023)

2.9. Kalsium Karbonat (CaCO₃)

Kalsium karbonat (CaCO₃) merupakan senyawa yang biasanya didapat dari *limestone* yang dihaluskan hingga menjadi serbuk. Kalsium karbonat juga banyak ditemukan pada cangkang telur. Sebagian besar cangkang telur terdiri atas persenyawaan kalsium karbonat (CaCO₃) yaitu sekitar 90.9% (Warsy *et al.*, n.d.). Penambahan kalsium karbonat (CaCO₃) dalam komposisi *wood plastic composite* (WPC) dapat mengurangi biaya bahan baku, mengurangi konsumsi energi produksi, dan meningkatkan persiapan dan sifat mekanik (tarik, dampak, dan fleksural). Komposisi kalsium karbonat yang disarankan untuk mendapat dampak adalah 30% berat, tarik adalah 25% berat, dan fleksural adalah 10 % berat. Komposisi kalsium karbonat yang sesuai untuk properti persiapan komposit adalah 20% berat (Hongzhen *et al.*, 2017). Nilai suhu transisi kaca bervariasi antara jenis polimer. Dalam komposisi yang menggunakan dua jenis plastik yang berbeda, serbuk CaCO₃ berfungsi untuk menyeimbangkan nilai suhu transisi kaca yang berbeda (Ghalia *et al.*, 2011).

2.10. Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya mengenai komposit dengan menggunakan *filler* serat kapas pernah dilakukan oleh Narongchai O-Charoen. Pada penelitian tersebut menggunakan variasi persentase berat serat kapas sebesar 10% , 20% , dan 30% berat dicampur dengan PLA menggunakan mesin *compression molding* dengan temperatur 190°C dengan masing – masing waktu *press* dan *cooling* 5 menit (total 10 menit).



Gambar 2.5 Grafik uji *tensile* komposit PLA/CFW (*cotton fiber waste*)

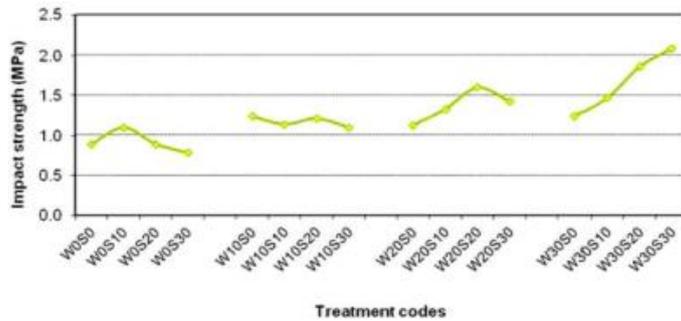
Sumber: O-Charoen, N., Kampeerapappun, P., Charoenlarp, K., Petchwattana, N., & Jansri, E. (2022). Green Composites Based on PLA and Cotton Fabric Waste: Preparation and Characterization. *Recycling*, 7(5). <https://doi.org/10.3390/recycling7050078>

Pada gambar 2.5 terlihat bahwa nilai uji *tensile* PLA murni adalah yang tertinggi sebesar 58.4 MPa, diikuti CFW10, CFW20, dan CFW30 sebesar 25.8, 20.3, and 17.5 MPa, secara berturut. Hal ini secara langsung disebabkan oleh interaksi dan ketidakcampuran yang buruk antara PLA dan CFW, yang menyebabkan pemisahan fase yang signifikan ketika kandungan CFW meningkat. Sebaliknya, hasil *tensile modulus* CFW30 adalah yang terbaik pada 23.3 GPa, diikuti oleh CFW20, CFW10, dan PLA murni pada 20.2, 12.4, dan 5.62 GPa, secara berturut. Hasil ini menunjukkan bahwa menambahkan pelet CFW ke PLA dapat bermanfaat (O-Charoen *et al.*, 2022).

Hal ini juga dinyatakan oleh Octavia Zeleniuc, bahwa serat kapas (serat alam) memiliki kekurangan dalam hal kurangnya kompatibilitas dengan matriks (Zeleniuc *et al.*, 2024). *Hybrid composite* dapat menjadi salah satu alternatif dalam menyelesaikan kekurangan serat alam terkait kurangnya kompatibilitas dengan matriks. Beberapa peneliti telah melakukan hibridisasi serat alam dan serat sintetis/alam untuk mengatasi keterbatasan serat alam dalam hal daya serap air yang tinggi dan kompatibilitas yang rendah (Gupta *et al.*, 2021).

Hybrid composite dengan penambahan serbuk kayu sudah pernah dilakukan oleh Mehdi Faezipour. Penelitian yang dilakukan mengenai *hybrid composite* dengan menggunakan *polycarbonate* daur ulang dengan filler limbah serat sutra dan serbuk kayu. Variasi persentase

berat serat sutra (S) adalah 0% 10%, 20%, dan 30%. Variasi persentase berat serbuk kayu (W) sebesar 0% 10%, 20%, dan 30%. Dari variasi berat serat sutra dan serbuk kayu dibentuk 16 jenis sampel.



Gambar 2.6 Grafik perbandingan kekuatan impact pada komposit yang diisi PWF dan WSF

Sumber: Faezipour, M., Shamsi, R., Ashori, A., Abdulkhani, A., & Kargarfard, A. (2016). Hybrid composite using recycled polycarbonate/waste silk fibers and wood flour. *Polymer Composites*, 37(6), 1667–1673. <https://doi.org/10.1002/PC.23339>

Pada gambar 2.6 menunjukkan bahwa dengan meningkatnya kandungan sutra, kekuatan impact sedikit menurun. Seperti yang ditunjukkan pada grafik, penurunan kekuatan impact bertahap disebabkan oleh penambahan WSF dari 10% menjadi 30% berat. Berbanding terbalik, dengan meningkatnya kandungan serbuk kayu, kekuatan impact juga ikut meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa *hybrid composite* dapat membantu meningkatkan sifat mekanis material komposit (Faezipour *et al.*, 2016).