

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pradana, (2020) Melakukan penelitian tentang perbedaan pada ukuran tempurung kelapa dan tongkol jagung yang kemudian di mixer dengan resin agar melihat kuat tarik bahan uji. Rasio debu tongkol jagung 5%:95%, 10%:90%, 15%:85%, 20%:80%, 10%:90%, 15%:85% digunakan dalam penelitian ini. 20%: 80%. Kuat tarik sangat dipengaruhi oleh kandungan karbon tongkol jagung, bisa di lihat pada variasi 95%:5%, terbukti menunjukkan hasil tarik yang tinggi.

Nobel Sabar, (2020) Melakukan penelitian tentang bagaimana pengaruh Karbon aktif pada uji tarik dan lentur komposit dengan berbahan dasar daun nanas kemudian *matriks* poliester, Prose dalam riset ini menggunakan metode dengan membuat spesimen menggunakan metode *hand lay-out* pada suhu ruang dan susunan serat searah, dan hasil penelitian memperoleh hasil dengan nilai kekuatan lentur ada pada penambahan karbon aktif 1% dengan nilai tertinggi 33,29 N/mm², dan hasil dari pengujian tarik didapatkan hasil penambahan karbon aktif 1% dengan nilai tertinggi 16,75 N/mm².

Salman et al., (2018) Melakukan penelitian tentang komposisi terbaik dengan bahan serbuk kayu, ijuk, dan serbuk *charcoal* serta resin fenol sebagai alternatif substitusi bahan gesekan rem. Variasi persentase komposisi serbuk arang tempurung kelapa adalah 45%, 40%, 35%, dan 25%. Serbuk gergaji dan resin fenol konstanta masing-masing sebesar 20% dan 25%, sedangkan ijuk sebesar 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%. Spesimen diproduksi dengan cara dicetak di bawah tekanan 4 ton dan dipanaskan pada suhu 150° hingga 3 jam. Proses uji yang dilakukan meliputi pengujian keausan, kekerasan, pengujian tarik dan foto mikro. Penelitian menunjukkan hasil bahwa nilai keausan terendah adalah $1,68 \times 10^{-6}$ gr/mm².s dan tertinggi adalah $3,71 \times 10^{-6}$ gr/mm².s. Nilai kekerasan tertinggi yaitu 60.497 HBN dan terendah yaitu 54.329 HBN. Sedangkan tegangan tarik maksimum diperoleh sebesar $9,50 \times 10^{-1}$ MPa kemudian terendah sebesar $2,01 \times 10^{-1}$ MPa. Komposisi terbaik diperoleh pada komposisi serbuk kayu 20%, ijuk 10%, resin 25%, dan arang 45%.

Rizki, (2021) Melakukan penelitian proses produksi helm proyek dengan bahan penguat serat pisang dan inti sawit serta untuk mengetahui ketahanan uji jatuh bebas dari sampel yang diperkuat serat inti pisang dan bubuk inti sawit. Helm desainer dibentuk dengan tangan menggunakan cetakan tulangan fiberglass. Desain helm yang dihasilkan memiliki panjang 241mm, lebar 210mm, dan tinggi 220mm. Tes jatuh bebas ketahanan sampel helm Tes pertama Penyerapan guncangan 2,9600J Tes kedua 3,2291J Eksperimen ketiga 3,4982J Eksperimen keempat 3,7673J Eksperimen kelima 4,0364J.

Setyawan & Tahir, (2021) melakukan penelitian tentang menggunakan arang serbuk tempurung kelapa Bersama aseton, hardener dan resin menggunakan perbandingan berat 4,4 gram serbuk arang, 4gram aseton, 20 gram hardener, dan 40 gram resin kemudian di mixer hingga menjadi senyawa. Dengan variasi serbuk arang yaitu 10%, 20%, dan 30% serta tidak menggunakan serbuk arang, resin yang dipakai adalah resin epoksi kemudian dibuat dari cetakan dengan ukur tebal 1 mm dan panjang 15cm. Proses saat pengujian tarik mengikuti pada standar uji ASTM D638 dan pengujian SEM untuk melihat karakteristik komposit.

Dari penelitian-penelitian diatas maka penelitian kali ini tentang melakukan penambahan *charcoal* pada komposit serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) masih relevan untuk dilakukan.

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Komposit

Matthews et al. (1993), mendefinisikan komposit sebagai bahan yang dibentuk oleh penggabungan lebih dari dua bahan heterogen dan sifat mekaniknya berbeda dengan bahan penyusunnya. Proses pembuatan material komposit melibatkan campuran heterogen dari material tersebut. Bahan komposit yang paling utama adalah matriks (pengikat) dan penguat.

Keunggulan material komposit dibandingkan dengan bahan logam telah diidentifikasi oleh Jones (1999) sebagai berikut:

1. Kekuatan dan kekakuan yang superior
2. Tahan terhadap korosi yang menjadi masalah bagi logam
3. Dapat meredam getaran dengan efisien
4. Tampilan dan permukaan yang lebih baik

2.2.2 Bahan Utama Penyusunan Komposit

Komposit mempunyai dua penyusun utama yaitu, resin dan serat penguat, yang biasanya digunakan secara umum. *Resin epoxy* dan *polyester* merupakan dua jenis *matriks* yang sering digunakan dalam pembuatan bahan komposit. Sementara itu, serat *fiberglass*, serat karbon, dan *nilon* adalah contoh *reinforcement* yang sering diaplikasikan dalam komposit.

Van Vlack (1994) Menyatakan bahwa penguat dalam suatu material akan menanggung beban utama, oleh karena itu modulus elastisitas bahan tulangan harus lebih baik dibandingkan dengan modulus elastisitas bahan matriksnya. Jika beban dari matriks dipisahkan dengan lancer ke penguat, ini menunjukkan bahwa ikatan antara penguat dan matriks tidak mengalami kritikalitas dan terjalin dengan baik.

Dalam konteks ini, matriks memiliki beberapa fungsi penting, yaitu:

- a. Melindungi serat dari kerusakan atau gangguan.
- b. Mengikat serat Bersama-sama agar dapat berfungsi dengan efisien.
- c. Menyalurkan tegangan ke serat sehingga beban dapat didistribusikan dengan baik.
- d. Membentuk ikatan yang kohesif antara serat tersebut.
- e. Menjaga stabilitas struktur setelah proses manufaktur selesai.
- f. Memungkinkan pelepasan ikatan jika diperlukan.

1. *Reinforcement*/Bahan penguat

Reinforcement/bahan penguat adalah material yang ditambahkan ke dalam matriks untuk meningkatkan sifat mekanis dan performa material komposit. Bahan penguat ini biasa digunakan agar meningkatkan kekuatan, kekakuan, dan sebagai ketahanan dari material komposit. Dalam komposit, bahan pengisi/penguat biasanya berbentuk serat, butiran, atau partikel yang tertanam dalam matriks.

2. Katalis

Katalis merupakan suatu zat dalam bentuk cair yang sering dipakai dalam pembuatan material komposit. Fungsinya untuk mempercepat reaksi pengeringan pada suhu kamar. Saat mencampur katalis dengan resin, diperlukan dosis yang tepat, yaitu sekitar 0,2% hingga 0,5% dari total campuran. Kegagalan melakukannya dapat merusak produk

komposit karena katalis cair dapat menyebabkan panas berlebih selama proses curing. Beberapa jenis katalis yang paling umum digunakan adalah MEKPO, MEPOX dan Trigonox. agen pelepasan

3. Bahan aditif

Bahan aditif pada komposit merupakan bahan yang dikombinasikan ke dalam matriks resin/bahan perekat dan bahan pengisi untuk memberikan sifat-sifat tertentu atau meningkatkan performa komposit dalam berbagai cara. Aditif dapat memiliki berbagai fungsi tergantung pada kebutuhan aplikasi dan jenis komposit yang diinginkan. Berikut beberapa contoh bahan aditif yang sering digunakan dalam komposit:

- a. Penguat termal seperti serat panjang, serat silika, atau bahan keramik dapat digunakan untuk meningkatkan ketahanan terhadap suhu tinggi dan sifat isolasi termal komposit.
- b. Pewarna digunakan untuk memberikan warna pada komposit, membantu dalam identifikasi atau aspek estetika.
- c. Bahan pengisi struktural, aditif seperti nanopartikel dapat digunakan sebagai pengisi untuk memberikan sifat khusus seperti konduktivitas listrik, ketahanan korosi, atau sifat anti-mikroba pada komposit.
- d. Penguat mekanis seperti serat pendek atau partikel penguat lainnya dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan komposit.
- e. Bahan pengering untuk mengontrol proses pengeringan atau polimerisasi resin pada komposit.

Penggunaan bahan aditif pada komposit dapat disesuaikan dengan tujuan aplikasi dan karakteristik yang diinginkan pada produk akhir. Kombinasi yang tepat dari aditif, bahan pengisi, penguat, dan matriks akan membantu menciptakan komposit dengan sifat-sifat yang diinginkan untuk berbagai aplikasi.

2.2.3 Powder (Bubuk) Arang Tempurung Kelapa

Powder merupakan sebuah material berbentuk bubuk halus yang diperoleh dari limbah tempurung kelapa yang mengandung karbon. Dengan proses pengolahan tertentu yaitu dengan proses aktivasi, di mana tekanan dan suhu tinggi digunakan untuk membuka pori-pori dalam material tersebut, sehingga memberikan kemampuan *adsorpsi* atau penyerapan yang sangat efektif terhadap larutan atau uap.

Dalam sebuah struktur komposit, bahan komposit terdiri dari partikel-partikel yang disebut sebagai bahan komposit partikel. Sesuai definisinya, partikel ini memiliki berbagai bentuk seperti kubik, bulat, tetragonal, atau bahkan bentuk acak tanpa pola tertentu, meskipun ukurannya bisa dilihat sama rata. Bahan komposit partikel seperti ini biasanya digunakan sebagai pengisi atau penguat dalam bahan komposit keramik. Meskipun secara umum lebih lemah dibandingkan dengan komposit serat, bahan komposit partikel memiliki beberapa keunggulan, termasuk ketahanan terhadap aus, ketahanan retak yang baik, dan kemampuan yang baik dalam mengikat dengan matriks. (Putra F.G., 2016)

2.2.4 Serat Alam

Serat alam digunakan di berbagai industri, termasuk tekstil, kertas, otomotif, dan sebagai penguat didalam sebuah material komposit. Serat alam ini biasa digunakan untuk penguat pada material komposit memiliki beberapa keunggulan, antara lain yaitu, densitas rendah, biaya ekonomis, kekuatan spesifik tinggi dan modulus elastisitas. Selain itu, serat alam yang melimpah ini berada di banyak negara, memancarkan polutan lebih sedikit, dan bisa diolah

kembali (Joshi, 2009). Ada berbagai jenis serat yang berasal dari alam yang disebut serat alam yaitu, tumbuhan, hewan dan mineral. Adapun sumber serat alami sebagai contoh adalah serat berongga seperti limbah serat sawit yang dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan penguat yang terbuat dari limbah industri kelapa sawit.

2.2.5 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan perolehan dari limbah yang sudah diproses ekstraksi minyak sawit (CPO), setelah buah segar kelapa sawit telah dimanfaatkan. Ini adalah (*by-product*) yang merupakan suatu produk sampingan dalam industri pengolahan limbah kelapa sawit (Arif, 2012). Serat tandan kosong kelapa sawit ini secara fisik terdiri dari dengan beragam jenis komposisi utama berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Komposisi kandungan kelapa sawit dapat dilihat dalam Tabel 2.1.

Table 2.1 Komposisi Utama Tandan Kosong Kelapa Sawit (Sudiyani et al., 2010)

Komponen	% berat
Selulosa	41,3 – 46,5
Hemiselulosa	25,3 – 33,8
Lignin	27,6 – 32,5

Seperti pada penelitian ini yang memanfaatkan serat alam tandan kosong sawit sebagai penguat pada komposit.

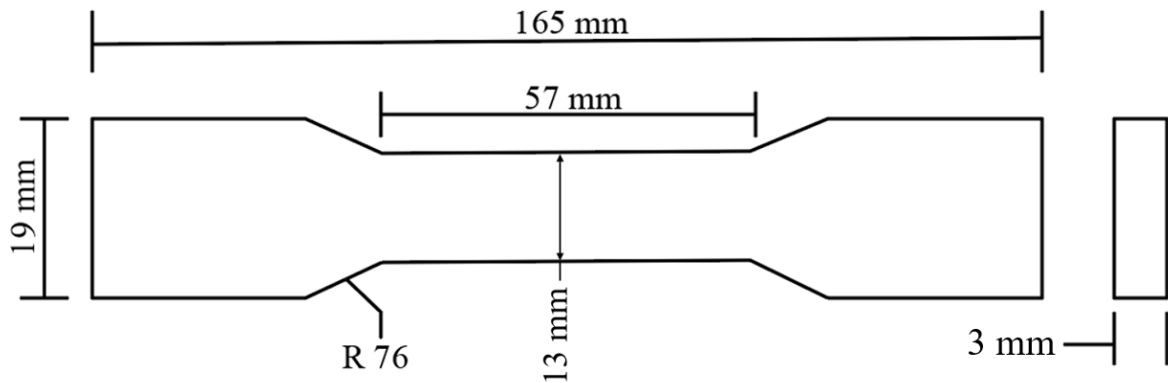
2.3 Pengujian

Pengujian dilaksanakan untuk menginvestigasi dampak dari penambahan *charcoal* pada karakteristik komposit menggunakan serat tandan kosong kelapa sawit. Pengujian akan mencakup uji tarik dan uji bending untuk mengamati sifat-sifat dari komposit yang telah dijelaskan sebelumnya.

2.3.1 Uji Tarik

Metode uji tarik merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya searah dengan sumbu sampel. Dalam pengujian tarik, sampel bahan ditarik pada arah berlawanan dengan gaya gravitasi atau beban yang diterapkan pada sampel tersebut. Hasil dari pengujian tarik memberikan data mengenai karakteristik mekanik dari material, termasuk kekuatan tarik maksimum dan modulus elastisitas. Uji tarik sering digunakan dalam berbagai industri, terutama dalam bidang rekayasa material, untuk memastikan bahwa bahan yang digunakan memiliki sifat mekanik yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

Uji tarik ini mengacu pada standar ASTM D638 menggunakan spesimen yang berbentuk tertentu serta ukuran yang telah ditentukan, seperti yang dijelaskan dalam Gambar 2.1 dibawah (Ryan et al., 2013)



Gambar 2.1 Spesimen Uji Tarik (ASTM D638)

$$\sigma_U = \frac{\text{Beban (F)}}{\text{Luas Penampang (A}_0\text{)}} \text{ (kgf/mm}^2\text{)}$$

Keterangan :

σ_U = Tegangan tarik maksimum(kgf/mm²)

F = Beban tarik maksimum (kgf)

A₀ = Luas penampang awal (mm²)

Kekuatan tarik dilakukan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang sebelum terdeformasi. Regangan terjadi karena adanya perbandingan antara panjang awal dengan penambahan panjang benda uji.

$$\epsilon = \frac{\text{Perubahan panjang } (\Delta L)}{\text{Panjang awal (L}_0\text{)}} \times 100$$

Keterangan :

ϵ = Regangan (%)

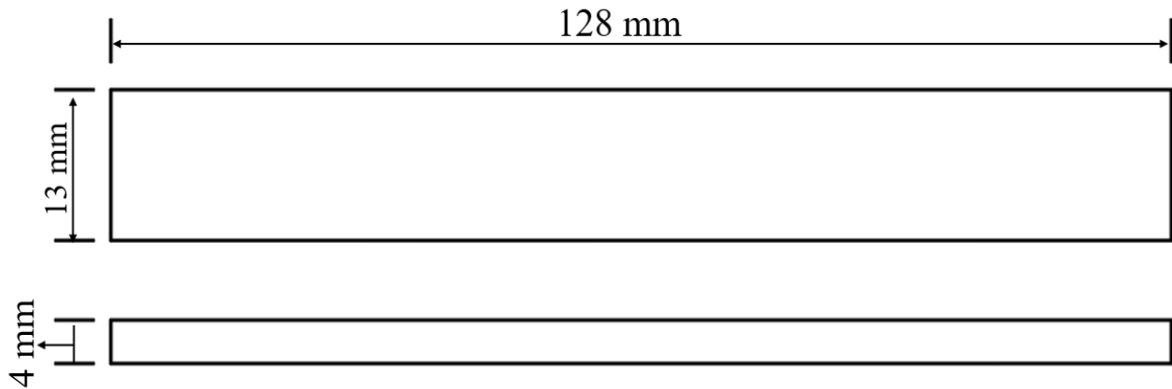
ΔL = Perubahan panjang (mm)

L₀ = Panjang awal (mm)

2.3.2 Uji Bending

Metode uji bending merupakan pengujian yang digunakan untuk mengetahui kekuatan sebuah material atau bahan yang sesuai pada standar ASTM D7264, yang melibatkan pengujian statis. Dalam uji bending, material diberikan beban luar yang menyebabkan tegangan bending terbesar tanpa menyebabkan deformasi yang signifikan atau kegagalan. Uji bending umumnya dilakukan pada berbagai jenis bahan seperti logam, komposit, kayu, dan juga pada struktur seperti balok, pelat, atau pipa.

Proses uji bending ini membantu menentukan berbagai sifat mekanik dari bahan atau struktur tersebut, termasuk modulus elastisitas, kekuatan lentur, dan kekuatan geser. Pengujian ini mengikuti standar ASTM D7264 yang mengatur bentuk dan ukuran spesimen yang digunakan, sebagaimana ditampilkan dalam Gambar 2.2. (Ayubi & Hadi, 2019)



Gambar 2.2 Spesimen Uji Bending (ASTM D7264)

Tegangan bending yang dihitung dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{3.P.L}{2.b.h^2}$$

keterangan :

- σ = Tegangan bending (kgf/mm^2)
- P = Beban atau gaya yang terjadi (kgf)
- h = Ketebalan benda uji (mm)
- L = Jarak point (mm)
- b = Lebar benda uji (mm)

2.3.3 Pengamatan Foto Makro

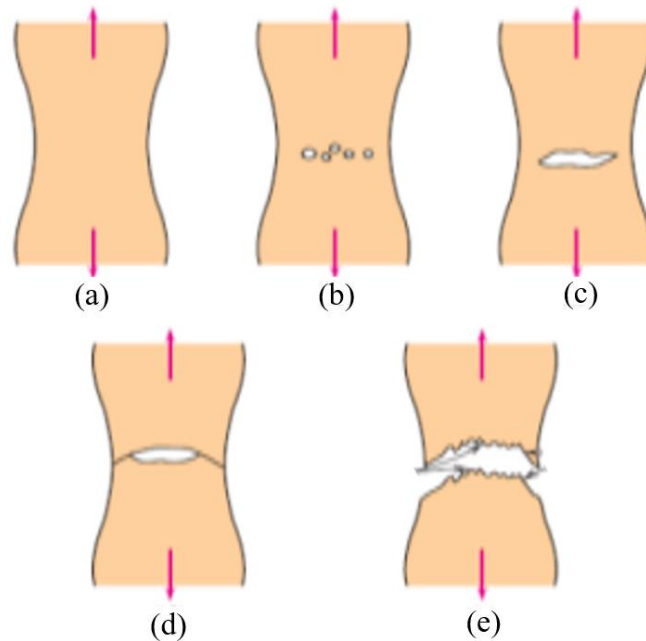
Uji makro memiliki fungsi untuk mengambil gambar spesimen yang diuji dengan pembesaran 200x (*metallography*). Sebelum melakukan percobaan *metallografi* pada suatu material, langkah pertama adalah menentukan jenis material logam yang akan diuji. Selanjutnya, dalam percobaan *metallografi*, bagian dari material yang akan diuji diamati menggunakan kamera *metallografi*, dan dari hasil gambar tersebut dilakukan pengamatan terhadap jenis patahan ulet atau jenis patahan getas.

2.3.4 Analisa Patahan Material

Analisa jenis patahan material sebelum terjadi patah ada beberapa gambaran atau analisa mengenai proses terjadinya patahan yaitu sebagai berikut:

1. Patah Ulet (*Ductile Fracture*)

Patah Ulet dicirikan dengan adanya muncul deformasi dari plastik yang besar di sekitaran ujung retak. Retakan seperti ini biasanya disebut sebagai retakan yang stabil yaitu karena dapat menahan dari tiap penambahan panjang benda, kecuali jika terjadi suatu penambahan tegangan yang diberikan maka retakan akan lebar dan patah. Sebagai tambahan akan terlihat adanya deformasi plastik pada permukaan patahan, sebagai contoh butiran dan sobekan yang menandakan patahan ulet. Wibowo, R. D. (2012)

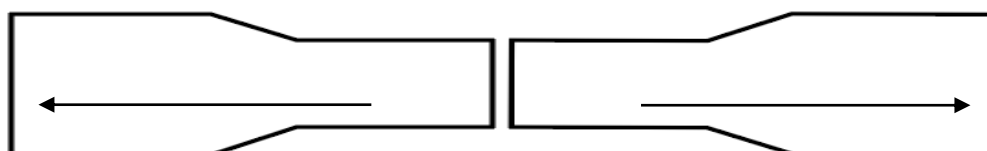


Gambar 2.3 Proses terjadinya patahan (Wibowo, R. D. 2012).

Keterangan :

- a) Pertama setelah pengintian pengecilan setempat (necking)
 - b) Rongga-rongga kecil mulai terbentuk melintang
 - c) Kemudian ketika deformasi berlanjut, rongga itu semakin membesar dan membuat retak dengan bentuk elips tegak lurus searah tegangan
 - d) Memperlihatkan terjadinya perambatan retak yang paralel dengan sumbu rongga
 - e) Setelah itu terjadi perambatan retak yang cepat sehingga patah oleh deformasi geser pada sudut 45°
2. Patah Getas (*Brittle Fracture*)

Patah getas adalah terjadinya proses deformasi yang cukup kecil dan mengalami perambatan pada titik retakan dengan cepat seperti pada gambar 2.4. Arah dari perambatan retak ini searah lurus dengan arah tegangan tarik yang dilakukan dan menghasilkan permukaan patah yang relatif rata, seperti pada gambar 2.4 memperlihatkan untuk patah getas retakan akan merambat dengan sangat cepat ketika deformasi yang dialami kecil.



Gambar 2.4 Skematik patah getas

Jadi pada patahan getas adalah dengan munculnya retakan merambat dengan sangat cepat karena deformasi kecil. Retakan seperti ini disebut sebagai retakan yang tidak stabil dengan perambatan retak secara terus-menerus secara spontan tanpa penambahan tegangan yang bekerja. Wibowo, R. D. (2014)