

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Sunardi et al., (2016) melakukan penelitian yang akan membicarakan tentang penggunaan serat tandan kelapa sawit kosong untuk meningkatkan papan partikel, mengontrol volume serat komposit, dan menggunakan teknik *cold press single punch* pada tekanan tiga bar. Sebagai filler digunakan serbuk kayu sengon, dan resin epoxy dan PVAc digunakan sebagai pengikat. Papan partikel dengan fraksi volume serat 5%, 10%, dan 15% memiliki fitur seperti efek, tegangan lentur, densitas, pengembangan tebal, dan kekerasan. Menurut hasil penelitian, papan partikel yang memiliki fraksi volume serat 15% memiliki densitas 0,973 g/cm<sup>3</sup>, 1,025%, 26 N/mm<sup>2</sup>, 14,484 N/mm<sup>2</sup>, dan 8,247 kJ/m<sup>2</sup>.

Permata et al., (2021) juga melakukan penelitian tentang limbah agro industri merupakan salah satu hal yang perlu diawasi, seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS). TKKS dapat digunakan untuk membuat bioetanol dan pulp, tetapi diperlukan praperlakuan (fermentasi). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dampak lama fermentasi spontan terhadap sifat komponen bukan lignoselulosa TKKS fraksi serat campuran. Rancangan acak lengkap tiga kali ulangan digunakan dalam penelitian ini. Hasil penelitian dianalisis menggunakan uji F, dan jika ada perbedaan dilanjutkan dengan uji Duncan pada 5%. Hasil menunjukkan bahwa lama fermentasi spontan berdampak nyata pada TKKS fraksi serat campuran, termasuk air, abu, lemak, nitrogen, dan kalium. Semakin lama proses fermentasi berlangsung, semakin sedikit lemak, nitrogen, fosfor, dan kalium dalam TKKS.

Lusiani et al., (2015) Pembuatan papan komposit dari limbah didasarkan pada potensi limbah tandan kelapa sawit yang kurang dimanfaatkan. Tujuan pembuatan papan komposit yang terbuat dari limbah tandan kelapa sawit adalah untuk menghasilkan produk furniture yang lebih ramah lingkungan dan memiliki fitur yang lebih baik daripada yang tersedia saat ini. Serat tandan kelapa sawit, serbuk kayu sengon, resin epoxy, dan PVAc digunakan. Komposit ini dibuat dengan fraksi volume 15 persen serat tandan kelapa sawit, 50 persen serbuk kayu, 15 persen resin epoxy, dan 20 persen lem fox. Proses pembuatan dilakukan dengan metode *cold press single punch* dengan tekanan 300 kg/cm<sup>2</sup>. Karakteristik bahan yang diteliti termasuk pengamatan struktur mikro, bending, densitas, pengembangan tebal, kekerasan, dan efek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa papan komposit memiliki karakteristik terbaik. Papan komposit panjang 15 mm memiliki variasi panjang serat 1,025%, densitas 0,973 g/cm<sup>3</sup>, kekerasan 26 N/mm<sup>2</sup>, kekuatan maksimum 41.904 N, batas elastisitas 904,745 N/mm<sup>2</sup>, dan nilai efek 8.247 kJ/m<sup>2</sup>.

Ali & Rusman, (2017) Limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang dihasilkan setiap tahun berkisar antara 23,3 dan 23,3 ton per hektar. Karena Indonesia adalah negara agraris dengan perkembangan luar areal lahan rata-rata 11,12 per tahun, pemanfaatan TKKS untuk produk teknologi masih sangat terbatas. Satu tahun, 1,9 juta ton berat kering atau 4 juta ton berat basah sawit diproduksi. Hasil penelitian ini menunjukkan kekuatan tekan bahan komposit yang diperkuat serat TKKS. Hasilnya menunjukkan bahwa komposit ini akan

mengurangi jumlah limbah TKKS dan dapat digunakan sebagai bahan dengan nilai produk yang murah dan berdaya jual tinggi. Penelitian ini dilakukan dengan mengolah limbah TKKS dan menggunakan alat uji servopulser untuk menguji tekan statik material komposit. Hasil penelitian menunjukkan tegangan rata-rata ( $\sigma$ ) 65,45 (N/mm<sup>2</sup>), regangan ( $\epsilon$ ) 0,073 mm, dan modulus elastisitas (E) 926,34 (MPa).

Safrijal et al., (2017) Potensi limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang tidak dimanfaatkan sepenuhnya menyebabkan limbah tersebut dibuang sia-sia. Untuk menghasilkan rekayasa material baru, komposit terdiri dari dua fase: fasa matriks dan fasa penguat. Resin polyester berfungsi sebagai matriks dan tandan kelapa sawit yang kosong berfungsi sebagai penguat. Dalam penelitian ini, spesimen uji dampak berukuran 55 x 10 x 10 mm digunakan untuk menguji kekerasan papan serat komposit yang dibuat dalam kondisi yang kaku dan getas. Untuk melakukan pengujian komposit dengan alat uji dampak, terdapat beberapa langkah. Spesimen diletakkan pada tempat tumpuan dengan benar-benar di tengah, bandul diangkat dengan perlahan berlawanan arah jarum jam, di mana pisau bandul spesimen sejajar dengan takikan benda tersebut, dan jarum skala ukuran diposisikan di 0°. Untuk mengayun dan mematahkan spesimen, tekan pedal rem sebelum menarik kunci bandul pada pendulum. Setelah itu, pedal rem dilepas untuk menghentikan bandul. Setelah melakukan penelitian pada spesimen arah vertikal, melihat dan mencatat hasil pengujian yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk pada busur derajat. Harga pengaruh rata-rata adalah 0,467 J/mm<sup>2</sup>; nilai horizontal rata-rata adalah 0,491 J/mm<sup>2</sup>; nilai vertikal tertinggi adalah 0,480 J/mm<sup>2</sup>; dan harga horizontal tertinggi adalah 0,506 J/mm<sup>2</sup>.

Ichsan et al., (2020) Salah satu limbah yang dihasilkan dari pabrik *crude palm oil* (CPO) adalah serat tandan kosong sawit (TKS). Kehadiran banyak perkebunan sawit dapat memiliki efek yang merugikan, seperti proses pengolahan yang meninggalkan limbah. Akibatnya, pengembangan pemanfaatan TKS yang lebih luas akan meningkatkan nilai ekonomi limbah TKS dan juga mengurangi pencemaran lingkungan. Serat tandan kosong sawit (TKS), yang merupakan serat alam yang dapat diperbaharui, dipilih karena sifatnya yang terbarukan dan dapat diperbaharui. Komposit yang diperkuat dengan serat alam memiliki keuntungan lain, yaitu densitasnya yang lebih rendah, yang memungkinkan pembuatan komposit yang lebih ringan. Pembuatan komposit dilakukan secara manual dengan meletakkan serat ke cetakan dan kemudian membasahi serat dengan roler atau sikat dengan fraksi volume 3 persen, 5 persen, dan 8 persen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan tarik dengan fraksi volume 3% memiliki nilai tertinggi sebesar 30 MPa, dan regangan tarik dengan fraksi volume 5% memiliki nilai tertinggi sebesar 18%.

Mekanikal et al., (2022) Sangat disayangkan bahwa limbah kelapa sawit, terutama serat tandan kosong, memiliki dampak buruk pada kesehatan, lingkungan, dan ekonomi. Ikatan antara serat alam dan matriksnya adalah masalah yang dihadapi komposit dengan penguat serat alam. Perendaman serat dalam larutan alkali NaOH adalah cara yang paling umum untuk mengatasi masalah ini. Perlakuan alkali pada serat sangat penting karena dapat mengurangi kecenderungan serat untuk menyerap kelembaban, yang menghasilkan ikatan antara serat dan matrik yang lebih baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana kekuatan tarik komposit dipengaruhi oleh perendaman serat yang lama pada larutan alkali NaOH.

Perendaman berlangsung selama dua jam, empat jam, dan enam jam. Setelah pengujian bending menggunakan standar ASTM D7264, foto makro digunakan untuk memvalidasi hasilnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen yang diperendam selama 6 jam memiliki kekuatan bending tertinggi 37,86058 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan spesimen yang diperendam selama 2 jam memiliki kekuatan bending terendah 31,80288 N/mm<sup>2</sup>.

## 2.2 Komposit



Gambar 2. 1 komposit

Karena karakteristiknya yang unik, material komposit sangat penting. Dibandingkan dengan bahan konvensional lainnya, itu kaku, kuat, ringan, dan tahan lama. Komposit biasanya mengandung matriks dan bahan penguat. Dalam komposit, matriks dapat berupa logam, polimer, keramik, atau karbon. Dengan sifat ulet matriks komposit, beban didistribusikan ke seluruh material penguat komposit.(Manurung et al., 2020).

## 2.3 Serat



Gambar 2. 2 serat

Serat adalah struktur yang berbentuk seperti rambut yang berasal dari alam atau rambut binatang, tanaman serta pula mineral. Secara komersial serat umumnya berdiameter antara 0,004 mm - 0,2 mm. di dalam material komposit ini, serat ini berfungsi untuk penguat serta penerus tegangan disepanjang komponen dengan mempertimbangkan bagian atas (interface) di antara serat serta pula matriks.(Mawardi et al., 2017)

Schwartz (1984) sudah menyebutkan bahwa serat untuk penguat pada struktur komposit ini wajib memenuhi persyaratan fungsional yaitu :

1. Modulus elastisitas yang cukup tinggi

2. Kekuatan patah yang relatif tinggi
3. Kekuatan yang sama diantara serat
4. Stabil pada waktu penanganan di proses produksi
5. Diameter serat yang sama

#### 2.4 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit



Gambar 2. 3 serat tkks

Menurut Anggraini dan Roliadi (2011), TKKS adalah salah satu limbah padat yang dihasilkan oleh pabrik dan industri minyak kelapa sawit. Dengan proses pembuatan minyak mentah sawit (CPO) yang dapat menghasilkan 30 ton, limbah TKKS dapat mencapai 28 hingga 35 ton (Anggraini dan Roliadi, 2011). Tandan sawit kosong digunakan di Indonesia untuk membuat pulp kertas, papan serat, dan pengisi volume untuk bahan furniture. Hasil kelapa sawit Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Dari 21.958.120 ton pada tahun 2010 menjadi 22.508.011 ton pada tahun 2011. (Rina Lusiani & Ardiansah, 2015).

#### 2.5 Matriks



Gambar 2. 4 matriks

Pengolahan komposit bahan terpenting selain dari reinforcement agent yang berfungsi menjadi penguat yaitu matrik. Matrik atau resin yang berguna berfungsi sebagai kulit komposit dan juga berfungsi sebagai pengikat dan penguat.(Puwarto, 2019).

Menurut Gibson (1994), Matrik dapat berasal dari polimer, logam, atau keramik. Matrik adalah fasa komposit dengan bagian atau fraksi volume terbesar. Matrik melakukan banyak hal, seperti:

1. Meneruskan tegangan ke serat.
2. Membentuk ikatan koheren dan permukaan matrik/serat.
3. Melindungi serat.
4. Memisahkan serat.
5. Melepaskan ikatan.

6. tetap stabil sesudah proses manufaktur.

Tabel 2. 1 Sifat Mekanik Polyester

Sifat	Metric
Massa jenis	1.215 g/m <sup>3</sup>
Modulus elastisitas	0,02 Gpa
Kekuatan tarik ultimate	55 Mpa

## 2.6 Katalis



Gambar 2. 5 katalis

Katalis merupakan material kimia yang dipergunakan untuk meningkatkan kecepatan proses reaksi polimerisasi struktur komposit dikondisi suhu ruangan serta tekanan atmosfer. Katalis yang digunakan dipenelitian ini ialah mepoxe dengan berbentuk cair yang berwarna bening. Makin banyak katalis yg dicampurkan pada cairan matrik ini ataupun perekat, maka akan mempercepat juga pengeringan, tapi akibat Jika pencampuran yg terlalu banyak yaitu akan menghasilkan material atau bahan menjadi sangat kaku.(Safrijal et al., 2017)

## 2.7 Natrium Hidroksida (NaOH)



Gambar 2. 6 NaOH

Zat kimia ini berfungsi untuk mengurangi kadar lignin di serat tandan kelapa sawit yang kosong. Zat kimia ini dikenal sebagai soda api atau sodium hidroksida. Oksidasi basa Natrium Hidroksida yang dilarutkan pada air adalah sumber natrium hidroksida ini. NaOH dapat dilarutkan ke dalam air dan membentuk larutan alkali yang sangat kuat. Selama pelarutannya di dalam air, dia juga akan bereaksi secara eksotermis dan menghasilkan panas. Selain itu, NaOH dapat menyerap karbon dioksida dari udara bebas. (Nurmanita & Rachadian, 2020)

Perlakuan alkali merupakan salah satu cara awam yang di pakai untuk bisa membersihkan serta mengubah permukaan dari serat supaya dapat menaikkan adhesi antarmuka antara matriks polimer serta serat alam, perlakuan kimia sangat perlu dilakukan terhadap serat alam supaya bisa meningkatkan komabilitas serat menjadi penguat pada komposit. Perubahan kimia secara eksklusif mempengaruhi struktur serat dan kecenderungan penyerapan serat, yang menghasilkan ikatan matriks yang kuat di serat (Adeo, 2021).

## 2.8 Fraksi Volume

Fraksi volume (%) menunjukkan seberapa besar volume bahan pembentuk komposit dibandingkan dengan volume komposit.

- $V_r$  : % reinforcement
- $V_m$  : % Matriks
- $V_{cat}$  : % Catalis
- $V_{com}$  : 100 %

sehingga :  $V_r + V_m + V_{cat} = V_{com}$

## 2.9 Persentase Jumlah Serat

Karakteristik komposit yang diperoleh dipengaruhi oleh persentase jumlah serat. Fraksi berat komposit dan fraksi volume merupakan dasar untuk menghitung persentase mampu. Fraksi volume adalah rasio antara volume komponen penyusun dengan volume total komposit. Persamaan berikut menghitung persentase serat berdasarkan fraksi volume komposit.

Dengan asumsi tidak ada rongga udara, jumlah fraksi volume komponen penyusun pada bahan komposit sama dengan satu:

$$V_f + V_m = 1 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

$V_f$  : fraksi volume serat TKKS

$V_m$  : fraksi volume matriks

selanjutnya fraksi berat bisa dituliskan sebagai berikut :

$$W_f + W_m = 1 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

$W_f$  : fraksi berat serat TKKS

$W_m$  : fraksi berat matriks

Ditulis sebagai berikut, massa jenis total dari sebuah komposit adalah penggabungan dari massa jenis komponen penyusunnya:

$$\rho_c = \rho_f V_f + \rho_m V_m \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

$\rho_c$  : massa jenis komposit TKKS

$\rho_f$  : massa jenis serat TKKS

$\rho_m$  : massa jenis matriks

$V_f$  : fraksi volume serat TKKS

$V_m$  : fraksi volume matriks

Persamaan tersebut bisa ditulis :

$$\rho_c = \rho_f V_f + \rho_m (1 - V_f)$$

$$\rho_c = (\rho_f - \rho_m) V_f + \rho_m \dots\dots\dots(4)$$

maka fraksi volume serat bisa diketahui melalui persamaan :

$$V_f = \frac{\rho_c - \rho_m}{\rho_f - \rho_m} \dots\dots\dots(5)$$

Untuk mengetahui fraksi volume serat, Anda harus mengetahui besar massa jenis komposit secara keseluruhan dan bagian-bagian yang membentuknya. Sifat mekanik komposit lamina yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh fraksi volume serat pada komposit.

**2.10 Foto Makro**

Gambar fotografi makro biasanya berukuran setara dengan ukuran aslinya, atau 1:1, dan menggunakan teknik pengambilan gambar yang sangat dekat dengan objek untuk mendapatkan detail yang paling rinci tanpa menggunakan pembesar optic.(Syopyan & Sari, 2021). Dengan teknik dari foto makro tersebut kita bisa melihat bagaimana kuat atau lemah sebuah benda setelah dilakukan uji pada kekuatan mekaniknya.

**2.11 Karakteristik Komposit Berpenguat Serat TKKS**

Agar mengetahui sifat-sifat dan kemampuan dari sebuah material maka diperlukan untuk melakukan pengujian. Berikut ini karakteristik komposit yang akan diuji disini yaitu: pengujian tarik dan pengujian bending.

**2.11.1 Uji Tarik**

Pengujian tarik dilakukan untuk mengukur kekuatan tarik dan regangan matrik atau komposit serat. Benda yang diuji dijepit pada mesin uji dengan pembebanan perlahan-lahan hingga beban tertentu yang membuat benda yang diuji patah. Beban tarik yang bekerja pada benda yang diuji akan meningkat dalam panjangnya seiring dengan pengecilan diameternya. Kekuatan tarik maksimum yang dapat dihasilkan dari beban tarik tersebut akan dihitung sebagai panjang total benda yang diuji.

Kekuatan Tarik

$$\sigma_u = \frac{\text{Beban (F)}}{\text{Luas penampang (A}_0\text{)}} \quad (\text{kg mm}^2) \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

$\sigma_u$  = Tegangan tarik maksimum (kg/mm<sup>2</sup>)

F = Beban tarik maksimum (kgf)

A<sub>0</sub> = Luas penampang awal (mm<sup>2</sup>)

Kekuatan tarik dari benda uji ini ditetapkan dengan cara membagi gaya maksimum menggunakan luas penampang mula-mula sebelum terdeformasi. Selama beban tarik yang bekerja pada benda uji, panjangnya akan meningkat seiring dengan pengecilan penampangnya. Perbandingan antara panjang yang meningkat dengan panjang awal benda uji disebut regangan.

Regangan ( $\epsilon$ )

$$\epsilon = \frac{\text{perubahan panjang } (\Delta L)}{\text{panjang awal (L}_0\text{)}} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

$\epsilon$  = regangan (%)

$\Delta L$  = Perubahan panjang (mm)

$L_0$  = Panjang awal (mm)