

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Menurut hasil riset Firmanda dkk. (2022) dengan menggunakan resin epoksi dan serat pandan dengan durasi masing-masing 0, 40, 60, dan 80 menit. Temuan studi ini menunjukkan bahwa nilai mekanik spesimen akan meningkat karena serat direndam lebih lama. Sedangkan hasil uji impak tertinggi sebesar 2,3 J dalam durasi waktu 80 menit, sedangkan uji tarik dapat diperoleh nilai 3,4 kgf/mm².

Selanjutnya hasil riset Prakoso dkk. (2021) yang membahas mengenai dampak peredaman dan fraksi volume serat pada tebu dengan nilai masing-masing 30%, 40%, dan 50%. Pelaksanaan riset ini menerapkan dua jenis instrumen pengujian yakni standar ASTM E23 sebagai pengujian impak dan ASTM D790-03 sebagai pengujian bending. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai kekuatan impak paling tinggi pada saat fraksi volume 30% yakni 0,028 J/mm² sedangkan nilai bending paling tinggi diperoleh saat fraksi volume sebesar 40% yakni 33,81 MPa.

Setiawan dkk. (2021) telah melakukan penelitian tentang pengaruh komposit serat galur yang diperkuat oleh tandan buah sawit kosong, dan diperoleh modulus elastisitas paling tinggi yakni 43 Mpa saat fraksi volume senilai 6% serta diperoleh strain senilai 11,80% saat fraksi volumenya 4%. Pelaksanaan riset ini menggunakan tiga jenis fraksi volume yakni 8%, 6%, dan 4%. Kemudian nilai strainnya secara berurutan yakni 4,68%, 4,07%, dan 11,80% tanpa serat.

Pramono (2019) melakukan perendaman ampas tebu dalam fraksi volume matriks epoksi 4% dalam larutan basa (NaOH): 96%, 8% : 92% dan 12% : 88%, dengan teknik *hand lay up*. Uji mekanik yang digunakan yaitu uji tarik standar ASTM D638 memberikan hasil terbaik dengan kuat tarik 28,43 MPa dan fraksi volume 125:88%. Dengan fraksi volume debu batu bara masing-masing 4%, 8%, dan 12%, komposit yang diperkuat menunjukkan patah getas yang baik pada penampang patahannya.

Nurdin dkk. (2019) meneliti pengaruh perendaman basa dan fraksi volume serat pada serat akar wangi menggunakan empat jenis varian fraksi volume serat yakni 40%, 30%, 20%, dan 10% dengan varian waktunya 6 jam, 4 jam, 2 jam, dan 0 jam. Menurut hasil uji, diperoleh nilai tegangan impak dan bendingnya yang paling tinggi yakni 8,28 kJ/mm² dan 39,05 Mpa dengan waktu peredamannya 6 jam. Pada percobaan kedua, fraksi volume serat sebesar 20% menghasilkan tegangan impak dan tekuk masing-masing senilai 20,5 kJ/mm² dan 43,40 MPa.

Saidah dkk. (2018) melakukan penelitian dengan serat jerami padi menggunakan metode *hand lay-up*. Pembuatan spesimen didasarkan atas standar pengujian ASTM D 256-03 dan ASTM D 3039. Kemudian dari hasil studi ditemukan peningkatan nilai tarik dan impak pada suatu material komposit akibat adanya pemberian serat tambahan. Nilai tertinggi berasal dari variasi fraksi volume 30%, dengan 14,75 MPa pada uji tarik dan 23,52 MPa pada uji impak.

Riset yang dilakukan oleh Pratama dkk. (2017) membahas mengenai dampak morfologi serat tandan kosong pada kelapa sawit akibat adanya alkalisasi, di mana alkalisasi ini dibuat dengan mencampur dan mengaduk larutan NaOH 2% memakai *magnetic stirrer* dengan durasi waktu 180 menit. Kemudian instrumen uji data mengimplementasikan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Menurut data uji adanya alkalisasi menimbulkan permukaan serat menjadi kasar.

Kemudian riset yang dilakukan oleh Sunardi dkk. (2016) membahas mengenai tingkat tegangan lentur, nilai impak, kekerasan, ketebalan, dan densitas pada serat kelapa sawit dalam tingkat fraksi volume 15%, 10%, dan 5%. Berdasarkan hasil analisa data diperoleh nilai tertinggi untuk nilai impak sejumlah $8,247 \text{ N/mm}^2$, tegangan lenturnya senilai $14,484 \text{ N/mm}^2$, tingkat kekerasan dan ketebalan permukaan senilai 1,025% serta nilai densitas maupun nilai optimumnya sebesar $0,973 \text{ g/mm}^3$ pada fraksi volume 15%.

Menurut temuan penelitian pada objek uji serat sabut kelapa akan mengalami penurunan sudut keterbasahan dan perubahan daya serap pada matriks poliester setelah melalui proses peredaman dengan larutan NaOH 20%. Pada penelitiannya, Arsyad (2016) juga memaparkan nilai sudut keterbasahan paling kecil yakni 15,327 dengan lamanya merendam serat yakni 5 jam dibandingkan dengan nilai sudut keterbasahan yang direndam dalam larutan selama 7, 3, atau 1 jam. Sehingga bisa dikatakan larutan basa bisa mengurangi sudut keterbasahan jika digunakan untuk merendam serat partikel.

Gultom dkk. (2014) melakukan penelitian mengenai perubahan nilai daya tarik serat tandan kosong kelapa sawit setelah diberi penambahan alkali NaOH. Pada pengujian tersebut serat direndam selama 2 jam menggunakan alkali NaOH 5%, dan ditemukan adanya peningkatan kadar selulosa menjadi 58,2808%. Sehingga pemberian alkali NaOH 5% dapat membuat serat menjadi kuat seiring dengan lamanya perendaman. Semakin lama perendaman kadar selulosanya juga semakin tinggi.

Secara umum, penelitian-penelitian tersebut menunjukkan bahwa perendaman serat, fraksi volume serat, dan perlakuan alkali memiliki pengaruh terhadap sifat mekanik dan morfologi serat pada material komposit. Durasi perendaman yang lebih lama, fraksi volume serat yang optimal, dan perlakuan alkali yang tepat dapat meningkatkan kekuatan dan kualitas komposit tersebut.

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Komposit

Penyusunan atau penggabungan merupakan definisi dari *to compose* yang artinya komposit. Definisi dari komposit yakni percampuran beberapa jenis bahan yang tidak seragam secara mikroskopis untuk membentuk satu jenis bahan dengan melibatkan aktivitas kinerja setiap bahan untuk membentuk karakteristik baru, tetapi terkadang sifat setiap bahan masih bisa terlihat, seperti yang dijelaskan oleh (Mikell, 1996). Sehingga dua atau lebih bahan tidak sejenis yang digabungkan akan membentuk komposit. Sedangkan pengertian komposit berdasarkan pendapat Matthews dkk. (1993) yakni pembentukan material baru dengan menggabungkan beberapa jenis material heterogen yang mempunyai perbedaan karakteristik mekanik. Material baru dari hasil percampuran mempunyai karakteristik dan sifat mekanik yang tidak sama dari zat penyusunnya. Kondisi ini memungkinkan pengguna yang memanfaatkan material tersebut harus melakukan pengaturan komposisi untuk menghasilkan tingkatan material yang diinginkan. Menurut beberapa uraian sebelumnya, definisi komposit dapat disimpulkan sebagai proses penggabungan beberapa jenis bahan matriks berupa “sistem multi fasa” untuk membentuk material dengan sifat baru tentunya lebih kuat dan memiliki daya ikat yang tinggi.

A. Tujuan Pembuatan Material Komposit

Beberapa kelebihan komposit dibandingkan material lainnya yakni membutuhkan

biaya ekonomis untuk merakit material, tidak mudah korosi, lebih kuat, dan ringan. Di samping itu, pembentukan komposit bertujuan :

1. Menghasilkan material dengan tingkat keringanan tinggi.
2. Lebih hemat anggaran.
3. Proses desain lebih mudah tetapi manufakturnya sulit.
4. Memperbarui sifat mekanik maupun membentuk karakteristik material baru.

B. Penyusun Material Komposit

Berdasarkan penjelasan Haryanti (2017) terdapat dua jenis fasa material komposit, yakni :

1. Jenis fasa untuk menguatkan dan menanggung beban utama yakni *fiber* atau *filler* atau *reinforcement*. Fasa ini tersusun dari bahan resin yang kegunaannya untuk merekatkan material *fiber* dalam tumpukan *fiber* supaya daya rekatnya tinggi.
2. Jenis fasa yang berukuran besar dan berguna sebagai penstabil proses manufaktur, pelepas ikatan, pemisah maupun pelindung serat dan penghubung tegangan kebagian serat disebut dengan matriks.

C. Klasifikasi komposit

Berdasarkan teori (Jones, 1975) terdapat tiga jenis pengklasifikasian komposit secara umum, yakni :

1. *Composites* atau komposit lapis.
2. *Particulate Composites* atau komposit partikel.
3. *Fibrous Laminates Composites* atau komposit serat.

2.2.2 Serat Alam

Karakteristik dari serat alam yakni tersusun dari serat tumbuhan, mempunyai sifat mudah lapuk dan mudah melepaskan maupun menyerap air. Serat alam ini, tidak diperbolehkan untuk digunakan pada bangunan dengan beton kualitas tinggi. Ada beberapa jenis yang masuk ke dalam kategori serat alam antara lain: knaf, rami, “serat tandan kosong kelapa sawit” dan lainnya. Berdasarkan pendapat (Haryanti, 2017) serat yang diperoleh dari alam berupa serat tumbuh-tumbuhan disebut dengan serat alam.

“Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)” yakni tandan buah kelapa sawit yang masih segar, di mana tandan ini dipisahkan dari buahnya kemudian disterilkan dan meninggalkan sekumpulan serat. Karakteristik TKKS ini yakni bisa diperbarui, ramah lingkungan, kaya akan kandungan *filament* yang membuatnya lebih unggul dibandingkan material industri, murah, tidak beracun, dan lebih ekonomis meskipun diproduksi dalam skala kecil (Rahmasita, 2017).

2.2.3 Alkali (NaOH)

Senyawa NaOH tergolong ke dalam golongan alkali yang banyak diimplementasikan dibidang industri sebagai bahan campuran pembuatan material. Jumlah NaOH yang digunakan dibidang industri mencapai 56%. Beberapa kegunaan NaOH dibidang industri antara lain sebagai bahan sintesis organik, regulasi Ph, bahan membuat detergen, dan garam natrium. Pada penerapannya NaOH banyak dipakai dalam bentuk cair karena murah dan mudah dalam penanganannya (Kurt dan Bittner, 2005).

Secara luas NaOH juga digunakan untuk memodifikasi “struktur molekul selulosa” pada serat alam. Caranya yakni NaOH akan melakukan pembentukan amorphous melalui perubahan kepadatan orientasi orde pada selulosa. Selanjutnya proses pemecahan OH (hidroksil) sensitif alkali dan bergabung dengan molekul air “H – OH” yang kemudian keluar

dari struktur serat. Kondisi ini memicu peningkatan kelembaban ketahanan serat dan pengurangan hidroksilhidrofilik. Di samping itu, bahan penutup minyak, lilin, pektin, lignin, dan hemiselulosa akan hilang (Kabir, dkk., 2012).

2.2.4 Resin Polyester

Terbentuk dari senyawa diol dan asam dikarbonat melalui reaksi poli kondensasi, di mana pada rantai polimer utamanya terdapat gugus ester. Kemudian karakteristik *polyester* di antaranya :

1. Bersifat anti air dan mudah kering.
2. Mudah dalam merawatnya.
3. Tahan abrasi.
4. Mempunyai sifat resistansi terhadap lumut, bahan kimia, dan regangan.
5. Mempunyai kekuatan tarik yang tinggi.

Jenis polimer kondensasi yang terbentuk melalui reaksi “*polyols* dan asam *polycarbohic*” dengan melibatkan rektan asam dan *olefinic* tak jenuh disebut dengan *polyester* tak jenuh. Berdasarkan penjelasan (Kandelbeur, 2013) asam maleat dan flafat tergolong ke dalam disfungsional alkohol yang digunakan dalam *polycarboxylic* dan *polyols*. Kemudian kelebihan dari resin *polyester* diantaranya bisa disembuhkan tanpa harus mengubah sifat fisiknya, bisa diaplikasikan di berbagai kondisi dengan menyesuaikan sifat fisiknya, dan membutuhkan biaya yang lebih ekonomis.

2.2.5 Katalis

Umumnya dikenal sebagai katalis, *Methyl Etyl Ketone Peroxide (MEKPO)* adalah bahan kimia. Fungsinya membuat komposit bahan matrik menjadi cepat kering. Itu hadir dalam senyawa polimer yang cair dan memiliki warna bening (Pramono, 2019). Cepat dan lajunya proses pengeringan terhadap katalis tergantung oleh banyaknya katalis yang di campurkan pada matriks, akan tetapi pencampuran katalis yang berlebihan dapat menyebabkan komposit menjadi getas.

2.2.6 Fraksi volume

Fraksi volume (%) merupakan proporsi volume komposit terhadap volume material pembentuknya.

V_r : % *reinforcing*

V_m : % Matriks

V_{cat} : % Katalis

V_{com} : 100%

Sehingga : $V_{cat} + v_m + v_{cat} + v_{com}$

2.2.7 Persentase Jumlah Serat

Persentase serat sangat mempengaruhi hasil dari sifat komposit, berdasarkan fraksi volume persentase bisa dihitung. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menentukan persentase serat berdasarkan fraksi volume komposit. Dengan asumsi tidak ada rongga udara, fraksi volume bagian penyusun bahan komposit berjumlah satu :

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

Keterangan :

V_f : fraksi volume serat TKKS

V_m : fraksi volume matrik

Persamaan perhitungan fraksi berat :

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

Keterangan :

W_f : fraksi volume serat TKKS

W_m : fraksi volume matrik

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

Kepada bagian komposit ditambahkan bersama untuk menentukan kerapatan keseluruhannya :

ρ_c : massa jenis komposit

ρ_f : massa jenis serat TKKS

ρ_m : massa jenis matrik

V_f : fraksi volume serat TKKS

V_m : fraksi volume matrik

Berdasarkan persamaan diatas bisa ditulis :

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

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

Persamaan perhitungan fraksi volume serat :

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

Fraksi volume pada serat dapat ditentukan agar dapat mengetahui kerapatan keseluruhan komposit dan kerapatan masing-masing pada bagian komponennya. Sifat komposit laminan secara signifikan dipengaruhi oleh proporsi volume serat komposit.

2.2.8 Uji Tarik

Berfungsi sebagai penguji kuat tidaknya suatu material melalui pemberian gaya satu sumbu. Cara pengujiannya yakni dengan memberi beban pada sumbu material tersebut. Kemudian memberikan gaya tarik secara berkesinambungan dengan besarnya gaya terus ditingkatkan hingga kedua ujung spesimen putus. Di samping itu, juga dilakukan pengukuran pertambahan panjangnya. Jenis data yang didapatkan berupa data beban dan panjang yang kemudian direpresentasikan ke bentuk grafik tegangan – regangan. Beban maksimal dibagi dengan luas penampang asli menghasilkan nilai kekuatan tarik maksimum. (ASTM D-638)

Kekuatan Tarik

$$\sigma_U = \frac{\text{Beban (F)}}{\text{Luas Penampang (A}_0\text{)}} \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

A_0 = Luas penampang awal (mm^2)

F = Beban tarik maksimum (kgf)

σ_U = Tegangan tarik maksimum (kgf/mm^2)

Untuk didapatkan Regangan tarik maka dibutuhkan persamaan :

$$\epsilon = \frac{\text{Perubahan panjang } (\Delta L)}{\text{Panjang awal } (L_0)} \times 100$$

Penjelasan :

L_0 = Panjang awal (mm)

ΔL = Perubahan panjang (mm)
 ϵ = Regangan (%)