

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Habibie et al (2021), melakukan penelitian terhadap serat alam yang dikategorikan menurut sumber seratnya, antara lain serat batang (jute, *flax*, hemp, kenaf), serat biji (kapas dan kapuk), dan serat daun (sisal dan *abaca*). Hampir semua serat ini dapat dimanfaatkan untuk membuat bahan dasar komposit. Akan lebih baik jika serat alam ditenun (dalam bentuk tekstil) untuk mencapai kekuatan, pemerataan, dan stabilitas yang tinggi dalam komposit serat alam. Namun, penggunaan resin sintetik, seperti yang berbahan dasar polipropilen, poliester, polietilen, dan bahan lainnya, dimungkinkan saat menggunakan matriks.

Hastuti et al (2021), untuk menguji sifat mekanik komposit yang dibangun dari serat alam dan sabut kelapa. Peneliti menggunakan perlakuan fraksi volume serat 10%, 15%, dan 20% serta NaOH 15% dengan lama perendaman 5 jam untuk membuat komposit penguat serat dari sabut kelapa. Standar ASTM D790 untuk uji tekukan dan standar ASTM D5941 untuk uji dampak digunakan dalam uji mekanis ini. Pengujian dampak pada komposit serat alam ini menghasilkan hasil sebesar 0,017588J/mm² untuk kekuatan dampak komposit pada fraksi volume serat 20%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan *bending* dan fraksi volume komposit serat keduanya meningkat, dengan fraksi volume serat 10% menghasilkan hasil terbaik dan nilai 44,33N/mm² sebagai konsekuensinya. Dari data yang ada, dapat ditarik kesimpulan bahwa perendaman dalam NaOH 15% meningkatkan fraksi volume serat, yang akan meningkatkan sifat mekanik *bending* dan dampak komposit. Peningkatan adhesi antara serat penguat dan matriks, serta peningkatan ketahanan tekuk dan benturan, semuanya merupakan efek dari kapasitas sabut kelapa untuk menyerap NaOH pada matriks Poliester Tak Jenuh.

Hanifi et al (2019), Perangkat lunak *Inventor Professional 2015* digunakan untuk mensimulasikan dan menguji sifat mekanik, fisik, dan kimia bahan papan komposit yang dibuat dari plastik polipropilena dan serat pelepah sawit *hot press* adalah salah satu tekniknya. Papan komposit ini dibuat menggunakan tiga fraksi volume yang berbeda: matriks 80% untuk serat 20%, matriks 70% untuk serat 30%, dan matriks 60% untuk serat 40%. matriks 60%, dilanjutkan dengan evaluasi sifat mekanik komposit yaitu pengujian tarik, dan sifat fisik seperti pengembangan, densitas, dan penyerapan air. Hasil uji fisik menunjukkan bahwa komposit yang dihasilkan sesuai dengan JIS A 5908. Fraksi volume serat 40%:matriks 60%, dengan nilai 21,106 MPa, memiliki kuat tarik maksimum tertinggi menurut hasil uji tarik. Tiga variasi kecepatan yang digunakan dalam uji statis 60, 80, dan 100 kilometer per/jam menghasilkan temuan simulasi kegagalan. Nilai tegangan *von Mises* yang diperoleh dari simulasi keruntuhan berdasarkan uji statik dari ketiga variasi kecepatan tersebut di atas adalah di bawah kekuatan luluh material, perpindahan yang dihasilkan minimal, dan nilai faktor keamanan yang diperoleh di atas satu. Hasil analisis uji komposit menunjukkan bahwa komposit ini layak digunakan sebagai bahan bumper kendaraan ringan.

Laksono et al (2019), Saat ini banyak penelitian yang dilakukan tentang penggunaan glasswool sebagai peredam suara komersial. Sayangnya, bahan ini banyak mengandung serat silika yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Di sini, kami menguraikan metode unggulan untuk membuat material komposit yang menggunakan serat alami dari limbah kayu bangkirai

(*Shorea Laevifolia Endert*) sebagai pengisi dan poliester tak jenuh sebagai matriks. Proporsi volume serbuk gergaji Bangkirai yang digunakan sebagai bahan pengisi divariasikan untuk melakukan uji serapan, pantulan, dan transmisi bunyi. Komposit dengan proporsi volume 60% memiliki koefisien penyerapan suara maksimum (α), yaitu 0,49, yang masih cukup dekat dengan *Glasswooll* sebagai frekuensi standar. Menurut standar ISO 11654, Nilai ini berada di antara kisaran 0,30-0,55 dari kategori Koefisien Penyerapan Suara Kelas D. Berdasarkan hasil penelitian, material komposit ini kemungkinan dapat menyerap suara untuk mereduksi kebisingan bahkan berfungsi sebagai penyerap suara komersial.

Ningsih et al (2019), Salah satu kajian yang dilakukan untuk menciptakan material komposit dengan kualitas yang lebih khusus adalah penggunaan serat alam sebagai bahan baku penguat pada komposit. Dengan mencampur serat kulit epidermal dengan matriks epoksi dan memanfaatkannya untuk membuat panah sebagai bahan komposit baru yang ramah lingkungan, karya ini mendukung gagasan untuk menggunakan serat granular dalam barang berkualitas tinggi namun terjangkau. Dalam penelitian ini, digunakan fraksi volume serat 40%, 50%, 60%, dan 70%. Standar ASTM D 638 digunakan untuk benda uji tarik dalam penelitian ini. Percobaan dilakukan untuk menghitung densitas dan mengukur diameter serat untuk mengetahui karakteristik fisiknya. Menurut penyelidikan ini, persentase volume kekuatan tarik 70% adalah 70,30 MPa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar persentase volume serat maka kekuatan material komposit serat ceri juga meningkat.

Zulkifli et al (2018), menyelidiki dampak penambahan serat 10% pada kekuatan tarik produk komposit diperkuat serat kelapa matriks epoksi. Selain itu, sabuk serat kelapa epoksi-matriks digunakan untuk memperkuat bentuk material komposit yang hancur. Serabut sabut kelapa direndam dalam NaOH 20% selama dua jam untuk mengolahnya. Menggunakan matriks polimer epoksi dan fraksi volume serat 10%, 20%, atau 30%. Press molding digunakan dengan ukuran cetakan 200 x 200 x 5 mm untuk membuat balok komposit polimer yang memenuhi spesifikasi ASTM D638-02. Berdasarkan hasil pengujian perlakuan NaOH 20% dengan variabel fraksi volume serat 10%, 20%, dan 30% terjadi perubahan kekuatan. fraksi volume 30% diperoleh 10,09 MPa, fraksi volume 20% diperoleh 24,06 MPa, dan fraksi volume 10% diperoleh 17,16 MPa. Namun, penarikan dan pengikatan serat lebih banyak terjadi pada material komposit dengan persentase volume 20% dan 30%. Dengan mode fraktur fraksi volume 10%, khususnya kaya matriks, defleksi retak, dan beban berlebih.

Wahyudi dan Ningsih (2018), Penelitian telah dilakukan pada serat kulit ceri dengan matriks epoksi yang diterapkan pada haluan untuk bahan komposit alami baru yang ramah lingkungan dan mendukung gagasan penggunaan serat ceri menjadi produk berteknologi tinggi dan canggih. Dalam penelitian ini, beberapa fraksi volume serat, termasuk 40%, 50%, 60%, dan 70% digunakan. Untuk benda uji tarik dan uji tekuk, masing-masing standar ASTM D 638 dan D 790 digunakan dalam penelitian ini. Percobaan dilakukan untuk menentukan parameter fisik yang meliputi kerapatan dan diameter serat. Nilai kuat tarik terbesar dari penelitian ini adalah 70,30 MPa pada fraksi volume 70%, dan nilai kuat lentur tertinggi adalah 63,3 MPa pada fraksi volume 70%. Temuan pengujian menunjukkan bahwa kekuatan bahan komposit serat ceri tumbuh seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat.

Saidah et al (2018), melakukan penelitian dengan pendekatan proses *Hand lay up*, yaitu dengan menempatkan serat dalam pola yang teratur tanpa celah dan kemudian menuangkan resin ke dalam cetakan. Jerami beras berkualitas tinggi dan berserat panjang dijadikan sebagai

subjek penelitian, sedangkan resin epoksi dan resin *Yukalac 157* dipilih sebagai bahan matriks. Standar ASTM D 256-03 dan ASTM D 3039/D digunakan untuk membuat spesimen komposit ini. Menurut penelitian pada komposit yang diperkuat dengan serat jerami padi dan resin epoksi atau resin *yukalac 157*, Dengan penambahan serat, kekuatan benturan dan kekuatan tarik komposit akan meningkat. Nilai kekuatan tarik dan kekuatan dampak terbesar terdapat pada spesimen dengan fraksi volume 30% serat dan matriks resin epoksi 70%, masing-masing sebesar 14,75 MPa untuk uji tarik dan 23,52 MPa untuk uji dampak. Pengukuran kekuatan tarik dan kekuatan dampak untuk resin *Yukalac 157* masing-masing adalah 5,88 MPa dan 7,58 MPa. Selain itu, rongga dengan diameter rata-rata 5,228 μm terlihat pada pemeriksaan SEM.

Karena kajian penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa ada beberapa hal yang belum dilakukan oleh peneliti sebelumnya, maka penulis tertarik untuk meneliti pengaruh fraksi volume penguat serat komposit tandan kosong kelapa sawit dengan variasi 20%:80%, 30%:70%, dan 40%:60% pada uji mekanik (uji tarik dan uji *bending*).

2.2 Komposit

Komposit merupakan campuran tidak homogen dari dua atau lebih bahan penyusun, yang masing-masing memiliki sifat mekanik yang berbeda, menghasilkan bahan komposit. Bahan komposit mengungguli logam dalam hal karakteristik mekanisnya, kemampuan menyesuaikan, kekuatan kelelahan, rasio kekuatan terhadap berat, dan kekakuan spesifik (*modulus Young*). Dibandingkan dengan logam, bahan ini memiliki kepadatan tinggi (dan karena itu tahan korosi), isolasi panas dan suara, Selain mampu memperbaiki kerusakan akibat korosi dan pemuatan, bahan ini memberikan penghalang listrik yang besar. (Azwar, 2009)

Ada dua komponen dasar material komposit: matriks dan penguat. Dua fasa digabungkan untuk membuat bahan yang dapat menyebarkan beban sepanjang penguat, meningkatkan ketahanan bahan terhadap pengaruh beban. Kemampuan utama material komposit untuk mempertahankan beban adalah penggabungan penguat, yang biasanya berbentuk serat, serpihan, rajutan, dan partikel. Penguatan adalah fase diskontinu yang biasanya lebih kaku dan lebih kuat dari matriks (Ali dan Safrijal, 2017).

2.3 Serat

Di alam, serat berupa rambut hewan, tumbuhan, dan mineral dikenal sebagai struktur mirip dengan rambut. Biasanya, diameter serat antara 0,004 mm hingga 0,2 mm. Pada material komposit ini, dengan menitik beratkan pada permukaan (*interface*) antara serat dan matriks, serat ini berfungsi untuk memperkuat dan menyalurkan tegangan sepanjang komponen. (Azwar, 2017).

Schwartz (1984) telah menguraikan persyaratan fungsional serat yang digunakan sebagai penguat pada struktur komposit ini, antara lain:

1. Modulus elastisitas yang cukup tinggi
2. Resistensi fraktur yang relatif kuat
3. Kekuatan tarik serat yang sama
4. Stabil saat ditangani selama proses pembuatan
5. diameter serat yang sama.

2.4 Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

TKKS yaitu suatu limbah padat yang peroleh dari industri produksi kelapa sawit; untuk setiap 30 ton minyak kelapa sawit mentah (CPO) yang diproduksi, dihasilkan 28–35 ton sampah TKKS (Angraini dan Roliadi, 2011). Tandan buah kosong dari pohon sawit digunakan di Indonesia untuk membuat bubur kertas, papan serat, dan pengisi volume untuk komponen furnitur. Indonesia telah melihat pertumbuhan tahunan dalam hasil minyak kelapa sawitnya. Di tahun 2010 terdapat 21.958.120 ton, namun terjadi peningkatan menjadi sebesar 22.508.011 ton pada tahun 2011 (Lusiani et al., 2015). Rata-rata 22% hingga 24% dari berat tandan buah segar yang digunakan di pabrik kelapa sawit dihasilkan sebagai tandan buah kosong. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) mengandung selulosa, lignin, dan hemiselulosa sebagai serat (Sudiyani, 2010). TKKS tersedia dalam berbagai ukuran, dari 150 hingga 610 μm . Nilai tertinggi untuk evaluasi densitas atau kerapatan dengan orientasi serat lurus setelah dua jam perlakuan basa adalah 1,1972 gr/cm^3 (Jati et al., 2020).

2.5 Matriks

Selain bahan penguat yang berfungsi sebagai penguat, proses komposit merupakan komponen yang paling penting. Kulit komposit terbuat dari matriks, yang juga berfungsi sebagai pengikat dan penguat.

Menurut Gibson (1994), Komponen polimer, logam, atau keramik dapat digunakan untuk membuat matriks struktural komposit. Matriks adalah fasa dari suatu komposit yang memiliki komponen atau proporsi volume terbesar (dominan). Menurut Nayiroh (2013), matriks mempunyai tujuan diantaranya:

1. mentransmisikan ketegangan ke serat.
2. Membuat permukaan matriks/serat dan hubungan yang koheren.
3. Menjaga serat.
4. Pemisahan serat.
5. Melepaskan ikatan.
6. Mempertahankan stabilitasnya setelah produksi.

2.6 Katalis

Zat kimia yang dikenal sebagai katalis digunakan dalam struktur komposit pada suhu kamar dan tekanan atmosfer untuk mempercepat proses reaksi polimerisasi (Ali dan Safrijal, 2017). Mepoxe merupakan cairan transparan yang digunakan sebagai katalis dalam penelitian ini. Semakin cepat proses pengeringan akan semakin banyak katalis yang ditambahkan pada cairan matriks atau lem, namun jika terlalu banyak katalis yang ditambahkan maka bahan atau bahan akan menjadi sangat kaku (Safrijal et al., 2017).

2.7 Release Agent

Release Agent merupakan bahan kimia yang dipakai untuk melapisi cetakan agar produk tidak menempel pada cetakan selama pencetakan. Sebelum produk dimasukkan ke dalam cetakan, dan idealnya saat ini, pelapisan diterapkan. Ini memastikan bahwa produk tidak akan rusak setelah dikeluarkan dari cetakan.

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

2.9 Persentase Jumlah Serat

Sifat komposit yang dihasilkan dipengaruhi oleh persentase serat. Berdasarkan fraksi berat dan volume komposit, persentase dapat dihitung. Fraksi volume adalah rasio volume masing-masing komponen komposit terhadap volume keseluruhannya. 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 :

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

Keterangan :

V_f : fraksi volume serat TKKS

V_m : fraksi volume matrik

fraksi berat bisa dituliskan sebagai berikut :

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

Keterangan :

W_f : fraksi berat serat

W_m : fraksi berat matrik

Kepadatan bagian penyusun komposit ditambahkan bersama untuk menentukan kerapatan keseluruhannya.:

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

Keterangan :

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 :

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

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

maka fraksi volume serat bisa diketahui melalui persamaan :

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

Fraksi volume serat dapat ditentukan dengan mengetahui kerapatan keseluruhan komposit serta kerapatan masing-masing bagian komponennya. Sifat mekanik komposit lamina secara signifikan dipengaruhi oleh proporsi volume serat komposit.

2.10 Karakteristik Komposit Berpenguat Serat Tandan Sawit Kosong

Pengujian harus dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan potensi suatu bahan. Uji tarik dan *bending* akan dilakukan pada sifat komposit yang telah disebutkan sebelumnya.

2.10.1 Uji Tarik

Tujuan dari uji tarik adalah untuk memastikan matriks, atau komposit serat, nilai kekuatan tarik dan regangan. Benda uji dijepit di alat uji, beban secara bertahap dinaikkan ke beban tertentu, dan pada saat itu, benda uji putus. Benda yang diuji akan mengalami penyusutan diameter dan pertambahan panjang akibat gaya tarik yang diberikan padanya.

Tegangan yang dapat ditahan benda uji sebelum patah dikenal sebagai kekuatan tarik maksimum atau kekuatan tarik ultimat. Beban maksimum dibagi dengan luas penampang asli menghasilkan nilai kekuatan tarik maksimum. (ASTM D-3039).

Kekuatan Tarik

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

Keterangan :

- σ_u = Tegangan tarik maksimum (kg/mm²)
- F = Beban tarik maksimum (kgf)
- A₀ = Luas penampang awal (mm²)

Dengan membagi gaya terbesar dengan luas penampang awal sebelum dideformasi, kekuatan tarik spesimen dihitung. Subjek uji akan tumbuh panjang sementara juga memiliki penampang yang lebih kecil sebagai akibat dari beban tarik yang diterapkan pada spesimen. Regangan sering didefinisikan sebagai rasio peningkatan panjang benda uji dengan panjang aslinya..

Regangan (ϵ)

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

Keterangan :

- ϵ = regangan (%)
- ΔL = Perubahan panjang (mm)
- L₀ = Panjang awal (mm)

2.10.2 Uji *Bending*

Alat yang digunakan untuk menguji kekuatan lentur suatu material atau bahan disebut alat uji lentur. Rangka, alat tekanan, titik pembengkokan, dan alat pengukur adalah beberapa contoh komponen utama yang ditemukan di sebagian besar alat uji pembengkokan. Suatu material diuji menggunakan uji *bending*, yang melibatkan mendorong material untuk mengumpulkan informasi tentang kekuatan *bending*nya.

bending tiga titik dapat diuji dengan menggunakan dua penyangga dan satu penekan. Persamaan dapat digunakan untuk menghitung kekuatan *bending* ini. (ASTM D-7264):

Tegangan *bending* dihitung menggunakan persamaan:

$$\sigma = \frac{3.P.L}{2.b.h^2} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan rumus:

- σ = Tegangan *bending* (kg/mm²)
- P = Beban atau gaya yang terjadi (kgf)

h = Ketebalan benda uji (mm)

L = Jarak *point* (mm)

b = Lebar benda uji (mm)

Untuk mendapatkan regangan *bending* digunakan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{6.\delta.h}{L^2} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan rumus:

ε = Regangan *bending* (mm/mm)

δ = Defleksi maksimum (mm)

L = Jarak tumpuan (mm)

h = Tebal benda uji (mm)