

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Penelitian Terdahulu

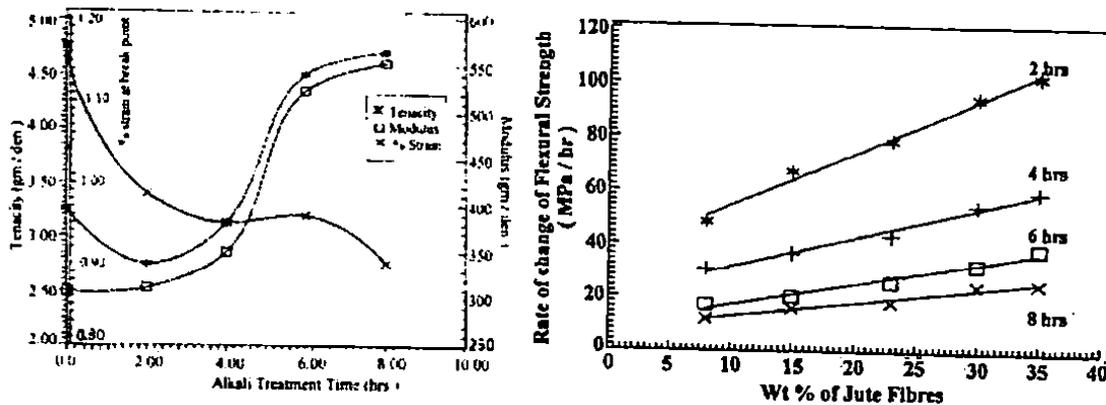
Pengujian kekuatan tarik, bending dan impak terhadap komposit serat gelas 3 layer dalam bentuk *chopped strand mat* dengan per luasan 300 gram/m² dan 450 gram/m² secara berurutan dipeoleh kekuatan tarik sebesar 67.26 MPa dan 82.83 MPa, kekuatan bending 208,58 MPa dan 157,06 MPa, serta kekuatan impaknya 0,0472 J/mm² dan 0,0872 J/mm². Semakin tebal layer komposit yang digunakan semakin tinggi pula sifat tarik dan impaknya. Khusus pada uji bending, komposit yang dengan *mat* yang lebih tipis akan menghasilkan tebal komposit yang tipis pula, sehingga sifat lenturnya semakin tinggi. Selain alasan tersebut, jumlah fraksi volume serat pada mat yang lebih tipis juga semakin kecil (Yanuar dan Diharjo, 2003)

Diharjo dan Nurhidayat (2004) juga pernah melakukan penelitian teknik penguatan lubang komposit serat karung plastik. Hasilnya menunjukkan bahwa lubang komposit yang dibor memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan lubang yang dibuat dengan cetakan. Peningkatan kekuatan tersebut berkisar antara 20-40%. Hal menarik dalam penelitian ini adalah adanya daerah miskin serat di sekitar lubang. Daerah ini menjadi penyebab utama kegagalan.

George dkk (1996) melakukan perlakuan serat daun nanas dengan urutan: treatment NaOH 0,5% selama 1,5 jam, pencucian dengan air dingin, pencucian dengan HCl 0,1 M, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam. Selama perlakuan alkali, permukaan serat akan menjadi kasar Topografi permukaan serat yang kasar menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih kuat dengan matrik. Adanya *mechanical interlocking* ini juga akan meningkatkan viskositas campuran serat-matrik polyethylene. Selanjutnya, Eichhorn dkk (2001) juga membuktikan bahwa perlakuan alkali 8% NaOH pada serat jute dapat mengubah topografi permukaan permukaan serat dan struktur kristalnya.

Ray dkk (2001) melakukan perlakuan serat jute dengan larutan alkali 5% selama 0, 2, 4, 6, dan 8 jam, yang dilanjutkan dengan pencucian dan penetralan alkali dengan asam asetat, serta pengeringan pada temperatur kamar selama 48 jam dan dioven pada 100 °C selama 6 jam. Perkembangan kristanilitas serat jute meningkatkan modulus elastisitasnya sebesar 12%, 68%, dan 79% setelah perlakuan 4, 6, dan 8 jam. *Tenacity* serat juga

23% setelah perlakuan 8 jam. Hasil pengujian kekuatan lentur komposit menunjukkan bahwa kekuatan tertinggi terjadi pada perlakuan 4 jam, dimana kurva *tenacity* dan % regangan patah bertemu pada satu titik.



Gambar 2.1. Pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat mekanis serat jute dan komposit.

Penambahan serat kenaf sepanjang 1.58 mm dengan kadar 20%, 40%, dan 60% pada polypropylene (PP) mampu meningkatkan modulus tarik dan kekakuan komposit, Namun, regangan patahnya menjadi lebih rendah (Karnani dkk, 1997). Kekuatan tarik komposit kenaf-PP dengan kandungan serat seperti tersebut di atas adalah 26.9, 27.1, dan 27.4 Mpa, sedangkan modulus tariknya 2.7, 2.8, dan 3 Gpa. Penambahan *coupling agent* MAPP meningkatkan kekuatan komposit hingga 6.1 Mpa, dengan kadar MAPP 5% dan kandungan serat 60%. Penampang patahan komposit dengan *coupling agent* tidak menunjukkan adanya *fiber pull out*, namun adanya matrik sisa yang menempel pada serat.

Roe dan Ansell (1985) menyatakan bahwa Modulus Young komposit serat jute-*polyester* meningkat secara linier seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat (V_f). Namun, pada $V_f = 0,7$ harga tersebut menurun secara drastis. Hal ini disebabkan oleh terjadinya delaminasi, sehingga kegagalan terjadi pada tegangan rendah. Secara praktis, komposit ini optimum kekuatannya pada $V_f = 0,6$ dan regangan yang terjadi 1%. Besarnya modulus spesifik serat jute sendiri hampir 2 kali lipat modulus spesifik serat gelas, yaitu 55 Gpa dan 29 GPa. Besarnya kekuatan spesifik per satuan harga serat jute adalah sekitar 80% dari serat gelas.

Rowell dkk (1999) menyimpulkan bahwa modulus spesifik komposit serat kenaf-*polypropylene* (PP) sebanding dengan komposit serat gelas-PP. Harga serat kenaf lebih murah dibandingkan dengan matrik resinnya.

material serat lebih tinggi. Kekuatan komposit kenaf-PP meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat, namun regangan gagalnya mengalami penurunan.

Pada komposit kenaf-PP, dengan panjang serat 1 cm, kadar air serat 6-9% dan *coupling agent* MAPP 2%, kekuatan tariknya menunjukkan bahwa peningkatan fraksi berat serat akan meningkatkan kekuatan tariknya. Pada fraksi berat serat 60% (atau fraksi volume serat sekitar 49%), kekuatan komposit mencapai 74 Mpa. Namun pada komposit tanpa MAPP, kekuatan komposit dengan $W_f = 0,5$ memiliki kekuatan sedikit di atas kekuatan PP. Besarnya modulus tarik komposit kenaf-PP tanpa MAPP memiliki harga yang lebih tinggi daripada dengan MAPP. Harga modulus tarik dan modulus flexural komposit kenaf-PP-MAPP dengan $W_f = 50\%$ memiliki harga yang sama atau lebih besar daripada komposit serat gelas-PP-MAPP dengan $W_f=40\%$ (Sanadi, 1995).

Serat *sunhemp (crotalaria juncea)* merupakan salah satu jeni serat yang potensial sebagai penguat plastik untuk memproduksi material murah dengan ketangguhan tinggi. Besarnya kekuatan tarik dan modulus young serat *sunhemp* adalah 389 MPa dan 35,6 GPa. Kekuatan tarik komposit serat *sunhemp-polyester* terjadi peningkatan secara linier hingga $V_f = 0,4$. Hasil uji impak izot juga menunjukkan terjadinya peningkatan energi patah seiring dengan bertambahnya V_f . Besarnya energi patah pada $V_f = 0,24$ adalah 21 kJ/m². Analisis mekanisme absorpsi energi selama perpatahan uji impak menunjukkan adanya *fiber pull out* dan *interface fracture* (Sanadi dkk, 1986).

2.2. Kajian Teori Komposit

Aspek Geometri

Menurut Gibson (1994), penempatan serat harus mempertimbangkan geometri serat, arah, distribusi dan fraksi volume, agar dihasilkan komposit berkekuatan tinggi. Untuk suatu lamina *unidirectional*, dengan serat kontinyu dengan jarak antar serat yang sama, dan direkatkan secara baik oleh matrik., seperti ditunjukkan pada gambar 2.2. Fraksi volume dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Shackelford, 1992):

$$V_1 = \frac{W_1 / \rho_1}{W_1 / \rho_1 + W_2 / \rho_2 + \dots} \quad \dots(2.1)$$

$$W_1 = \frac{\rho_1 V_1}{\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2 + \dots} \quad \dots(2.2)$$

dengan catatan :

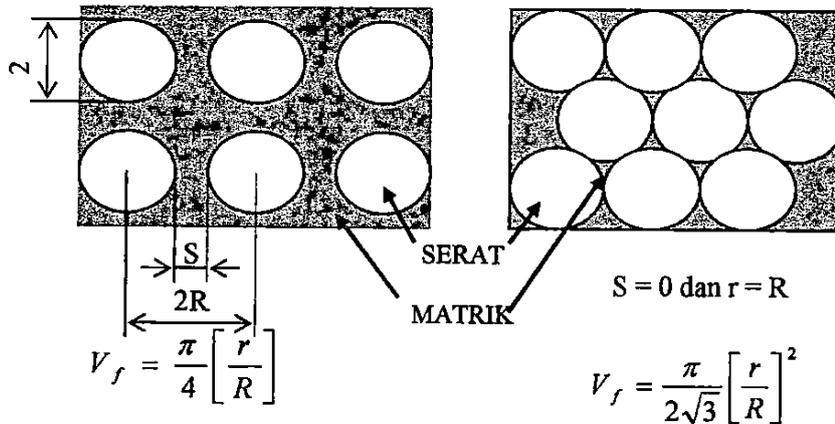
V_1, V_2, \dots = fraksi volume,

W_1, W_2, \dots = fraksi berat

ρ_1, ρ_2, \dots = densitas bahan pembentuk

Kekuatan komposit dapat ditentukan dengan persamaan (Shackelford, 1992) :

$$\sigma_c = \sigma_f V_f + \sigma_m V_m \dots\dots\dots(2.3)$$



Gambar 2.2. Struktur mikro komposit dengan peletakan serat teratur dan homogen.

Kekuatan Tarik Komposit

Salah satu faktor penting yang menentukan karakteristik dari komposit adalah perbandingan matrik dan penguat/ serat. Perbandingan ini dapat ditunjukkan dalam bentuk fraksi volume serat (V_f) atau fraksi berat serat (W_f). Namun, formulasi kekuatan komposit lebih banyak menggunakan fraksi volume serat. Menurut Roe dan Ansel (1985), fraksi volume serat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$v_f = \left[V_c - \left(\frac{M_c - M_f}{Q_M} \right) \right] / V_c \dots\dots\dots(2.4)$$

Jika selama proses pembuatan komposit diketahui massa serat dan matrik, serta density serat dan matrik. Fraksi massa serat pada persamaan 2.5 dapat disederhanakan menjadi (Kaw, 1997):

$$w_f = \frac{W_f}{W_c} \dots\dots\dots(2.5)$$

Analisis kekuatan komposit biasanya dilakukan dengan mengasumsikan ikatan serat dan matrik sempurna. Pergeseran antara serat dan matriks dianggap tidak ada dan deformasi serat sama dengan deformasi matrik. Kekuatan tarik dapat dihitung dengan persamaan :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.6)$$

Regangan dapat dihitung dengan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2.7)$$

Berdasarkan kurva uji, modulus tarik dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} \quad (2.8)$$

Berdasarkan the *Rule of Mixture* (ROM), kekuatan dan modulus tarik komposit berpenguat serat searah kontinyu dapat dihitung dengan persamaan (Sanadi dkk, 1986; Shackelford, 1992):

$$\sigma_c = \sigma_f v_f + \sigma_m v_m \quad (2.9)$$

$$E_c = v_f E_f + (1 - v_f) E_m \quad (2.10)$$