

## Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Menggunakan Arang dan Serat Bambu Apus dengan Matriks Epoxy Resin

Yati Susanah\* dan Widayani

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pembuatan komposit arang dan serat bambu apus dengan matriks epoxy, menyelidiki pola kegagalan pada uji tekan dan tarik, serta studi mengenai mekanisme perpatahan benda uji. Pada penelitian ini telah dibuat komposit menggunakan arang dan serat bambu apus dengan fraksi massa 50%, 52,9%, 56,25%, 60%, 64,28%.

Pada pengujian tekan bahan komposit arang dan serat bambu apus dengan matriks epoxy resin diperoleh bahwa modulus elastisitas komposit dipengaruhi oleh kandungan arang dan serat bambu. Untuk fraksi massa arang 50%, 52,9%, 56,25%, 60%, dan 64,28% berturut-turut diperoleh modulus elastisitas 84,65 MPa, 122,63 MPa, 152,83 MPa, 145,03 MPa, dan 112,09 MPa. Untuk persentase massa serat 50%, 52,9%, 56,25%, dan 60%, berturut-turut diperoleh modulus elastisitas 85,51 MPa, 147,47 MPa, 55,12 MPa, dan 12,16 MPa.

Pengujian tarik bahan komposit serat bambu apus – epoxy menunjukkan bahwa menurunnya modulus elastisitas dipengaruhi oleh kandungan filler dan matriks penyusunnya, yaitu. 368,21 MPa, 219,75 MPa, dan 97,66 MPa pada fraksi massa 52,9%, 56,25%, dan 60%.

Komposit arang dan serat bambu apus bersifat getas dilihat dari permukaan patahan dan nilai kelenturannya yang menunjukkan bahwa komposit tersebut rapuh.

Kata kunci : uji tekan, uji tarik, modulus elastisitas, serat dan arang bambu apus.

### 1. PENDAHULUAN

Citayam Kabupaten Bogor yang memiliki kekayaan alam berupa tanaman bambu terutama *Gigantochloa apus* Kurz (bambu apus) dan bambu hitam telah menjadikan sebagian penduduknya memproduksi meubel berbahan dasar bambu. Sungguh sangat disayangkan bila serbuk bambu sebagai residu produksi atau daun keringnya hanya terbuang sebagai sampah.

Maka penelitian tentang pembuatan komposit arang dan serat bambu apus menarik untuk dikaji. Pembuatan komposit pada penelitian ini menggunakan alkohol sebagai pengencer (katalis) dan Epoxy 1021 (Korea) yang terdiri dari epoxy resin (1021 A 1 Kg) epichlorohydrin (chloropropylene oxide) [CH<sub>2</sub>OCHCH<sub>2</sub>Cl] dan hardener (1021 B 0,8 Kg) bisphenol A [(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C(C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>OH)<sub>2</sub>] sebagai matriks.

Kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kekuatan tekan dengan menggunakan alat Mark 10 di lab Instrumentasi Fisika ITB dan tarik menggunakan alat Tensilon UTM (Universal Testing Machine) di lab Fisika LIPI Bandung pada komposit arang dan serat bambu apus.

Penggunaan alkohol ini diharapkan dapat mengurangi void pada komposit yang terbentuk dari core serat dan arang bambu apus sebagai filler dalam fraksi massa tertentu. Sehingga

pembuatan komposit ini dapat memperbaiki sifat mekanis komposit bambu apus. Sifat fisis dan mekanis merupakan informasi penting guna memberi petunjuk tentang cara pengerjaan maupun sifat material yang dihasilkan.

### 2. METODE

Metode penelitian adalah eksperimen yang terdiri dari dua tahap:

#### 2.1 Pembuatan Komposit Arang dan Serat Komposit Bambu Apus.

Pemotongan – pembakaran (untuk arang dan tidak untuk serat) – pengeringan - penggilingan – penyaringan (dengan mesh 40) – penimbangan (sesuai ukuran fraksi massa 50%, 52,9%, 56,25%, 60%, 64,28%) – pencampuran dengan matriks epoxy resin dan alkohol 70% - pencetakan – pengangkatan dari cetakan.

Perumusan fraksi massa adalah penimbangan bahan 1 yaitu arang atau serat dan bahan 2 matriks epoxy resin, yaitu:

$$V_m = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \times 100\% \quad \dots(1)$$

dimana  $V_m$  Fraksi massa (%),  $m_1$  massa bahan 1,  $m_2$  massa bahan 2.

Karakterisasi Komposit dengan Pengujian Tekan dan Pengujian Tarik Tegangan yang diperoleh dari tarikan atau tekanan pada komposit yaitu stress

$$\sigma_t = F_t / A \quad \dots(2)$$

dan strain

$$\epsilon_t = \Delta l_t / l_0 \quad \dots(3)$$

menghasilkan modulus elastisitas (E)

$$E = \sigma_t / \epsilon_t \quad \dots(4)$$

Secara grafik dapat pula diperoleh modulus elastisitas E yang ditentukan pada daerah linier (yaitu daerah di mana stress berbanding lurus dengan strain), ditunjukkan dengan tangen sudut  $\alpha$ , dimana  $\sigma_t$  tegangan atau stress,  $F_t$  gaya tarik atau tekan, A luas permukaan benda ditarik atau ditekan,  $\Delta l_t$  perubahan panjang setelah benda, ditarik atau ditekan,  $l_0$  panjang benda mula-mula,  $\epsilon_t$  regangan benda setelah ditarik atau ditekan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Komposit Arang dan Serat Bambu Apus



Gambar 1. Komposit Arang Bambu Apus (a), Komposit Serat Bambu Apus (b).

Jika meninjau partikel komponen-komponen adonan berinteraksi langsung dalam keadaan tercampur. Pada proses pencampuran, tarikan antar partikel komponen murni terpecah dan tergantikan dengan tarikan antara serat dengan epoxy. Memungkinkan interaksi antara serat dan epoxy tetap stabil. Tetapi bila komponen filler (serat) ditambahkan terus-menerus ke dalam adonan, pada suatu titik komponen yang ditambahkan tidak akan dapat tercampur kembali. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak filler dalam komposit maka ikatan matriks semakin lemah. Jadi variasi fraksi massa yang digunakan komposit untuk arang bambu apus adalah  $V_m=50\%$ ,  $V_m=52,9\%$ ,  $V_m=56,25\%$ ,  $V_m=60\%$  dan  $V_m=64,28\%$  serta serat hanya pada  $V_m=50\%$ ,  $V_m=52,9\%$ ,  $V_m=56,25\%$ , dan  $V_m=60\%$ .

### 3.2. Pengujian Tekan Komposit Arang dan Serat Bambu Apus

Tabel 1. Hasil pengujian tekan rerata komposit arang bambu apus

Vm (%)	E Rerata (MPa)
50	84,65
52,9	122,63
56,25	152,83
60	145,03
64,28	112,09

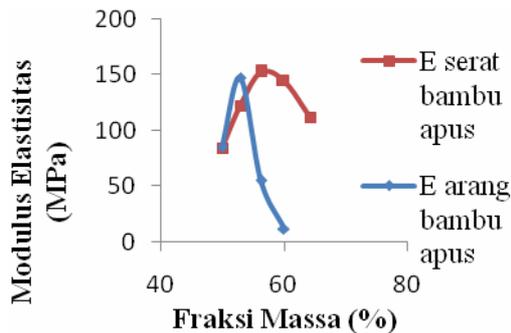
Data modulus elastisitas diperoleh dengan perataan dari 3 sampel (tabel IV.1) menunjukkan bahwa modulus elastisitas maksimum diperoleh untuk komposit dengan fraksi massa arang 56,25% yaitu 152,83 MPa, dan minimum pada fraksi massa 50% yaitu 84,65 MPa. Hal ini dimungkinkan karena bertambahnya filler (arang bambu apus) yang digunakan mempengaruhi kekuatan struktur komposit sehingga modulus elastisitas sebagai indikasi kekakuan mengalami kenaikan dan penurunan. Ditunjukkan oleh daya tahan tekan komposit berkurang. Sehingga tipikal kerusakan yang terjadi pada masing-masing fraksi massa digunakan sebagai pengamatan, terlihat perbedaan nilai beban maksimum yang dapat ditahan oleh komposit.

Tabel 2. Hasil pengujian tekan rerata komposit serat bambu apus

Vm (%)	E Rerata (MPa)
50	85,51
52,9	147,47
56,25	55,12
60	12,16

Ternyata penambahan fraksi massa pada komposit serat bambu apus juga menunjukkan kenaikan E (modulus elastisitas), dari fraksi massa  $V_m=50\%$  sampai dengan  $V_m=52,9\%$  dan menunjukkan penurunan E (modulus elastisitas) dari fraksi massa  $V_m=52,9\%$  sampai dengan  $V_m=60\%$ . Hal ini menunjukkan bahwa dengan komposisi filler yang bertambah maka daya tahan komposit berkurang (elastis) seperti halnya komposit arang bambu apus sehingga kekakuan komposit menurun.

### 3.3 Perbandingan Pengujian Tekan antara Komposit Arang dan Serat Bambu Apus



Gambar 2. Kurva hubungan antara fraksi massa dan modulus elastisitas tekan komposit arang dan serat bambu apus

Pola karakteristik pengujian tekan komposit arang bambu apus dan komposit serat bambu apus memiliki kesamaan yaitu pola naik dan turun nilai modulus elastisitasnya (gambar II), meskipun dengan nilai modulus elastisitas yang berbeda. Karakteristik kedua jenis komposit diawali pada kondisi awal modulus elastisitas yang relatif sama yaitu fraksi massa  $V_m=50\%$  sebesar  $\pm 85$  MPa. Kenaikan terjadi pada fraksi massa  $V_m=50\%$  sampai dengan  $V_m=56,25\%$  untuk komposit arang bambu apus dan  $V_m=50\%$  sampai dengan  $V_m=52,9\%$  pada komposit serat bambu apus. Penurunan modulus elastisitas komposit arang bambu apus pada fraksi massa  $V_m=56,25\%$  sampai dengan  $V_m=64,28\%$  dan fraksi massa  $V_m=52,9\%$  sampai dengan  $V_m=60\%$  untuk komposit serat bambu apus.

### 3.4 Pengujian Tarik Komposit Serat Bambu Apus

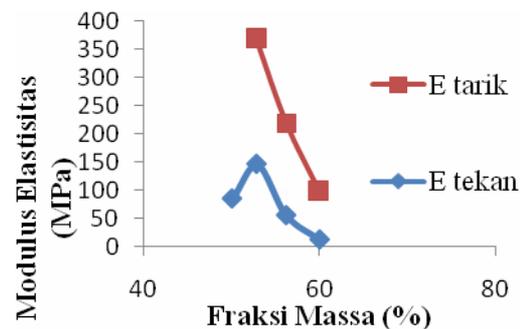
Tabel 3. Hasil pengujian tarik komposit serat bambu apus

Vm (%)	E Rerata (MPa)
52,9	368,21
56,25	219,75
60	97,66

Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa modulus elastisitas tarik minimum pada fraksi massa 60% yaitu 97,66 MPa dan maksimum pada fraksi massa 52,9% yaitu 368,21 MPa. Penambahan fraksi massa serat bambu apus pada komposit serat diperoleh komposit yang memiliki modulus elastisitas tarik menurun. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak serat yang digunakan, maka komposisi komposit akan berubah. Secara otomatis mengurangi bahan pengikatnya yang menyebabkan ikut melemahnya bahan pengikat (matriks) tersebut.

### 3.5 Perbandingan antara Pengujian Tekan dan Pengujian Tarik pada Komposit Serat Bambu Apus

Modulus elastisitas tertinggi sama-sama terjadi pada fraksi massa 52,9% dan terendah pada fraksi massa 60% (gambar III), ini membuktikan bahwa material yang menerima tegangan memiliki kemampuan yang sama dalam hal tegangan tarik maupun tegangan tekan, meskipun nilainya tidak sama. Kemungkinan perbedaan ini terjadi karena bentuk spesimen uji berdimensi tidak sama (d disesuaikan dengan alat uji yang digunakan) sehingga perbedaan gaya yang diberikan mengalami kenaikan dan mempengaruhi besar tegangan dan regangannya.



Gambar 3. Kurva hubungan antara fraksi massa dan modulus elastisitas tekan - tarik komposit serat bambu apus

Hasil ditampilkan dalam bentuk table atau gambar. Tabel dan gambar diberi nomor secara berurutan dan merupakan kelanjutan dari table-tabel atau gambar-gambar yang sebelumnya (apabila ada) disampaikan, baik di pendahuluan ataupun bahan dan metode. Pada diskusi ini dapat disampaikan saran apa yang penting dan menarik untuk dilaksanakan berdasarkan hal-hal yang timbul/menarik serta alternatif-alternatif lainnya. Berikut format pencantuman gambar dan penulisan tabel.

### KESIMPULAN

Komposit arang dan serat bambu apus sudah berhasil dibuat. Karakteristik komposit arang bambu apus menunjukkan modulus elastisitas rata-rata uji tekan pada fraksi massa  $V_m=50\%$ ,  $V_m=52,9\%$ ,  $V_m=56,25\%$ ,  $V_m=60\%$ , dan  $V_m=64,28\%$  yaitu 84,65 MPa, 122,63 MPa, 152,83 MPa, 145,03 MPa, dan 112,09 MPa. Karakteristik komposit serat bambu apus menunjukkan modulus elastisitas rata-rata uji tekan  $V_m=50\%$ ,  $V_m=52,9\%$ ,  $V_m=56,25\%$ , dan  $V_m=60\%$ , yaitu 85,51 MPa, 147,47 MPa, 55,12 MPa, dan 12,16 MPa. Pengujian tarik komposit serat bambu apus pada fraksi massa  $V_m=52,9\%$ ,  $V_m=56,25\%$ , dan  $V_m=60\%$  yaitu 368,21 MPa, 219,75 MPa, dan 97,66 MPa. Penambahan fraksi massa mempengaruhi karakteristik komposit yang

dihasilkan. Kegagalan komposit disebabkan karena adanya *void* yang disebabkan karena pencampuran antara matrik dan partikel kurang merata.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada Kementerian Agama Republik Indonesia yang sudah memberikan beasiswa untuk melanjutkan studi di Program Magister Pengajaran Fisika ITB.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Krisdianto, Ginuk Sumarni dan Agus Ismanto, 2006. Sari Hasil Penelitian Bambu Departemen Kehutanan, Jakarta. (<http://www.dephut.go.id/INFORMASI/litbang/teliti/bambu.htm>, 1 November 2010).
- [2] <http://www.litbang.deptan.go.id/swish/swish.cgi?query=bambu>, 27 November 2010
- [3] Eko Heri Purwanto, 2009. Sifat Fisis dan Mekanis Fraksi Volume 5%, 10%, 15%, 20%, 25% Core Arang Bambu Apus pada Komposit Sandwich dengan Cara Tuang, Univ Muhammadiyah Surakarta, Surakarta <http://digilib.its.ac.id>, Nov 2010.
- [4] Akhmad Herman Yuwono, 2009. Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material 1 Pengujian Merusak (Destructive Testing). Dept. Metalurgi dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia. (<http://repository.ui.ac.id/contents/koleksi/11/203f21941a45967f2725262fb729753931ce61b8.pdf>, 26 November 2010).
- [5] Fajar J, 2008. Pengaruh Fraksi Volume Komposit Hybrid Bambu dan Serat E-Glass Bermatriks Polyester 157 BQTN Terhadap Beban Tarik dan Bending. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- [6] Tarkono, 2009. Pengaruh Sandwich Laminated *Coco Mat* dan *Chopped Strand Mat* Terhadap Kekuatan Material Komposit. Teknik Mesin. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [7] Masturi, 2010. Fabrikasi Dan Karakterisasi Material Nanokomposit Silika Berbasis Sampah. Tesis, Institut Teknologi Bandung.
- [8] Siaran Pers, 2010. Mahasiswa ITB Memulai Perjalanan Menuju Kendaraan Hemat Energi. Tim shell Eco-Marathon Asia 2010. Bandung.
- [9] Misriadi, 2010. Journal Pemanfaatan Serat Alami (Serabut Kelapa) Sebagai Alternatif pengganti Serat Sintetis Pada Fiberglass Guna Mendapatkan Kekuatan Tarik Yang Optimal. Fakultas Teknologi Kelautan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Surabaya, ITS.

Yati Susanah\*  
MAN 3 Jakarta, Jl Rawasari Selatan No. 6  
Jakarta 10510  
ysusanah@yahoo.co.id

Widayani  
Kelompok Keahlian Fisika Nuklir dan Biofisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Intstitut Teknologi Bandung.  
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132  
widayani@fi.itb.ac.id

\*) Correspondens author