

# Fabrikasi dan Karakterisasi Tekan dan Impak Komposit Serat Ijuk/Polimer

Sударisman

Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jl. Brawijaya Tamantirto, Kasihan, Yogyakarta 55183, INDONESIA

Email: [sударisman@umy.ac.id](mailto:sударisman@umy.ac.id)

## Abstract

**Keywords:**  
SPF/epoxy;  
SPF/polyester;  
compressive  
properties, impact  
properties

*Randomly oriented chopped sugar palm fiber (SPF)-reinforced epoxy and –reinforced polyester has successfully been fabricated, and their compressive and impact properties have been evaluated. Prior to being used as reinforcement, the SPF was alkali-treated and chopped into ~20 mm long. Specimens were cut from a composite plate panel fabricated by means of cold-pressed molding. Compressive and impact tests were carried out according to the AASTM D3410 and ASTM D5410, respectively. It was found that compressive strength and strain-to-failure of SPF/epoxy samples were lower than those of the SFP/polyester samples, but to the contrary, compressive modulus of the SPF/epoxy samples were higher than that of the SPF/polyester samples. Impact toughness of SPF/epoxy specimens was found being higher than that of the SPF/polyester specimens.*

## 1. PENDAHULUAN

Pemakaian material komposit dengan pengisi serat alami makin meluas karena kelebihan dibandingkan dengan material komposit berpenguat serat sintetis. Kelebihan tersebut antara lain murah, ringan, biodegradabel, sifat termal yang baik, ketangguhannya yang relatif tinggi, tidak iritatif terhadap kulit dan sifat mekanis spesifiknya yang relatif tinggi [1-2]. Selain itu, untuk memproduksi serat alami hanya diperlukan 40% energi dibandingkan dengan yang diperlukan untuk memproduksi serat gelas [3]. Beberapa sifat mekanis komposit berserat alami telah diteliti termasuk sifat tekan beberapa jenis serat, antara lain serat flax [4,5], serta serat bambu dan sabut kelapa [5]. Sementara itu sifat tekan komposit serat ijuk lokal bermatrik polimer, epoksi dan poliester, masih jarang dilaporkan.

Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi komposit berserat ijuk pendek berorientasi acak bermatrik epoksi dan bermatrik poliester, dan menentukan pengaruh jenis matrik terhadap sifat tekan dan sifat impact komposit yang dihasilkan.

## 2. METODE



**Gambar 1.** Ijuk aren yang baru dipanen

Sebagai material pengisi digunakan ijuk (Gambar 1) yang merupakan produk lokal Daerah Istimewa Yogyakarta yang diperoleh dari daerah Kecamatan Kalibawang, Kabupaten Kulonprogo. Sedangkan matriknya digunakan epoksi pasangan Eposchon resin Bisphenol A dan hardener [6] yang diperoleh dari pemasok P.T. Justus Kimia Raya, dan poliester tak jenuh YUKALAC<sup>®</sup> 157 BQTN-EX dengan katalis MEKPO [7] produksi P.T. Justus Sakti Raya. Sebelum digunakan sebagai material pengisi, serat ijuk diberikan perlakuan pendahuluan dengan cara merendam di dalam larutan dengan kandungan NaOH 5 wt% (Gambar 2), sebagaimana yang dilakukan oleh tim peneliti penulis [8]. Setelah dikering, ijuk tersebut dipotong dengan gunting menjadi sepanjang ~2 cm.

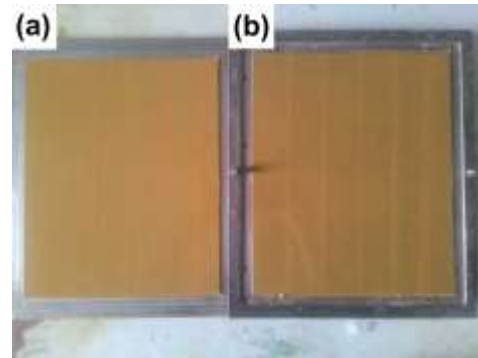


**Gambar 2.** Ijuk dipotong 295 mm dan direndam dalam larutan alkali

Epoksi resin dicampur dengan hardener dengan perbandingan 1:1, sedangkan kadar katalis dalam penyiapan poliester adalah ~2 wt% sesuai rekomendasi dari produsennya. Material komposit yang dihasilkan memiliki kandungan serat tetap, 40 vol%. Setelah ijuk yang dibutuhkan untuk satu kali pencetakan disiapkan, ijuk tersebut dibagi empat masing-masing untuk satu kali penaburan dan pembasahan.

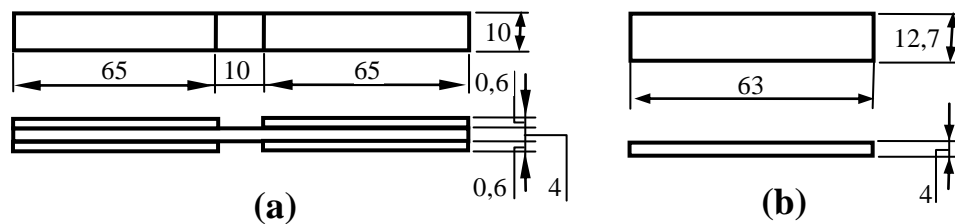
Untuk memudahkan pelepasan plat komposit yang dihasilkan dari cetakannya, sebelum digunakan permukaan dalam cetakan yang berukuran 300×250×4 mm<sup>3</sup> dilapisi dengan lembaran tipis

polipropilena dan kemudian dengan wax yang berfungsi sebagai release agent (Gambar 3). Langkah berikutnya adalah menyiapkan campuran resin dengan hardener epoksi atau resin dan katalis poliester sebanyak seperlima kali jumlah matrik yang diperlukan untuk satu kali pencetakan ditambah sekitar 15% nya yang diperlukan untuk satu kali proses pembasahan ijuk.



**Gambar 3.** Cetakan yang telah dilapisi *release film* dan diolesi *release agent*: (a) tutup, (b) bagian bawah

Setelah cetakan siap, seperlima bagian bahan matrik dituangkan dan diratakan pada permukaan dalam cetakan, diikuti dengan penaburan satu bagian ijuk secara merata. Untuk pembasahan kedua dan seterusnya, disiapkan sebanyak bahan matrik yang diperlukan, dituangkan ke permukaan lapis pertama dan diratakan, ditaburi ijuk bagian yang kedua, serta ditekan-tekan sampai rata dan basah. Untuk pembasahan yang ketiga dan keempat dilakukan seperti pembasahan yang kedua. Perlu diperhatikan bahwa lapis sebelumnya jangan sampai membentuk jel yang terlalu keras ketika lapisan berikutnya dilakukan pembasahan ijuk, sehingga kesatuan antar lapis pembasahan tersebut dapat dijamin. Jika hal ini sampai tidak tercapai, kemungkinan spesimen mengalami delaminasi ketika diuji menjadi sangat tinggi, sehingga hasil pengujiannya tidak bisa diterima. Setelah keempat bagian ijuknya terbasahi dengan baik, seperlima bagian terakhir matriknya dituangkan dan diratakan, kemudian tutup cetakan dipasang, dan dilakukan pengepresan. Waktu konsolidasi untuk



**Gambar 4.** Spesimen: (a) Uji tekan, (b) Uji impact

komposit ijuk/poliester sekitar 4-6 jam, sedangkan untuk ijuk/epoksi sekitar 20-24 jam.

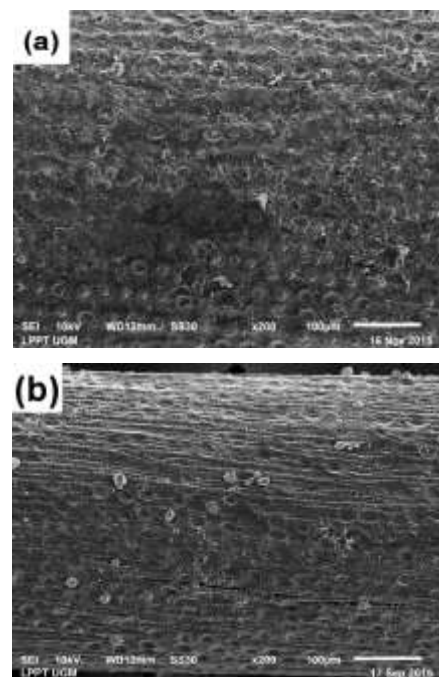
Setelah masa konsolidasi terlewati, plat komposit dilepas dari cetakan, digambar sesuai dengan ukuran spesimen yang diperlukan (Gambar 4) sesuai dengan standar yang diadopsi, yakni ASTM D3410 [9] untuk uji tekan dan ASTM D4812 [10] dengan perubahan arah pembebanan untuk uji impact, dan kemudian dipotong. Ukuran gambar spesimen dibuat sekitar 2 mm lebih lebar untuk pengurangan setebal cakram pemotong dan pengamplasan untuk menghilangkan pengaruh bekas pemotongan. Pengamplasan ini harus dilakukan untuk menghilangkan *edge effect due to cutting*. Pemotongan dilakukan menggunakan gergaji putar yang berotasi pada ~6000 rpm. Spesimen uji tekan kemudian dipasang tab yang terbuat dari aluminium yang tebalnya 0,8 mm dan direkatkan dengan epoksi. Setelah tab diolesi epoksi dan ditempelkan pada spesimen kemudian dipress selama waktu konsolidasi agar diperoleh rekatan yang kuat untuk dapat mentransfer beban tekan melalui antar muka rekatannya. Selanjutnya spesimen diberi label, diukur dan dicatat dalam tabel untuk pengolahan data pada tahap selanjutnya.

Pengujian tekan dilakukan di Laboratorium Material Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada mesin UTM Gotech GT-7001-LC50. Sedangkan pengujian impact dilaksanakan di Laboratorium Material Teknik IST Akprind Yogyakarta dengan mesin uji CONTROLAB. Data yang diperoleh dari pengujian kemudian dianalisis untuk memperoleh kesimpulan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Morfologi Permukaan Serat

Morfologi permukaan serat sebelum dan sesudah perlakuan alkali ditunjukkan berturut-turut pada Gambar 5(a) dan 5(b). Permukaan serat pada Gambar 5(b) terlihat lebih bersih. Kotoran tidak lagi terlihat, yang terlihat adalah serat-serat selulosa searah panjang serat, seperti yang terjadi pada serat selulosa sebagai hasil perlakuan alkali pada serat kenaf [11]. Dengan kondisi ini maka akan diperoleh rekatan antarmuka serat-matrik yang lebih kuat.

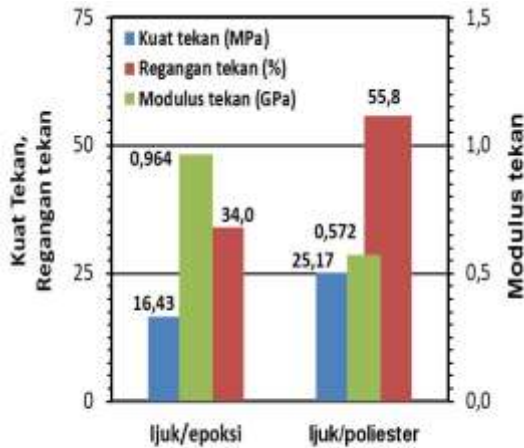


**Gambar 5:** Morfologi permukaan serat: (a) Sebelum perlakuan alkali, (b) Setelah perlakuan alkali

Retak memanjang pada serat juga bisa dilihat.

### 3.2. Sifat Tekan

Kuat tekan, regangan patah dan modulus elastisitas tekan komposit berserat ijuk pendek acak bermatrik epoksi dan bermatrik poliester yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 6.

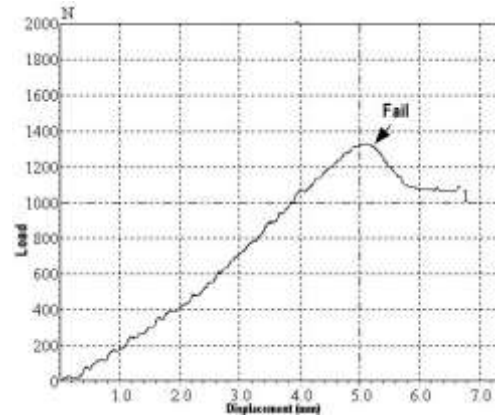


Gambar 6. Kuat tekan, Regangan tekan dan Modulus tekan

**Kuat tekan.** Pada Gambar 6 terlihat bahwa kuat tekan spesimen ijak/poliester 53,2% lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan spesimen ijak/epoksi. Mengingat bahwa kuat tekan poliester ~135 MPa [12], sedangkan kuat tekan epoksi ~105 MPa [13], maka menurut *the Rule of Mixtures* (RoM) pada kandungan serat yang rendah sifat material komposit yang dihasilkan akan didominasi oleh sifat matriknya. Dengan demikian, dalam hal ini diperoleh kuat tekan spesimen ijak/poliester lebih tinggi dari pada kuat tekan spesimen ijak/epoksi.

**Regangan patah.** Dalam pengujian tekan ini, saat terjadinya ‘patah’ (*compressive failure*) diambil ketika terjadi penurunan besar beban tekannya secara tiba-tiba (Gambar 7). Sebagaimana kuat tekan, Gambar 6 menunjukkan bahwa *failure strain* spesimen komposit ijak/poliester juga lebih tinggi dibandingkan dengan pada spesimen ijak epoksi. Diperoleh *failure strain* spesimen

komposit ijak/poliester 64,1% lebih tinggi.

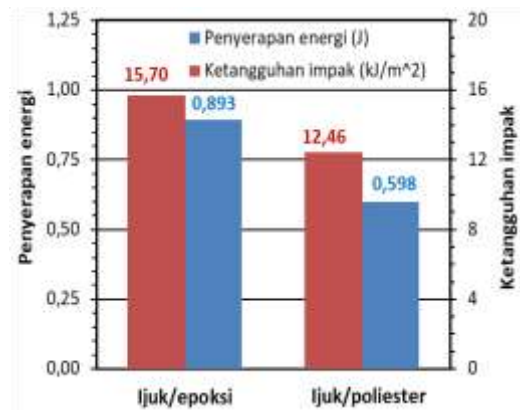


Gambar 7. Grafik beban-perpendekan

**Modulus elastisitas.** Tidak seperti kuat tekan dan *failure strain*, Gambar 6 menunjukkan bahwa modulus tekan spesimen ijak/epoksi ternyata secara signifikan lebih tinggi dari pada modulus tekan spesimen ijak/poliester. Mengingat modulus epoksi pada umumnya lebih tinggi dari modulus poliester [14], sehingga modulus komposit yang dihasilkan juga demikian. Dibandingkan dengan modulus tekan serat kenaf searah/ epoksi [15], hasil yang diperoleh pada penelitian masih lebih rendah.

### 3.3. Sifat Impak

Dari pengujian impact diperoleh kapasitas penyerapan energi dan ketangguhan impact seperti ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Penyerapan energi dan ketangguhan impact

Pada Gambar 8 terlihat bahwa spesimen komposit ijuk/epoksi mampu menyerap energi yang lebih banyak dari pada yang mampu diserap oleh spesimen ijuk/poliester dan, karena geometri spesimennya tidak berbeda secara signifikan, maka pola ketangguhan impactnya juga hampir sama.

**Kapasitas penyerapan energi.** Spesimen ijuk/epoksi mampu menyerap 49,3 % lebih banyak energi relatif terhadap penyerapan energi oleh spesimen ijuk/poliester.

**Ketangguhan impact.** Ketangguhan impact spesimen ijuk/epoksi 26% lebih tinggi dari ketangguhan impact spesimen ijuk/poliester. Dan ini juga hampir sama dengan yang dilaporkan oleh Islam dkk [16] untuk serat henep random/epoksi.

#### 4. KESIMPULAN

Komposit serat ijuk pendek dengan matrik epoksi dan matrik poliester telah berhasil dibuat dan dilakukan pengujian tekan dan pengujian impact. Diperoleh bahwa komposit serat ijuk/epoksi memiliki kuat tekan dan *failure strain* yang lebih rendah dari pada komposit ijuk/poliester, tetapi modulus tekannya lebih tinggi. Dari pengujian impact diperoleh penyerapan energi dan ketangguhan impact komposit ijuk/epoksi lebih tinggi dari pada yang dimiliki oleh komposit ijuk/poliester.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang tinggi kepada Saudara Yodya F. Hamzah dan Saudara Nizam S. Fikri yang telah membantu dalam pengumpulan data. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Laboratorium Material Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta serta Laboratorium Material Teknik, Departemen Teknik Mesin dan Industri, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan untuk pengujian tekan dan pengujian impact.

#### REFERENSI

- [1] Avella M, Buzarovska A, Errico ME, Gentile G, Grozdanov A. Eco-challenges of bio-based polymer composites. *Materials*. 2009; 2: 911–925.
- [2] Koronis G, Silva A, Fontul M. Green composites: A review of adequate materials for automotive applications. *Composites: Part B*. 2013; 44: 120–127.
- [3] Brosius D. Natural fiber composites slowly take root. *Composites Technology*. 2006; 12(1):32-37.
- [4] Bos HL, Molenveld K, Teunissen W, van Wingerde AM, van Delft DRV. Compressive behaviour of unidirectional flax fibre reinforced composites. *Journal of Materials Science*. 2004; 39:2159-68.
- [5] van Vuure AW, Baets J, Wouters K, Hendrickx K. Compressive properties of natural fibre composites. *Materials Letters*. 2015; 149: 138-140.
- [6] PT Justus Kimiaraya, Jalan Indraprasta 111-113, Semarang 50141 - Indonesia
- [7] [http://justus.co.id/?category/2/yukalac\\_unsaturated\\_polyester\\_resin/22/en](http://justus.co.id/?category/2/yukalac_unsaturated_polyester_resin/22/en), diunduh tanggal 18 Januari 2020.
- [8] Sudarisman, Rahman MBN, Supriyadi A. Flexural Characterization of Hybrid Palm/Glass Fibers-Reinforced Epoxy Composites. *Prosiding, Seri Teknologi dan Rekayasa, The 6th University Research Colloquium 2017, Magelang, 5 sptember 2017*: 103-108.
- [9] ASTM D3410: Standard Test Method for Compressive Properties of Polymer Matrix Composite Materials with Unsupported Gage Section by Shear Loading. West Conshohocken: ASTM International.
- [10] ASTM D4812: Standard Test Method for Unnotched Cantilever Beam Impact Resistance of Plastics.

- West Conshohocken: ASTM International.
- [11] Sosiati H, Pratiwi H, Wijayanti DA, Soekrisno. The Influence of Alkali Treatments on Tensile Strength and Surface Morphology of Cellulose Microfibrils. *Advanced Materials Research*. 2015; 1123: 147-150.
- [12] Atta AM, Elnagdy SI, Abdel-Raouf ME, Elsaeed SM, Abdel-Azim AA. Compressive Properties and Curing Behaviour of Unsaturated Polyester Resins in the Presence of Vinyl Ester Resins Derived from Recycled Poly(ethyleneterephthalate). *Journal of Polymer Research*. 2005; 12: 373–383.
- [13] Saleh NJ, Abdul-Razak AA, Tooma MA, Aziz M.E. A Study Mechanical Properties of Epoxy Resin Cured at Constant Curing Time and Temperature with Different Hardeners. *Engineering and Technology Journal*. 2011; 29(9): 1804-1819.
- [14] Ku H, Wang H, Pattarachaiyakoo N, Trada M. A review on the tensile properties of natural fibre reinforced polymer composites. *Composite Part B*. 2011; 42: 856-876.
- [15] Sapiai N, Jumahat A, Hakim R.N. Tensile and Compressive Properties of Hybrid Carbon Fiber/ Kenaf Polymer Composite. *Advances in Environmental Biology*. 2014; 8(8): 2655-2661.
- [16] Islam MS, Pickering KL, Foreman NJ. Influence of alkali fiber treatment and fiber processing on the mechanical properties of hemp/epoxy composites. *Journal of Applied Polymer Science*. 2011; 119(6): 3696–707.