

## Sifat mekanik material komposit serat buah pinang (*Areca catchu*) bermatriks polimer resin dan katalis

Arief Rachman A.M.<sup>1</sup>, Muhammad Balfas<sup>1</sup>, Akhiruddin Pasdah<sup>1</sup>, Rustam Efendi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo KM. 5, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor

Jl. Raya Dramaga, Babakan, Kec. Dramaga, Kota Bogor, Jawa Barat 16680

Email korespondensi: ariefrachaman5@gmail.com

### Abstrak

Kajian ini merupakan upaya untuk menemukan material baru sebagai pengganti material logam. Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui sifat mekanik (uji tarik, bending, dan impak) komposit serat buah pinang. Komposit serat buah pinang menggunakan resin dan katalis sebagai matriks pengikatnya. Serat pinang yang digunakan pada kajian ini merupakan serat yang diperoleh dari buah pinang yang sudah tua dan tidak memanfaatkan. Spesimen kajian dibuat dengan ukuran panjang serat rata-rata 30 cm. Metode pengujian tarik menggunakan ASTM D638-03, pengujian bending menggunakan ASTM D790-03, pengujian impak menggunakan metode charpy. Dari hasil pengujian yang dilakukan, terdapat perbedaan sifat mekanik material komposit serat buah pinang pada uji tarik, uji bending dan uji impak. Pada uji tarik, nilai tegangan tertinggi adalah 31,951 MPa dengan regangan 0,007102 %. Sementara pada uji bending, nilai kekuatan bending terbesar terjadi pada spesimen 1 dengan nilai kekuatan bending sebesar 100,45 MPa. Selanjutnya pada uji impak, nilai kekuatan impak terbesar terjadi pada spesimen 8 dengan nilai kekuatan impak sebesar 805,10 J/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** serat buah pinang, sifat mekanik, spesimen, tegangan, regangan.

### Abstract

This research is an attempt to find new materials as a substitute for metal materials. The purpose of this study was to determine the mechanical properties (tensile, bending, and impact tests) of betel nut fiber composites. Areca nut fiber composites use resin and catalyst as the binding matrix. Areca nut fiber used in this study is fiber obtained from betel nut that is old and not utilized. Research specimens were made with an average fiber length of 30 cm. The research method is tensile testing using ASTM D-638-03, bending testing using ASTM D-790-03, impact testing using the charpy method. From the results of the tests carried out, there are differences in the mechanical properties of the betel nut fiber composite material in the tensile test, bending test and impact test. In the tensile test, the highest stress value is 31.951 MPa with a strain of 0.007102%. While in the bending test, the greatest bending strength value occurred in specimen 1 with a bending strength value of 100.45 MPa. Furthermore, in the impact test, the largest impact strength value occurred in specimen 8 with an impact strength value of 805.10 J/mm<sup>2</sup>.

**Keywords:** betel nut fiber, mechanical properties, specimen, stress, strain.

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang melakukan budidaya pinang sekaligus eksportir buah pinang di dunia. Di tahun 2013, luas areal tanaman pinang mencapai 151.750 ha (perkebunan milik rakyat). Penyebaran perkebunan pinang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, di Pulau Sumatera dengan luas 69.999 ha, Pulau Nusa Tenggara/Bali seluas 19.808 ha, Pulau Kalimantan seluas 1.680 ha, Maluku/Papua seluas 1.623 ha, Sulawesi seluas 1.543 ha dan Pulau Jawa seluas 1.048 ha. Dari total luas areal tersebut menghasilkan produksi biji kering sebesar 77.228 ton [1].

Pada umumnya, tanaman pinang digunakan sebagai stimulasi, dicampur dengan sirih, kapur dan tembakau. Penggunaan buah pinang selain untuk ramuan sirih pinang, biji pinang kering merupakan bahan baku industri dan farmasi. Di bidang industri

digunakan dalam penyamakan kulit, pewarna tekstil [2]. Pada bidang farmasi digunakan sebagai campuran pembuat obat-obatan, seperti obat disenteri, cacing, obat kumur dan lain-lain [1].

Pengolahan buah pinang di bidang lain pun harus diupayakan. Dalam hal ini adalah pemanfaatan serat buah pinang menjadi material baru melalui terobosan dan inovasi teknologi yaitu rekayasa material komposit. Komposit adalah suatu rekayasa material yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang memiliki sifat yang berbeda dan menjadi material yang baru dengan sifat yang lebih baik dari material penyusunnya [3]. Komponen utama penyusun bahan komposit adalah *filler* (bahan pengisi) atau *reinforcement* (bahan penguat) dan matriks. Serat menyediakan sifat kekakuan dan kekuatan, sedangkan matriks mengikat *filler* sehingga terjadi pemindahan beban eksternal terhadap serat sebagai pendukung. Matriks dapat melindungi serat buah pinang dari

pengaruh lingkungan [4]. Material komposit disebut sebagai biokomposit saat salah satu fasenya baik matriks (polimer) atau *filler* (serat) berasal dari bahan alami [5]. Serat alami banyak diaplikasikan pada komposit untuk komponen struktural atau semistruktural, seperti bahan bangunan, bahan konstruksi, mebel atau pada komponen otomotif [6].

Kajian terkait pemanfaatan serat buah pinang telah banyak dilakukan, salah satunya dimanfaatkan sebagai pewarna tekstil [2], *filler* (bahan pengisi) atau *reinforcement* (bahan penguat) dengan matriks yang berbeda-beda [4, 7-9].

Pengujian tarik serat buah pinang komposisi 3%, 5%, 10%, 20% dan 30% sebagai *filler* (bahan pengisi) dengan matriks (*polypropylene*) (menggunakan *extruding* dan *hot press moulding technique*) menunjukkan bahwa peningkatan nilai tegangan pada komposisi 3% sampai 10% mengalami peningkatan nilai tegangan secara bertahap. Sementara *filler* 20% dan 30% mengalami penurunan. Demikian juga dengan nilai kekuatan bending dan nilai kekuatan dampak mengalami hal yang sama [7]. Sedangkan kajian dengan penambahan *filler* (*betel nut* dan *glass fibre*) menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan *filler* maka nilai tegangan akan semakin menurun [8]. Kajian mengenai serat buah pinang dengan perlakuan bahan kimia. Dari hasil kajian yang tanpa perlakuan bahan kimia, memperlihatkan bahwa nilai tegangan terbesar didapatkan pada *filler* 60%. Kekuatan dampak terbesar dengan tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan berbagai bahan kimia didapatkan pada *filler* 50% [9].

Perbandingan serat sabut kelapa dan serat buah pinang sebagai bahan *filler* dalam proses pengujian sifat mekanik, perbandingan terbaik adalah 1:1 [10]. Sedangkan peningkatan nilai tegangan sangat bergantung dengan luas permukaan spesimen yang dibuat [4].

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan kajian serat buah pinang sebagai *filler* (bahan pengisi) atau *reinforcement* (bahan penguat). Dalam kajian ini dilakukan kajian terhadap sifat mekanik serat buah pinang. Biokomposit yang dihasilkan memiliki kualitas unggul dan dapat dijadikan sebagai material baru. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik (uji tarik, uji bending, dan uji dampak) komposit serat buah pinang.

Kajian tentang serat buah pinang sebagai *filler* atau *reinforcement* telah banyak dilakukan. Namun kajian sifat mekanik (uji tarik, uji bending, dan uji dampak) serat buah pinang berdasarkan ukuran panjang serat buah pinang dengan perbandingan *filler* 15% dan matriks 85% dipandang penting untuk dikaji, sehingga kajian ini dilakukan. Secara keilmuan diperoleh suatu material yang baru dan dapat digunakan sebagai bahan pengganti material yang tidak ramah lingkungan. Kajian ini juga akan

memberikan kontribusi kepada dunia manufaktur dan mendukung manufaktur ramah lingkungan.

## 2. Metode

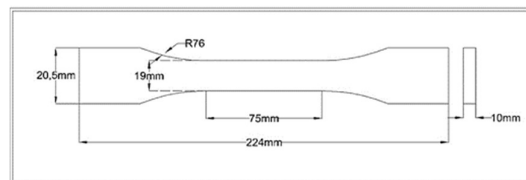
Peralatan yang digunakan dalam kajian ini adalah alat potong (*cutter* dan gunting), alat ukur (mistar baja *stainless*, *vernier caliper* dan gelas ukur), timbangan digital tipe HZY-B100 (ketelitian sampai 0,0001gram dengan kapasitas 1.000 gram), Mesin gurinda tangan merek Bosch tipe GWS060, pengujian tarik tipe SHIMADZU (SCG-KNA CAP. 10kN), pengujian bending tipe SHIMADZU (SCG-5KNA CAP. 5kN), pengujian dampak tipe TIME JB-W 300 J, dan cetakan/wadah. Bahan yang digunakan pada kajian ini adalah serat buah pinang dengan panjang serat rata-rata 30 cm (buah pinang yang sudah tua dan tidak lagi dimanfaatkan), cairan polimer (resin), dan katalis. Komposit yang diuji pada kajian ini hanya satu perbandingan yakni 85% matriks dan 15% serat buah pinang. Pembuatan biokomposit serat buah pinang, 15% serat buah pinang yang telah dikeringkan dicampurkan dengan 85% matriks. Selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan dan tunggu sampai kering. Cetakan yang telah kering dipotong menggunakan gerinda untuk masing-masing spesimen (uji tarik, bending dan dampak). Berikutnya dilakukan pengujian sifat mekanis yakni uji tarik, bending dan dampak.

Pengujian tarik menggunakan standar ASTM D638-03. Perhitungan kekuatan tarik dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 1. Spesimen uji tarik ditunjukkan pada Gambar 1.

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

Keterangan:

- $\sigma$  : Tegangan (N/mm<sup>2</sup>)
- $F$  : Beban (N)
- $A_0$  : Luas penampang awal (mm<sup>2</sup>)



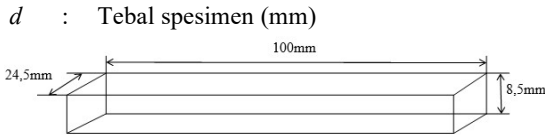
Gambar 1. Spesimen uji tarik.

Pengujian bending menggunakan standar ASTM D790-03. Perhitungan kekuatan bending dihitung menggunakan Persamaan 2. Gambar 2 menunjukkan spesimen uji bending.

$$S = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (2)$$

Keterangan:

- $S$  : Kekuatan bending (kgf/m<sup>2</sup>)
- $P$  : Beban maksimum (kgf)
- $L$  : Panjang spesimen (mm)
- $b$  : Lebar spesimen (mm)



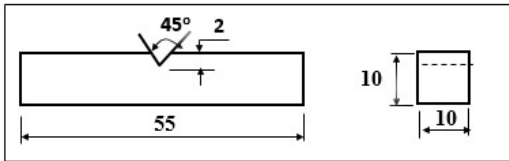
Gambar 2. Spesimen uji bending.

Pengujian impak menggunakan metode Charpy. Perhitungan kekuatan impak dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3. Spesimen uji impak disajikan pada Gambar 3.

$$U = \frac{U_s}{A} \quad (3)$$

Keterangan

- $U$  : Kekuatan impak (Joule/mm<sup>2</sup>)
- $U_s$  : Usaha yang dilakukan untuk mematahkan spesimen (Joule)
- $A$  : Luas penampang spesimen (mm<sup>2</sup>)



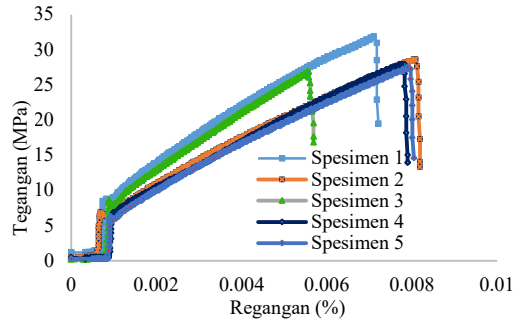
Gambar 3. Spesimen uji impak.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Pengujian Tarik Komposit Serat Buah Pinang

Gambar 4 memperlihatkan bahwa tegangan dan regangan pada masing-masing spesimen memiliki nilai yang berbeda-beda. Beberapa hal yang menyebabkan perbedaan yang dihasilkan seperti pengaruh suhu ruangan pada saat pengujian dan perbedaan ukuran serat per helai pada spesimen serta ukuran spesimen yang tidak seragam.

Tegangan maksimum tertinggi pada pengujian tarik ini terjadi pada spesimen 1 dengan nilai 31,951 MPa dan tegangan maksimum terendah didapatkan oleh spesimen 3 dengan nilai 26,895. Regangan maksimum tertinggi didapatkan oleh spesimen 2 (0,008044%) dan regangan maksimum terendah didapatkan oleh spesimen 3 (0,005580%). Bila dibandingkan dengan kajian dengan standar spesimen yang sama yakni ASTM D638-03, nilai tegangan tarik pada kajian ini jauh lebih tinggi [11].



Gambar 4. Tegangan-regangan serat buah pinang.

#### Pengujian Bending Komposit Serat Buah Pinang

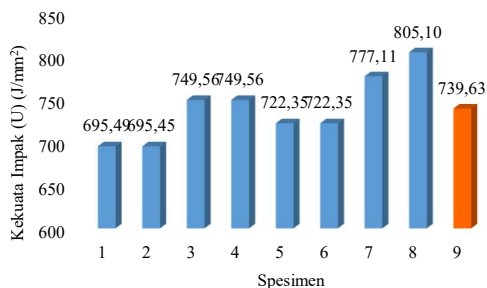
Gambar 5 menunjukkan bahwa antara campuran resin dengan serat buah pinang menghasilkan kekuatan bending yang berbeda-beda. Kekuatan bending tertinggi terjadi pada spesimen 1 dengan nilai kekuatan bending sebesar 100,45 MPa. Hal ini terjadi karena nilai elastisitas bahan yang tinggi akan menghasilkan kekuatan yang tinggi. Kajian yang serupa pun dengan perbandingan filler 10% dan matriks 90% mendapatkan kekuatan bending sebesar 49 N/mm<sup>2</sup> [12]. Pada kajian ini juga dijumpai spesimen yang hampir sama yakni spesimen 2 dengan nilai kekuatan bending sebesar 48,93 MPa (N/mm<sup>2</sup>).



Gambar 5. Grafik hubungan campuran resin dan serat buah pinang terhadap kekuatan bending.

#### Pengujian Impak Komposit Serat Buah Pinang

Gambar 6 menunjukkan bahwa antara campuran resin dengan serat buah pinang menghasilkan kekuatan impak yang berbeda-beda. Hal ini dilihat pada spesimen kekuatan impak yang terbesar terjadi pada spesimen 8 serat buah pinang sebesar 805,10 J/mm<sup>2</sup>, sedangkan pada spesimen yang kekuatan impak yang terkecil terjadi pada spesimen 1 serat buah pinang sebesar 695,49 J/mm<sup>2</sup>.



**Gambar 6.** Diagram hubungan campuran resin dan serat buah pinang terhadap kekuatan impact.

Adapun hal yang mempengaruhi besar kecilnya kekuatan pada setiap spesimen serat yaitu, setiap satu helai serat buah pinang memiliki diameter yang berbeda-beda dan setiap spesimen memiliki jumlah serat yang di dalamnya berbeda-beda.

#### 4. Kesimpulan

Simpulan dari kajian ini adalah perbedaan sifat mekanis (uji tarik, bending, dan impact) disebabkan oleh susunan serat dan diameter serta ukuran spesimen yang tidak seragam. Perlu dilakukan variasi perbandingan serat dan matriks pada kajian selanjutnya.

#### Daftar Pustaka

- [1] Permentan, Tentang Pedoman Teknis Pembangunan Kebun Sumber Benih Pinang. 2014: Jakarta.
- [2] Kavitha, S., J. Srinivasan, and G. Prabu, Low cost biodegradable arecahusk fibre for the removal of direct dye from effluent. Latest Trends in Textile and Fashion Designing, 2019: p. 634-639.
- [3] Suryadi, G.S., Kajian Mikrostruktur, Sifat Termal, Mekanik, dan Permukaan Biokomposit Berpenguat Tandan Kosong Kelapa Sawit. Tesis. Bogor : Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor; 2017.
- [4] Muralidhar, N., et al., A study on areca nut husk fibre extraction, composite panel preparation and mechanical characteristics of the composites. Journal of The Institution of Engineers, 2019. 100(2): p. 135-145.
- [5] Kencanawati, C.I.P.K., et al., A study on biocomposite from local balinese areca catechu l. husk fibers as reinforced material. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2017. 201: p. 012002.
- [6] Rajesh, M. and J. Pitchaimani, Mechanical properties of natural fiber braided yarn woven composite: comparison with conventional yarn woven composite. Journal of Bionic Engineering, 2017. 14(1): p. 141-150.
- [7] Hassan, M.M., et al., Physico-mechanical performance of hybrid betel nut (areca catechu)

- short fiber/seaweed polypropylene composite. Journal of Natural Fibers, 2010. 7(3): p. 165-177.
- [8] Merajul Haque, M. and M. Hasan, Mechanical properties of betel nut and glass fibre reinforced hybrid polyethylene composites. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering, 2016. 13(3): p. 3763-3772.
- [9] Dhanalakshmi, S., P. Ramadevi, and B. Basavaraju, A study of the effect of chemical treatments on areca fiber reinforced polypropylene composite properties. Science and Engineering of Composite Materials, 2017. 24(4).
- [10] Rahman, M.M., M. Mondol, and M. Hasan, Mechanical properties of chemically treated coir and betel nut fiber reinforced hybrid polypropylene composites. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018. 438: p. 012025.
- [11] Fahmi, H., S. Hadi, and F.M. Kapur, Analisis kekuatan komposit resin diperkuat serat pinang. Jurnal Teknik Mesin Institut Teknologi Padang, 2016. 2(6).
- [12] Chakrabarty, J., M.M. Hassan, and M.A. Khan, Effect of surface treatment on betel nut (areca catechu) fiber in polypropylene composite. Journal of Polymers and the Environment, 2012. 20(2): p. 501-506.