

## PENGARUH FRAKSI VOLUME TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR KOMPOSIT BERPENGUAT SERBUK KAYU ULIN (Eusideroxylon Zwageri) BERMATRIK POLYESTER

1,2,3) Program Studi Teknik Mesin, Universitas Lambung Mangkurat, JL. Akhmad Yani Km.35,5, Banjarbaru, Indonesia

Corresponding email <sup>2)</sup> :  
akhmad.syarief@ulm.ac.id

Received: 10-07-2021  
Accepted: 15-12-2021  
Published: 28-12-2021

©2021 Politala Press.  
All Rights Reserved.

Akhmad Syarief <sup>1)</sup>, Achmad Febrian Hidayat <sup>2)</sup>, Andy Nugraha <sup>3)</sup>

**Abstrak.** Komposit merupakan hasil rekayasa dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya. Material komposit terdiri dari matriks dan penguat (reinforcement). Matriks biasanya terbuat dari serat alam seperti serat tumbuhan dan penguatnya berupa resin. Komposit pada penelitian ini berbahan baku serbuk kayu ulin dan bermatrik polyester dengan variasi komposisi 5%:95%, 10%:90%, 15%:85%, 20%:80%, dan 25%:75%. Komposit ini kemudian diuji tekan dan lentur. Dari pengujian diketahui bahwa semakin besar komposisi serbuk kayu ulin maka semakin besar kekuatan komposisinya.

**Kata Kunci:** komposit, serbuk kayu ulin, polyester

**Abstract.** Composite is the result of engineering two or more materials where the properties of each material are different from one another. The composite material consists of a matrix and reinforcement. The matrix is usually made of natural fibers such as plant fibers, and the mounting is in the form of resin. The composites in this study were made from ironwood powder and polyester matrix with various compositions of 5%: 95%, 10%: 90%, 15%: 85%, 20%: 80%, and 25%: 75%. The composite is then tested for compression and flexure. From the test, it is known that the greater the composition of ironwood powder, the greater the strength of the composite.

**Keywords:** composite, ironwood powder, polyester

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v8i2.168>

### 1. Pendahuluan

Beberapa tahun belakangan ini trend penggunaan komposit sebagai material pengganti logam terus meningkat. Komposit dipilih karena kemudahan dalam pembentukan, pembuatan, dan ketersediaan materialnya yang melimpah. Komposit dapat terbuat dari berbagai macam serat alam maupun serat buatan, sehingga bersifat ramah lingkungan. Komposit dalam penelitian ini terbuat dari serbuk kayu ulin yang merupakan salah satu limbah dari industri pengolahan kayu. Serbuk kayu ulin ini seringkali tidak dimanfaatkan, walaupun dimanfaatkan biasanya hanya dibakar untuk diambil arangnya dan dijadikan pupuk tanaman. Serbuk kayu ulin yang dibuat menjadi bahan baku komposit ini merupakan terobosan dalam pemanfaatannya dan juga meningkatkan nilai ekonomisnya.

### 2. Tinjauan Pustaka

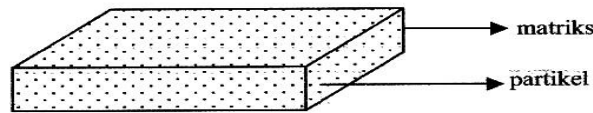
Komposit merupakan material yang diperoleh dari campuran/kombinasi 2 atau lebih material (mikro ataupun makro) yang sifat materialnya berbeda dari asalnya (bentuk/komposisi kimia).

#### Komposit Serat (Fibrous Composites)

Komposit serat adalah komposit satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/fiber. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan pola tertentu. Sesuai dengan penempatan serat dan arah serat.

**Komposit Partikel (*Particulate Composites*)**

Komposit berpenguat partikel dan tersebar merata dalam matriknya. Komposit ini mengandung partikel untuk memperkuat ataupun memperbesar volume material [1].



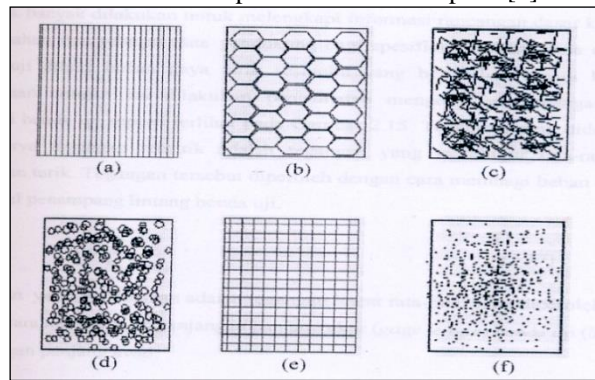
**Gambar 1.** *Particulate Composites*

**Komposit Lapis (*Laminates Composites*)**

Komposit terdiri dari 2 lapis atau lebih yang dikombinasikan menjadi 1 dan setiap lapisnya memiliki sifat-sifat sendiri. Komposit terbuat dari beragam lapisan material dalam 1 matrik

**Bentuk Atau Susunan Fiber dalam Komposit Polimer**

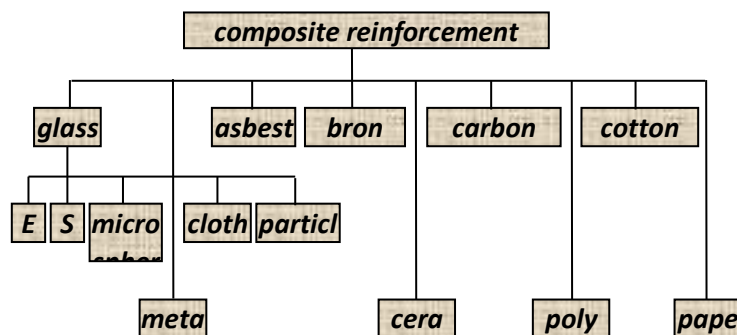
Penambahan fiber kedalam komposit adalah bertujuan untuk meningkatkan kekuatan komposit yang dihasilkan. Kekuatan yang dihasilkan tergantung pada bentuk, fraksi volume dan susunan fiber dalam komposit. Pada Gambar 2 dapat dilihat susunan fiber dalam polimer matrik komposit [2].



**Gambar 2.** Tipe Fiber Dalam Polimer Matrik Komposit (a) *Longitudinal*, (b) *Skeletal Honeycomb*, (c) *Discontinuous (Chopped)*, (d) *Flake*, (e) *Continuous Woven*, dan (f) *Particle Reinforcement*

**Macam-Macam Fiber (Reinforcement)**

Serat atau fibre terbuat dari logam, polimer, keramik, kapas ataupun kertas. Gambar 3 menunjukkan macam-macam fibre yang umum digunakan untuk material komposit.



**Gambar 3.** Macam-Macam Fiber (*Reinforcement*)

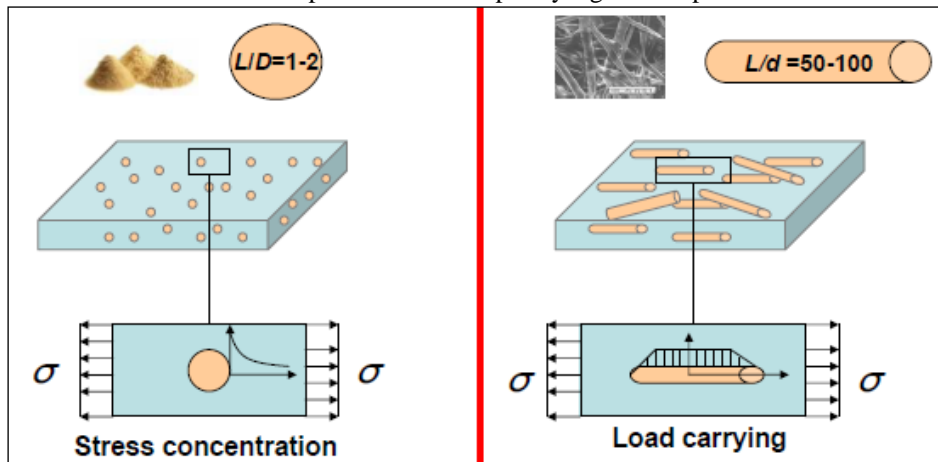
**Resin Polyester**

Pada umumnya resin polyester sering disebut dengan polyester saja. Karena berupa resin cair dengan viskositas yang relatif rendah, dapat mengeras pada temperature kamar atau dengan pemanasan, tidak mengeluarkan sewaktu pengesetan (curung) seperti pada resin thermosetting lainnya. Berdasarkan karakteristik ini, bahan ini dikembangkan secara luas sebagai plastik diperkuat serat gelas (GFRP).

Polyester mempunyai sifat yang bervariasi sesuai dengan susunan struktur atomnya. Sifat termalnya lebih rendah dari resin thermosetting lainnya. Ketahanan panas jangka panjangnya adalah kira-kira 110-140C. Ketahanan dingin secara relatif cukup baik. Secara luas digunakan kontruksi sebagai bahan komposit [3].

### Ikatan Matrik dengan Fiber

Syarat awal dalam mendisain suatu komposit adalah mengetahui adanya ikatan (bonding) antara bahan matrik dengan bahan penguatnya. Hal ini sangat penting untuk diketahui, karena menyangkut masalah kekuatan komposit yang akan dibuat. Untuk mengetahui ada atau tidaknya ikatan antara matrik dengan penguatnya dapat diamati dari bentuk sudut kontak permukaan kedua bahan tersebut dengan cara mencelupkan bahan penguat kedalam matrik kemudian ditarik keluar perlahan-lahan seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Distribusi Tegangan Fiber Dan Matrik Komposit Akibat Gaya Luar

Terjadinya ikatan antara matrik (cair) dengan bahan penguat (padat) adalah akibat adanya gaya adhesi yang lebih besar dari gaya kohesi. Masalah inilah yang mengakibatkan terjadinya proses adsorpsi molekul-molekul benda cair (bahan matrik) oleh molekul benda padat (bahan penguat), sehingga menimbulkan proses pembasahan (wetting) benda cair pada permukaan benda padat [4].

### Perpatahan (*Fracture*)

Patahnya suatu material hampir selalu tidak diinginkan dan dihindari, karena dapat mengancam nyawa manusia, kerugian materil dan dapat mengganggu ketersediaan produk dan jasa. Meskipun penyebab dari kegagalan dan sifat bahan dapat diketahui, penanggulangan terhadap kegagalan/patahan tidak dapat pasti dilakukan. Kejadian yang sering terjadi dikarenakan rancangan, bahan dan proses yang digunakan tidak tepat serta penggunaan yang kurang baik/salah. Perpatahan adalah terpisahnya material menjadi 2 atau lebih potongan material sebagai akibat dari tegangan statik yang bekerja. Patahan yang seringkali berlaku pada bahan teknik berupa patah liat (*ductile fracture*) dan patah getas (*brittle fracture*), hal ini dilihat dari kemampuan material ketika berada pada phase deformasi plastik [5].

### Serbuk Gergaji Kayu

Serbuk gergaji sifatnya sama dengan kayu. Kayu diperoleh dari hasil pemotongan pepohonan dihutan. Di Indonesia ada 2 macam industri kayu dominan dalam mengkonsumsi kayu dengan relatif besar yaitu industri kayu lapis dan kertas.



Gambar 5. Serbuk Kayu Ulin

### Kayu Ulin

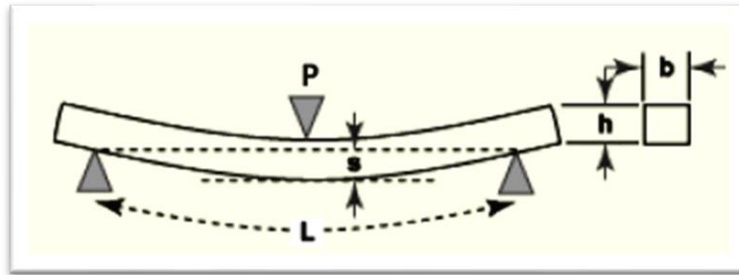
Ulin/bulian/kayu besi merupakan pohon berkayu dan tanaman khas Kalimantan. Pohon ulin adalah tanaman asli Indonesia (*indigenous tree species*) yang digolongkan pada suku Lauraceae. Tinggi pohon ulin umumnya 30,35 m dengan diameter 60-120 cm seperti pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Pohon Ulin

### Pengujian Lentur

Kekuatan lentur/bending merupakan tegangan lentur maksimal yang dapat diterima akibat pemberian beban tanpa mendapat deformasi yang besar/patah. Besarnya kekuatan lentur/bending tergantung dari jenis material dan pembebanan. Untuk mengetahui kekuatan lentur suatu material komposit yaitu dengan “pengujian lentur”. Akibat Pengujian lentur, bagian atas material akan mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah material mengalami tegangan tarik.



**Gambar 7.** Penampang Lentur (Balok)

Kekuatan lentur komposit dapat diperoleh berdasarkan persamaan dibawah ini [6]:

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bh^2} \tag{1}$$

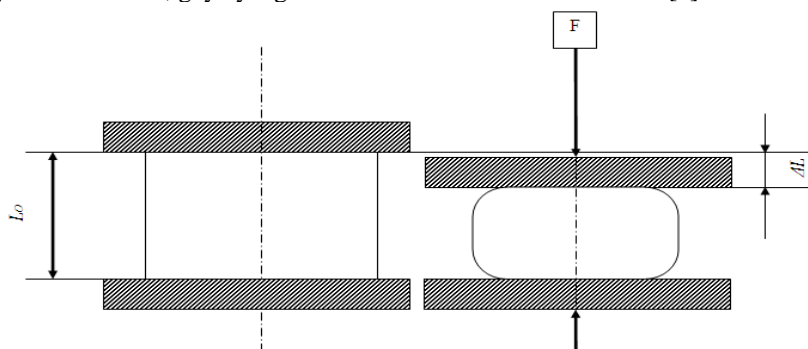
$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bh^2} \left[ 1 + 4 \left( \frac{\delta}{L} \right)^2 \right] \tag{2}$$

Modulus elastisitas lentur nya dapat diselesaikan menggunakan persamaan berikut:

$$E_b = \frac{L^3 m}{4bh^3} \tag{3}$$

### Pengujian Kuat Tekan

Pada pengujian tekan statik, gaya yang diberikan terlihat dalam Gambar 8 [7].



**Gambar 8.** Diagram Uji Tekan Statik

Berdasarkan Gambar 8 dapat ditentukan regangan akibat beban tekan statik, yaitu:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (4)$$

Modulus elastisitas dapat ditentukan dengan persamaan:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ atau } E = \frac{F.L_0}{A.\Delta L} \quad (5)$$

### 3. Metodologi

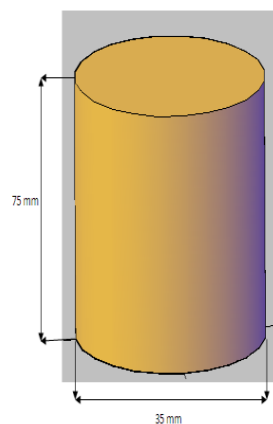
Prosedur-prosedur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### Persiapan Serbuk

1. Serbuk hasil pemilihan dari industri kayu ulin yang berada di Liangganggang tepatnya di PT. PANJI.
2. Serbuk kayu ulin dicuci dan dibersihkan dari kotoran.
3. Kemudian direndam selama 24 jam dengan tambahan NaOH kedalam air rendaman.
4. Setelah melalui perendaman selama 24 jam selanjutnya serbuk kayu ulin dikeringkan secara manual.

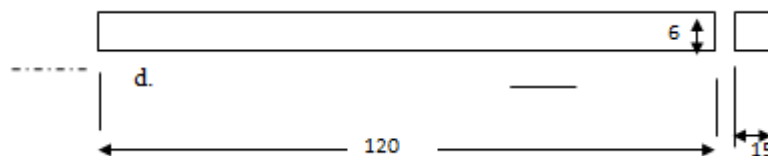
#### Pembuatan Spesimen

1. Timbang serat sesuai dengan variasi komposisi yang ditentukan.
2. Campurkan polyester dan serbuk kayu ulin (sesuai variasi komposisi), kemudian aduk sampai tercampur.
3. Tambahkan katalis kedalam campuran serat dan resin, aduk sampai tercampur, kemudian masukkan ke dalam cetakan.
4. Setelah kurang lebih 45 menit setelah proses penuangan keluarkan specimen dari cetakan. Setelah itu jemur specimen selama kurang lebih 5 jam agar specimen benar-benar keras.
5. Pembuatan sampel kuat tekan sesuai standart ASTM D1621-00 dengan alat cetakan terbuat dari pipa besi dengan diameter 35 mm dan panjang 75 mm.



**Gambar 9.** Spesimen Uji Tekan ASTM D1621-00

6. Pembuatan sampel uji lentur sesuai standar ASTM D790 dengan dimensi spesiman adalah 120mm × 15mm × 6mm.



**Gambar 10.** Spesimen Uji Lentur

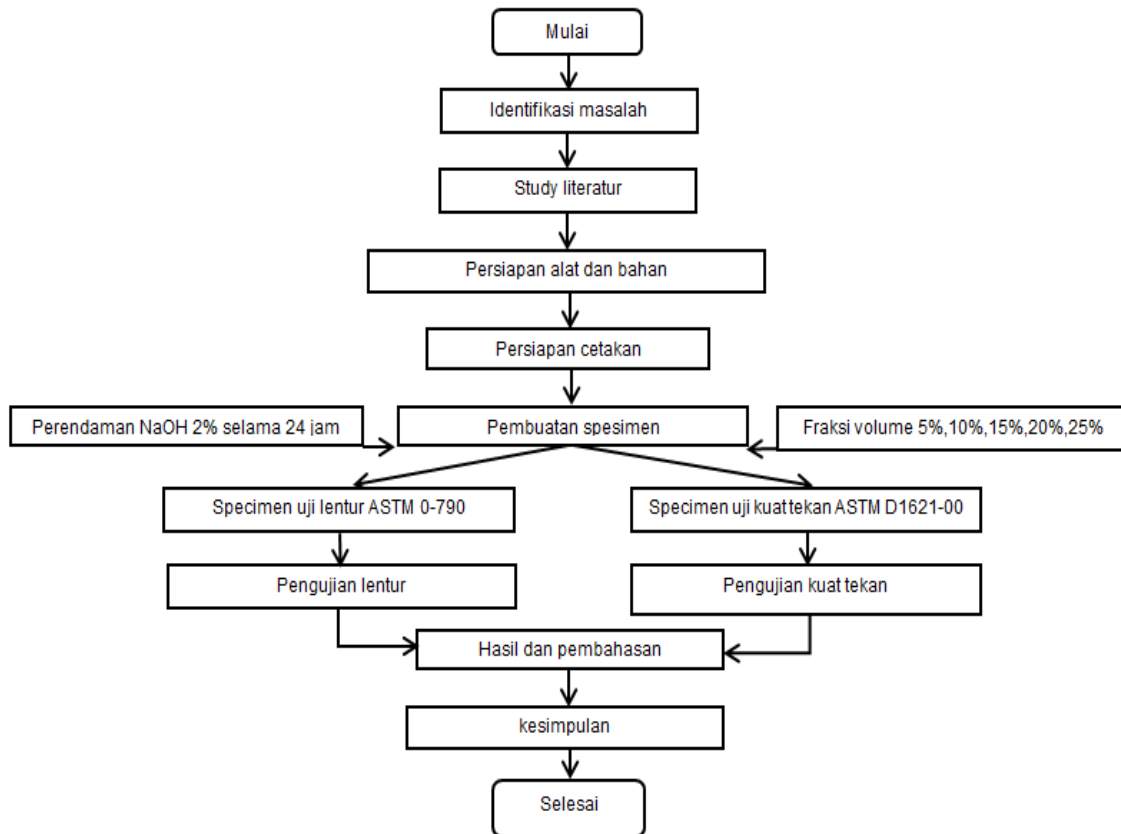
#### Variabel Penelitian

1. Variabel bebas pada penelitian ini, yaitu polyester 95% dan serat 5%, polyester 90% dan serat 10%, polyester 85% dan serat 15%, polyester 80% dan serat 20%, serta polyester 75% dan serat 25%.
2. Variabel terikat pada penelitian ini, yaitu kekuatan tekan dan kekuatan lentur.
3. Variabel terkontrol pada penelitian ini, yaitu lamanya waktu perlakuan perendaman serbuk kayu ulin dengan larutan kimia NaOH sebanyak 2%/1 liter aquades dengan variasi waktu selama 24 jam, selanjutnya serbuk kayu ulin dikeringkan secara manual. Serta lamanya waktu tanpa perendaman serbuk kayu ulin dengan larutan kimia NaOH dengan waktu selama 24 jam, selanjutnya serbuk kayu ulin dikeringkan secara manual.



**Diagram Alir Penelitian**

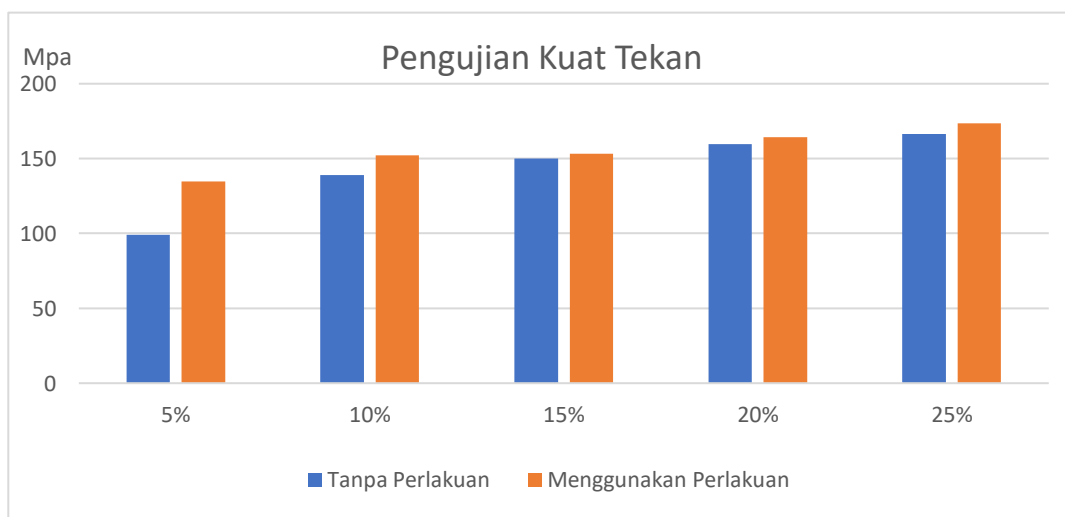
Penelitian ini mempunyai tahapan-tahapan penelitian seperti pada Gambar 11.



**Gambar 11.** Diagram Alir Penelitian

**4. Hasil Dan Pembahasan**  
**Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian Kuat Tekan pada komposit berpenguat serbuk kayu ulin bermatrik polyster seperti yang terlihat dalam Gambar 12.



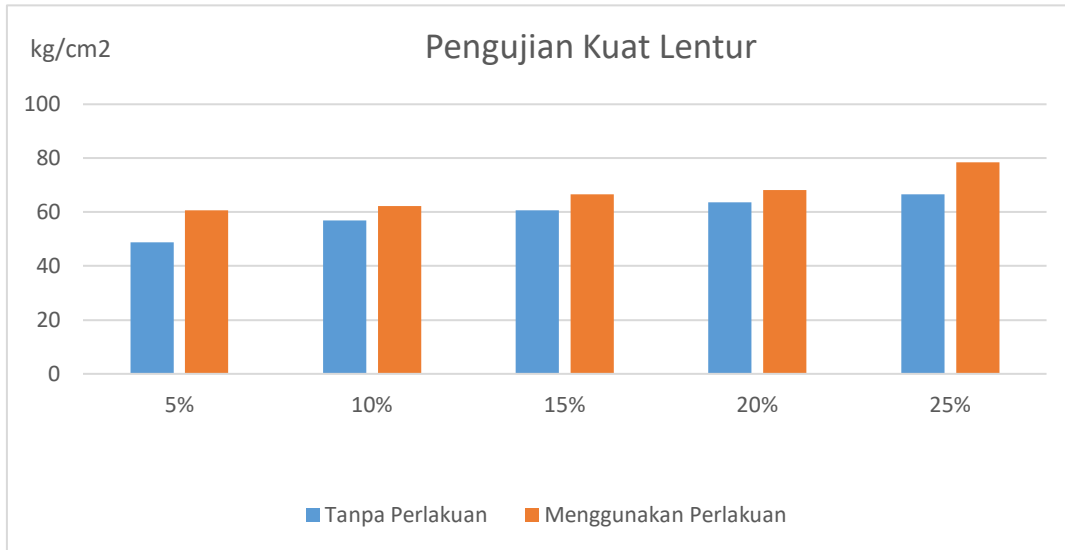
**Gambar 12.** Grafik Pengaruh Komposisi Polyester – Serbuk Kayu Ulin Terhadap Kuat Tekan Komposit

Kekuatan tekan rata-rata komposit dengan jenis perbandingan 75% polyester, dan serbuk kayu ulin 25% dengan alkalisasi 2% menunjukkan kekuatan tertinggi, dimana kekuatan tekan maksimum menunjukkan 173,71 Mpa.

Sedangkan Kekuatan tekan rata-rata komposit dengan jenis perbandingan 75% polyester, dan serbuk kayu ulin 25% dengan alkalisasi 0% menunjukkan kekuatan terendah, dimana kekuatan tekan maksimum menunjukkan rata-rata 98,96 Mpa.

**Pengujian Kuat Lentur**

Pengujian kuat lentur dilakukan pada komposit berpenguat serbuk kayu ulin bermatrik polyster seperti yang terlihat dalam Gambar 13.

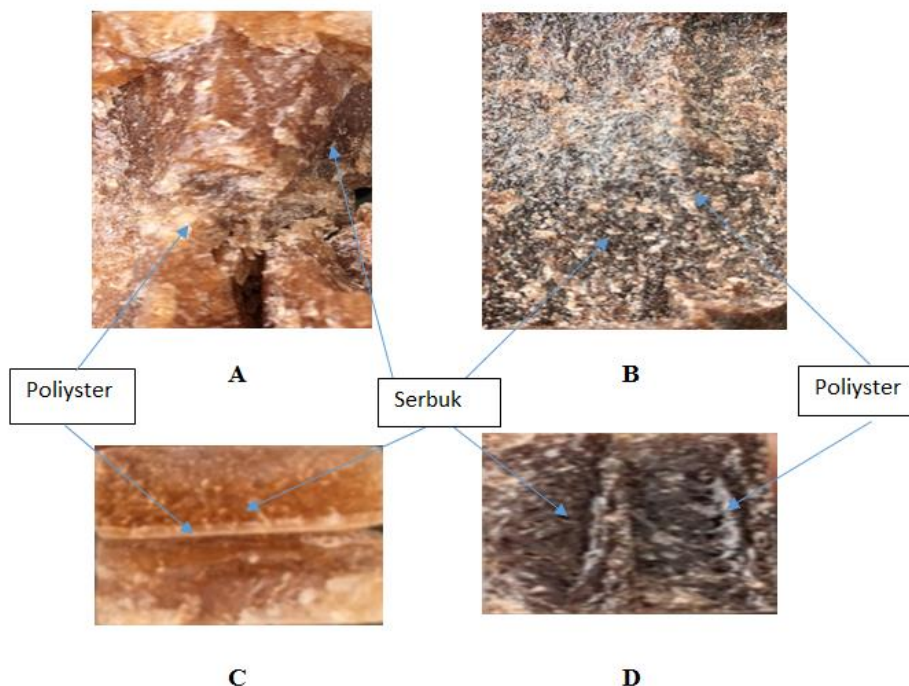


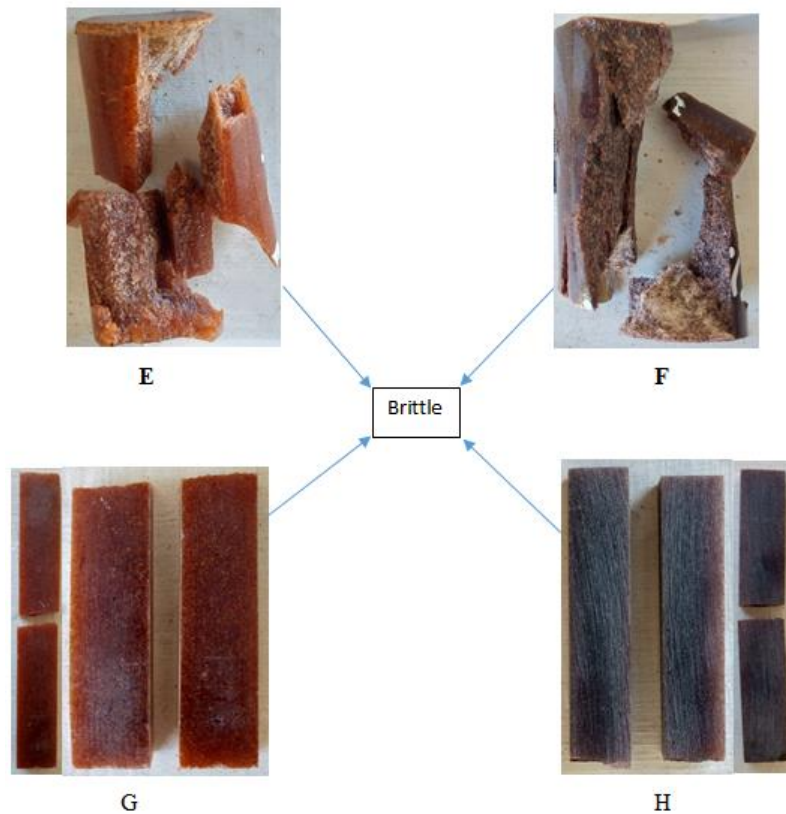
**Gambar 13.** Grafik Pengaruh Komposisi Polyester – Serbuk Kayu Ulin Terhadap Kuat Lentur Komposit

Kekuatan lentur rata-rata komposit dengan jenis perbandingan 75% polyester, dan Serbuk kayu ulin 25% dengan alkalisasi 2% menunjukkan kekuatan tertinggi, dimana kekuatan tekan maksimum menunjukkan 78,52 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan Kekuatan lentur rata-rata komposit dengan jenis perbandingan 95% polyester, dan Serbuk kayu ulin 5% dengan alkalisasi 0% menunjukkan kekuatan terendah, dimana kekuatan tekan maksimum menunjukkan rata-rata 48,89 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Foto Makro Bentuk Patahan Komposit**

Bentuk patahan komposit berpenguat serbuk kayu ulin bermatrik polyster seperti yang terlihat dalam Gambar 14.





**Gambar 14.** Foto Makro Patahan Komposit Dengan Pembesaran 640x480

Pengamatan patahan komposit pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan foto makro. Sampel yang dilakukan pengamatan adalah spesimen hasil uji tekan dan uji lentur dengan variasi komposisi polyester – serbuk kayu ulin yang berbeda. Sehingga yang diambil sebagai spesimen untuk foto makro, yaitu dari kekuatan lentur tertinggi dan terendah saja. Adapun jenis patahan yang terjadi adalah patahan granular/kristalin (getas) yang diakibatkan oleh terbelahnya butir-butir dari material komposit yang rapuh. Selain itu, patahan yang getas membuktikan kekuatan komposit serbuk kayu ulin sangat kuat namun rapuh [8].

### Pembahasan

Pada spesimen uji tekan ini serbuk kayu ulin menggunakan fraksi volume 5%,10%,15%,20%,25% dan ada yang menggunakan perlakuan dan tidak menggunakan perlakuan. Dimana pada specimen uji tekan yang tanpa perlakuan semaki banyak serat semakin naik kekuatan tekannya. Sedangkan pada specimen uji tekan yang menggunakan perlakuan serat dengan perendaman larutan alkalisasi NAOH sebesar 2% terjadi kenaikan yang signifikan semakin banyak serat semakin naik kekuatannya [9].

Pada specimen uji lentur serbuk kayu ulin menggunakan fraksi volume 5%,10%,15%,20%,25% dan ada yang menggunakan perlakuan dan tanpa perlakuan dimana specimen uji lentur dengan tanpa perlakuan dari fraksi volume 5% sampai dengan 25% kekuatan lenturnya mengalami kenaikan. Sedangkan di specimen yang menggunakan perlakuan dari fraksi volume 5% sampai 25% kekuatan lenturnya mengalami kenaikan. Terlihat serat yang menggunakan perendaman alkalisasinya mengalami perubahan yang signifikan. Perlakuan alkalisasi menjadikan ikatan antara serbuk kayu ulin dengan polyester semakin kuat, hal ini disebabkan proses alkalisasi yang dapat mengurangi kandungan lignin dan selulosa pada serbuk. menjadikan serbu serbuk kayu ulin bersih [10]

Begitu pula dengan variasi fraksi volume komposisi antara polyester dengan serbuk kayu ulin. Terlihat pengaruh variasi komposisi, mengalami perubahan yang signifikan. Semakin besar persentase serbuk kayu ulin semakin naik kekuatan tekan dan lenturnya. Karena dengan jumlah serbuk yang semakin besar, maka penguat dalam komposit tersebut akan semakin besar pula dan tentunya dapat menerima beban dari uji tekan dan uji lentur yang besar juga [11].

### 5. Kesimpulan

Pengaruh fraksi volume terhadap kuat tekan komposit berpenguat serbuk kayu ulin bermatrik polyster dengan tanpa perlakuan dari fraksi 5% - 25% mengalami kenaikan dari paling rendah (5%) = 98,96 Mpa dan yang paling tinggi (25%) = 166,41 Mpa. Sedangkan yang menggunakan perlakuan 5%-25% mengalami kenaikan tetapi



kenaikannya lebih besar dari yang tanpa perlakuan di nilai terendah (5%) = 134,88 Mpa dan yang paling tinggi (25%) = 173,71 Mpa. Semakin besar fraksi volume serbuk kayu ulin, semakin besar kuat tekannya. Adapun pengaruh fraksi volume terhadap kuat lentur komposit berpenguat serbuk kayu ulin bermatrik polyster dengan tanpa perlakuan dari fraksi 5%-25% mengalami kenaikan dari paling rendah (5%) = 48,89 Kg/cm<sup>2</sup> dan yang paling tinggi (25%) = 66,67 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan yang menggunakan perlakuan 5%-25% mengalami kenaikan tetapi kenaikannya lebih besar dari yang tanpa perlakuan di nilai terendah (5%) = 60,74 Kg/cm<sup>2</sup> dan yang paling tinggi (25%) = 78,52 Kg/cm<sup>2</sup>. Semakin besar fraksi volume serbuk kayu ulin, semakin besar kuat lenturnya.

#### Daftar Pustaka

- [1] Gibson, F.R., 1994, Principle of Composite Material Mechanis, International Edition, McGraw-Hill Inc, New York.
- [2] Gañan Piedad and Iñaki Mondragon. (2005). Effect of Fiber Treatments on Mechanical Behavior of Short Fique Fiber-reinforcedPolyacetal Composites. Journal of Composite Materials 2005; 39; 633 DOI: 10.1177/0021998305047268. The online version of this article can be found at: <http://jcm.sagepub.com/cgi/content/abstract/39/7/633>.
- [3] Ashby, M.F, Jones, D.R.H. (1986). Engineering Material 2 An Introduction to Microstutures Processing and Design, 1st Edition.
- [4] Schwart, M.M., 1984, Composite Materials Handbook, Mc Graw-Hill Book Co., New York.
- [5] Flach, M & F. Rumawas. 1996. Plants Yielding Non-Seed Carbohydrates. PlantResources of South-East Asia (PROSEA). 9:97- 100.<http://www.prosea.org> Diakses tanggal 20 Desember 2010.
- [6] ASTM. D 256 – 00 Standard test methods for determining the izod pendulum impact resistance of plastics.
- [7] ASTM. D 790 Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating material. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.
- [8] Lusi1 Nuraini (2017), Analisis Penambahan Serat Jerami Terhadap Karakteristik Kuat Tarik Komposit Frp (Fibe Reinforcement Plastic), Jurnal ROTOR, Edisi Khusus LNuos.i,3N, uDreasiemi,bJeur2n0a11 7ROTOR, Edisi Khusus No. 3, Desember 2017
- [9] Maldas D, Kokta BV, Daneaulf C. (1989). J Appl Polym Sci 1989; 37: 751–775. Mittal KL. (1992). Silanes and other coupling agents. Netherlands:VSPBV. Gapsari, F. (2010). Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Resin Berpenguat Serbuk Kayu.
- [10] Monteiro, S.N., L.A.H. Terrones, J.R.M. D’Almeida. (2008). Mechanical performance of coir fiber/polyester composites. Polymer Testing 27 (2008) 591– 595.
- [11] Saidah Andi, (2018), Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit Serat Jerami Padi Epoxy Dan Serat Jerami Padi Resin Yukalac 157 E-ISSN : 2622-5565 <https://doi.org/10.21009/JKEM.5.2.7> Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, Edisi terbit II Oktoberl 2018.