

Pengaruh fraksi volume dan orientasi sudut serat komposit polyester-serbuk kayu ulin (*eusideroxylon zwageri*)-kawat kasa terhadap kekuatan *bending*

Akhmad Syarief^{1*}, Taufik Irfansyah Sofian², Akhmad Ghiffary Budianto³, Andy Nugraha⁴

^{1,2,3,4}Universitas Lambung Mangkurat
Jln. Akhmad Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia
*Corresponding author: akhmad.syarief@ulm.ac.id

Abstract

*A composite is a material formed from the combination of two or more constituent materials through an inhomogeneous mixture. The ironwood waste has less economic value, which makes the authors interested in conducting research using mosquito nets and particle composite ironwood waste. Which is to find out the effect of volume fraction and angle orientation of the fiber composite polyester-ulinwood powder (*Eusideroxylon zwageri*)-mosquito wire on the bending strength. The bending test was carried out using the ASTM D-790 standard with the three point bending test method and the composite was manufactured using the hand lay-up method with the particle composition: polyester: 10%: 90%, 15%: 85%, 20%: 80%, and 25%: 75%. The results obtained in the comparison of the composition of less ironwood powder, a finer mesh size with an orientation angle of 45°, and mosquito wire show the highest bending strength and high deformation ability (ductile), and the addition of mosquito net as one of the composite specimen fibers of polyester resin does not increase significant bending strength but can reduce the deformability reduction effect.*

Keywords: ASTM, Bending, Defleksi, Kawat, SHCP.

Abstrak

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen. Limbah kayu ulin kurang bernilai ekonomis membuat penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang memanfaatkan kawat kasa dan limbah serbuk kayu ulin komposit partikel. Yang mana untuk mengetahui bagaimana pengaruh fraksi volume dan orientasi sudut serat komposit poliester-serbuk kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*)-kawat kasa terhadap kekuatan bending. Pengujian bending yang dilakukan menggunakan standar ASTM D-790 dengan metode pengujian three point bending dan pembuatan komposit menggunakan metode hand lay-up dengan komposisi partikel:polyester adalah 10%:90%, 15%:85%, 20%:80%, 25%:75%. Hasil penelitian diperoleh. Pada perbandingan komposisi serbuk kayu ulin yang lebih sedikit, ukuran mesh yang lebih halus dengan sudut orientasi kawat kasa 45° menunjukkan kekuatan bending tertinggi dan kemampuan deformasi tinggi (*ductile*) serta Penambahan kawat kasa sebagai salah satu serat spesimen komposit resin polyester tidak menambah kekuatan bending yang signifikan tetapi dapat mengurangi efek penurunan kemampuan deformasi.

Kata kunci: ASTM, Bending, Defleksi, Kawat, SHCP.

Pendahuluan

Penelitian-penelitian terkait penciptaan berbagai produk yang terdiri dari penggabungan dari satu bahan atau

lebih, untuk menghasilkan suatu bahan yang memiliki sifat mekanik yang tinggi dan memiliki nilai ekonomis sudah dilakukan manusia dari zaman ke zaman

untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan suatu produk tersebut. Kenyataan bahwa produk yang mengkombinasikan material-material bahan dengan sifat berbeda akan menghasilkan suatu produk yang mempunyai sifat mekanik yang tinggi dimana dalam hal ini adalah salah satunya komposit tidak bisa dicapai oleh sifat asalnya dari material tunggal (homogen), tentu menjadi harapan baru dengan prospek yang tinggi untuk dikembangkan oleh peneliti-peneliti di seluruh dunia terutama pemanfaatan material limbah-limbah tidak terpakai.

Komposit ialah kombinasi dari dua atau banyak material untuk membentuk material baru dengan kondisi yang tidak homogen dan masih membawa sifat asli dari masing-masing pembentuknya. Material yang diperoleh dari proses komposit akan mempunyai sifat kombinasi dari bahan-bahan pembentuknya sehingga akan memunculkan sifat baru yang dikehendaki pembuatnya. Hal ini memudahkan pembuat untuk menentukan sifat-sifat akhir dari material komposit dengan hanya mengotak-atik komposisi material penyusunnya. Komposit umumnya terdiri dari perpaduan matriks atau pengikat dengan penguat [1].

Komposit dengan menggunakan serbuk kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*) dan matrik poliester diketahui memiliki nilai kekuatan *bending* yang baik [2]. Penggunaan kawat kasa sebagai material penyusun beton pada mutu $fc' = 19,3$ MPa tidak menghasilkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah yang baik [3].



Gambar 1. Kayu ulin



Gambar 2. 1Serbuk kayu ulin

Tinjauan Pustaka

Komposit

Komposit bertujuan untuk menciptakan material baru yang dapat lebih beradaptasi dengan lingkungan penggunaannya dan memiliki sifat-sifat yang sesuai dengan keinginan penggunaannya. Material komposit akan memiliki sifat baru baik itu sifat kimia maupun fisiknya. Dengan masing-masing material pembentuk komposit membawahi sifat aslinya, untuk menggabungkannya perlu ditambahkan *wetting agent* [4].

Secara umum komposit ini terdiri dari penggabungan dua jenis material yang berbeda yaitu [5] :

1. Matrik (*Matrix*), bagian bahan terbesar dari sebuah komposit yang ingin ditingkatkan *mechanical propertiesnya*. Yang mana persentase volume matrik ini biasanya lebih besar dari 50% dari bahan penguat (*reinforcement*) dan diharapkan memiliki kemampuan pengikat yang baik terhadap bahan penguat. Matrik ini dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu *thermoset* dan *thermoplastic* [6]. Matrik berbahan dasar dari *thermoset* berupa resin *epoxy*, *polyester* sedangkan matrik berbahan dasar dari *thermoplastic* berupa resin *polyether-ether-ketone*, dan *polyamide* [7].
2. Penguat (*reinforcement*), yang memiliki nama lain yaitu *filler* ini bagian kedua dari sebuah komposit yang bertujuan sebagai penguat dan biasanya berbentuk serat, partikel, dll. Memiliki persentase volume tidak lebih dari 50% agar ikatan antara matrik dan penguat bisa maksimal

sehingga tidak menurunkan sifat dari komposit yang dihasilkan. Satu hal yang perlu diperhatikan adalah bahan penguat harus memiliki *mechanical properties* tidak lebih rendah dari bahan matrik karna fungsi awalnya yaitu sebagai bahan penguat.

Klasifikasi komposit

Berdasarkan bentuk penguat dari komposit dibagi menjadi empat kelompok, yaitu [8]:

1. Komposit Serat (*Fiber*),
2. Komposit Partikel (*Particulate*)
3. Komposit Serpih (*Flake*)
4. Komposit Laminat (*Laminate*)

Serbuk kayu ulin

Serbuk gergaji atau serbuk kayu merupakan hasil limbah dari industri bandsaw yang hanya sebatas digunakan sebagai media baglog jamur, penimbunan tanah peternakan, *wood pelet*, dan kebanyakan hanya dibakar saja sehingga tidak memiliki nilai ekonomis yang lebih.

Kawat kasa

Kawat kasa merupakan kawat halus yang dibentuk sedemikian rupa agar hanya udara dan partikel kecil saja yang dapat melewatinya, sehingga hewan-hewan yang berukuran cukup besar seperti nyamuk dan serangga tidak bisa melewatinya dan hanya akan tertahan di sisi lain dari kawat kasa tersebut. Umumnya kawat kasa berbentuk berongga atau berlubang dan biasanya digunakan pada ventilasi ataupun celah-celah udara di tempat sirkulasi udara [9].

Macam-macam material yang digunakan pada produk kawat kasa umumnya ada beberapa jenis, yaitu material kaca fiber, aluminium, *stainless*.

Pengujian kekuatan bending

Pengujian kekuatan *bending* bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik dari material yang telah kita buat. Proses pengujian bending berupa pemberian beban pada spesimen material tepat di tengah-tengahnya dan spesimen tersebut diletakkan di atas tumpuannya. Pada

pengujian ini penampang atas material akan mendapat penekanan dan dibawahnya akan terjadi tarik. Sehingga bagian bawah akan patah terlebih dahulu akibat penekanan tersebut. Pengujian ini mengakibatkan spesimen uji mengalami deformasi berkelanjutan dimulai dari tahap elastis, plastis, dan patah. Pegujian bending menggunakan persamaan 1 dan 2, persamaan satu digunakan jika perbandingan $L/d \leq 16$:

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

dimana L adalah *support span* dan d adalah tebal spesimen.

$$\sigma_b = \left(\frac{3PL}{2bd^2}\right)\left[1+6\left(\frac{D}{L}\right)^2-4\left(\frac{D}{L}\right)\right] \quad (2)$$

Keterangan :

σ_b = tegangan *bending* (MPa)

d = tebal spesimen (mm)

L = jarak antar tumpuan (mm)

D = defleksi maksimum (mm)

P = gaya pembebanan (N)

b = lebar spesimen (mm)

Persamaan dua digunakan jika nilai perbandingan $L/d > 16$.

Metode Penelitian

Bahan

Penelitian ini menggunakan baha-bahan, antara lai: serbuk kayu ulin, kawat kasa, resin poliester SHCP 2668 CM-M, katalis mepoxe, dan *wax*/kit mobil.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: cetakan komposit uji *bending* sesuai ASTM D-790, gelas plastik, timbangan digital, jangka sorong, gunting, pisau, amplas, *handscoon*, suntikan 10 ml, spidol, dan kuas.

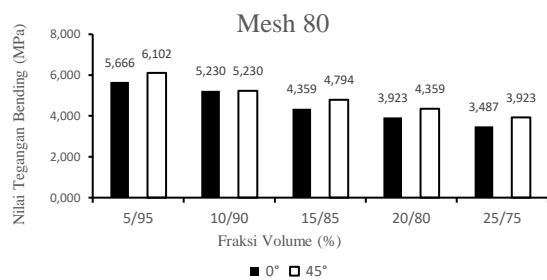
Variabel penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini, antara lain: perbandingan *polyester* dengan partikel adalah 5%:95%, 10%:90, 15%:85%, 20%:80%, dan 25%:75%. Ukuran partikel 80 mesh dan 100 mesh. Orientasi sudut kawat kasa adalah 0° dan 45°. Untuk variabel terikat berupa pengujian spesimen adalah pengujian kekuatan *bending*. Sedangkan untuk

variabel terkontrol, yaitu: campuran katalis sebanyak 1% dari total volume resin *polyester* dan cetakan terbuka dengan proses penuangan (*hand lay-up*).

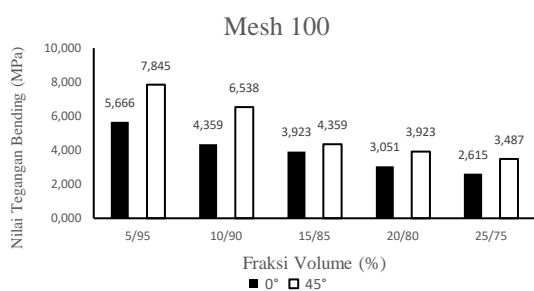
Hasil dan Pembahasan

Dari pengujian *bending* yang telah dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik pengaruh komposisi komposit pada mesh 80

Berdasarkan gambar 3 diketahui perbandingan 95% polyester dan serbuk kayu ulin 5% dengan sudut orientasi kawat kasa 45° menunjukkan kekuatan bending tertinggi, yaitu sebesar 6,102 MPa. Sedangkan perbandingan 75% polyester, dan serbuk kayu ulin 25% dengan sudut orientasi kawat kasa 0° menunjukkan kekuatan bending terendah, yaitu sebesar 3,487 MPa.



Gambar 4. Grafik pengaruh komposisi komposit pada mesh 100

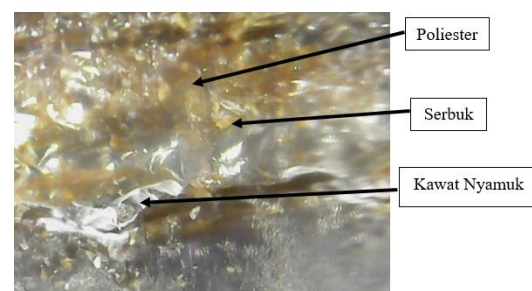
Berdasarkan gambar 4 diketahui perbandingan 95% polyester, dan serbuk kayu ulin 5% dengan sudut orientasi kawat kasa 45° menunjukkan kekuatan bending tertinggi, yaitu sebesar 7,845 MPa. Sedangkan perbandingan 75% polyester, dan serbuk kayu ulin 25% dengan sudut orientasi kawat kasa 0° menunjukkan kekuatan bending terendah, yaitu sebesar 2,615 MPa.

Pada spesimen uji *bending* ini serbuk kayu ulin menggunakan fraksi volume 5%,10%,15%,20%,25% dengan mesh 80 dan 100 serta orientasi sudut masing-masing variasi adalah 0° dan 45°. Dimana pada spesimen uji *bending* dengan sudut orientasi kawat kasa 45° memiliki kekuatan *bending* tertinggi dibandingkan spesimen dengan sudut orientasi kawat kasa 0°.

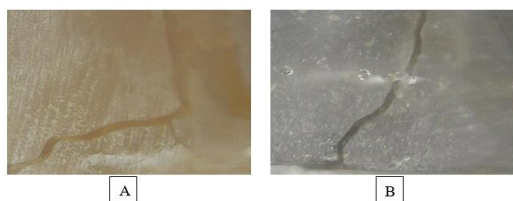
Dimana komposisi fraksi volume spesimen berpengaruh pada kekuatan uji *bending* yang mana variasi dengan sedikit serbuk kayu ulin memiliki nilai kekuatan *bending* tertinggi seperti pada gambar grafik 5.

Pada komposisi spesimen dengan mesh lebih halus berpengaruh pada nilai kekuatan uji *bending*, yang mana lebih halus ukuran mesh maka kekuatan *Bending* semakin tinggi. Karena partikel serbuk kayu ulin didalam spesimen komposit semakin rapat dan padat serta patahan yang terjadi baik pada spesimen pengujian dengan kemampuan deformasi tinggi (elastis) maupun kemampuan deformasi rendah (getas), juga dipengaruhi oleh banyaknya fraksi volume dan ukuran mesh pada serbuk kayu ulin serta kemampuan deformasi pada spesimen berpengaruh dengan besaran nilai modulus elastisitas yang didapatkan, yang mana spesimen dengan kemampuan deformasi tinggi memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi juga dengan tidak mengabaikan nilai besaran defleksi maksimum yang didapatkan.

Bentuk patahan komposit dengan foto *digital microscope*

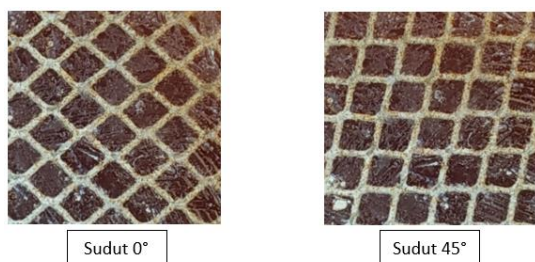


Gambar 5. Hasil foto makro pada spesimen uji *bending*



Gambar 6. Hasil foto makro patahan (a) spesimen dengan kekuatan bending tertinggi dan (b) spesimen dengan kekuatan bending terendah

Dari hasil pengamatan patahan menggunakan *digital microscope* pada spesimen uji *bending*, pada spesimen A yang memiliki kekuatan uji *bending* tertinggi terjadi jenis patahan *fibres pull out* dimana tercabutnya serat kawat kasa dari matriks serbuk kayu ulin yang disebabkan karena matriks retak akibat beban *bending* sehingga kemampuan beban *bending* spesimen yang berawal dari serat serbuk kayu ulin lalu dialihkan ke serat kawat kasa. Akibat dari patahan ini spesimen memiliki kemampuan deformasi lebih tinggi (*ductile*). Sedangkan spesimen B yang memiliki kekuatan uji *bending* terendah terjadi jenis patahan tunggal karena serat putus akibat beban *bending* dan matriks tidak mampu lagi menahan beban sehingga patahan yang terjadi pada satu bidang yang berakibat spesimen memiliki kemampuan deformasi rendah (*brittle*).



Gambar 7. Orientasi sudut kawat kasa pada spesimen

Patahan yang terjadi baik pada spesimen pengujian dengan kemampuan deformasi tinggi (elastis) maupun kemampuan deformasi rendah (getas) tidak lain juga dipengaruhi oleh banyaknya fraksi serbuk kayu ulin pada spesimen dimana semakin banyak fraksi serbuk maka semakin menurun kemampuan uji bendingnya.

Dari gambar 5 juga terlihat adanya *void*. *Void* berasal dari proses pembuatan komposit, yang mana masih terdapat udara yang terjebak pada saat penuangan matriks ke dalam cetakan sampel untuk pengujian. *Void* menyebabkan menurunnya kekuatan maksimal komposit karena adanya konsentrasi tegangan di sekitarnya yang akan menyebabkan patah [10].

Kesimpulan

Berdasarkan pada pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut : pada perbandingan komposisi serbuk kayu ulin yang lebih sedikit, ukuran mesh yang lebih halus dengan sudut orientasi kawat kasa 45° menunjukkan kekuatan Bending tertinggi dan kemampuan deformasi tinggi (*ductile*).

Penambahan kawat kasa sebagai salah satu serat spesimen komposit resin polyester tidak menambah kekuatan *Bending* yang signifikan tetapi dapat mengurangi efek penurunan kemampuan deformasi, yang mana fraksi volume serbuk yang lebih banyak daripada fraksi volume resin poliester rata-rata membuat spesimen menjadi getas.

Referensi

- [1] Matthews, F. L., & Rawlings, R. D. *Composite Materials*. Cambridge : Woodhead Publishing. 1999.
- [2] Akhmad Syarief, Achmad Febrian Hidayat, A. N. "Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kuat Tekan Dan Lentur Komposit Berpengaruh Serbuk Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri*) Bermatrik Polyester". 2021.
- [3] Handika Setya Wijaya, A. T. "Uji Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Pada Beton Dengan Serat Kawat kasa Pada Mutu $f_c' = 19,3$ MPa", pp 30–40, 2020.
- [4] Nayiroh, N. (2014). "Teknologi Material Komposit", vol. 148, pp. 148–162, 2014.

- [5] Smith, W. F., & Hashemi, J. Foundations of materials science and engineering. New York : McGraw Hill. 2018.
- [6] Jones, R. M. Mechanics of Composite Materials. Philadelphia : Taylor & Francis, Inc, 1975.
- [7] Fadhillah, A. R., Setiyabudi, S. A., & Purnowidodo, A. (2017). Karakteristik komposit serat kulit pohon waru (*Hibiscus Tiliaceus*) berdasarkan jenis resin sintetis terhadap kekuatan tarik dan patahan komposit. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(2), 101-108.
- [8] Ady Setiawan, Daryono, Topan Prihantoro. Pengaruh Sifat Mekanik Dari Fraksi Volume Komposit Berpenguat Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal TURBO* Vol. 10 No. 2. 2021.
- [9] Dekoruma, K. (2020, January 6). *Mau Pasang Kawat kasa? Ketahui Serba-serbinya!* Available: <https://www.dekoruma.com/artikel/94308/serba-serbi-kawat-nyamuk>
- [10] Zulkifli, Z., Hermansyah, H., & Mulyanto, S. (2018). Analisa Kekuatan Tarik dan Bentuk Patahan Komposit Serat Sabuk Kelapa Bermatriks Epoxyterhadap Variasi Fraksi Volume Serat. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(2), 90-95.
- [11] Budiyanto, E. (2020). *Pengujian Material*. Laduny Alifatama.
- [12] Budiyanto, E., & Yuono, L. D. *Proses Manufaktur*. Eko Budiyanto.