

## Pengaruh Fraksi Volume Serat Kulit Jagung terhadap Kekuatan Tarik dan Penyerapan Air Komposit *Polyurethane*

Salman, I Made Adi Sayoga, Rahmat Maulana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

E-mail: salmanrm@yahoo.com

**Abstrak**--Sejumlah peneliti telah meneliti sifat mekanik komposit yang diperkuat serat kulit jagung. Namun kombinasi kekuatan tarik dan sifat penyerapan air komposit berpenguat serat kulit jagung masih memerlukan penelitian lebih lanjut berkaitan penggunaan komposit pada lingkungan basah. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan pengaruh fraksi volume serat kulit jagung terhadap kekuatan tarik dan sifat serapan airnya. Material utama yang dipakai adalah polyurethane sebagai matriks dan kulit jagung sebagai serat. Pengujian dilakukan dengan mencampurkan matriks dan serat menjadi sepsimen komposit. kekuatan tarik sepsimen diuji dan daya serap air spesimen diuji, untuk kekuatan tarik menggunakan alat tensilon dengan standar ASTM D 3039. Hasilnya semakin besar fraksi volume serat sepsimen semakin besar pula kekuatan tariknya. Seangkan untuk sifat penyerapan airnya, persentase penyerapan air dari komposit dipengaruhi oleh pengembangan polyurethane saat dibentuk jadi specimen

**Kata kunci:** Komposit, kulit jagung, fraksi serat, kekuatan tarik, penyerapan air

**Abstract**-- Some researchers have observed the mechanical characteristics of composite with strengthening by corn skin fibre reinforcement. However, the combination of strength stress and water absorption of composite with corn skin fibres needs more exploration due to wide of its application particularly in the wet environment. The objective of this study is to determine the effect of fraction of the composite fibre to the tensile strength and moisture absorption. The main materials of this research are polyurethane as matrix and corn skin fibre as reinforcement. The research was done by mixing matrix and fibre at the certain volume fraction to produce the composite specimens. Specimens were tested by tensile test with ASTM D 3039 and water absorption test. The results shown that the higher fraction of the fibre, the increase the tensile strength. While for the water absorption, the absorption behaviour is affected by the expansion of polyurethane during producing the specimens.

**Keywords:** Composite, corn skin, fibre fraction, tensile strength, water absorption

### 1. PENDAHULUAN

Komposit dengan bahan penguat serat sintesis telah digunakan dalam berbagai aspek kehidupan, di mulai dari kebutuhan rumah tangga, industri kendaraan darat, laut maupun udara, alat-alat olah raga, kesehatan dan rompi anti peluru (Rudy, 2007). Penggunaan serat alami sebagai penguat komposit merupakan langkah bijak, mengingat untuk serat alami dapat terurai secara alami dan banyak ragam serat alami yang tersedia misalnya serat goni, serat nanas, serat ijuk, serat sabut kelapa dan serat kulit jagung.

Sejumlah penelitian menjelaskan sifat mekanik komponen jagung sebagai bahan isian komposit [Zainuddin, 1996 dan Sugiman]. Tarik dan bending komposit klobot jagung dengan perekat resin polyester diteliti oleh Wiyono dan Supardi (2013) dengan fraksi berat serat 10% sampai 25%. Komposit yang memiliki kekuatan tarik tertinggi pada fraksi berat serat 20% dengan kekuatan tarik 27 MPa dan yang terendah pada fraksi berat serat 10% dengan kekuatan tarik 13 MPa. Modulus elastisitas tertinggi pada fraksi berat serat 20% sebesar 1810 MPa, sedangkan

modulus elastisitas yang terendah pada fraksi berat 10% sebesar 783 MPa.

Sementara itu karakterisasi komposit serat kulit jagung - matriks poliester dilakukan oleh Silalahi dkk (2013), Komposit ini dibuat dengan komposisi serat 0 sampai 5 %. Komposit serat kulit jagung meliputi nilai densitas dari 0,84 sampai 1,21 gr/cm<sup>3</sup>, nilai daya serap air dari 1,38 sampai 2,46%, nilai kadar air dari 2,59 sampai 4,65%. Sifat mekanik meliputi, nilai kekuatan lentur dari 49,29 sampai 70,88 MPa, nilai kekuatan tarik dari 3,9 sampai 11,49 MPa dan nilai kekuatan impak dari 24,30 sampai 33,20 kJ/m<sup>2</sup>.

Pembuatan dan karakterisasi komposit serat kulit jagung dengan matriks epoksi dengan metode yang sama telah dilakukan oleh Surbakti dkk (2013). Komposisi serat 0 sampai 5%. Adapun sifat fisis dan sifat mekanik komposit yang diperoleh adalah densitas 1,07 - 1,25 gr/cm<sup>3</sup>, daya serap air 0,75 - 3,55 %, kadar air 0,90- 4,33 %, kuat tarik 7,73 - 10,02 MPa, kuat lentur 28,62 - 55,62 MPa, kuat impak 3 kJ/m<sup>2</sup> - 18,6 kJ/m<sup>2</sup>. Dari uraian di atas maka perlu mempelajari sifat kekuatan tarik dan penyerapan air komposit polyurethane yang diperkuat serat kulit jagung..

Karena adanya potensi penggunaan komposit di lingkungan air.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Pengambilan Serat

Bahan yang digunakan adalah serat jagung yang baru panen dan kulit yang diambil adalah kulit terluar sampai dengan lapisan keempat. Setelah itu kulit jagung direndam selama 7 hari dan diambil seratnya menggunakan sisir kutu. Setelah serat jagung terkumpul, serat ini dikeringkan di bawah terik matahari sampai kering.

Serat jagung tidak langsung dijadikan sebagai serat tapi serat jagung diberi perlakuan permukaan terlebih dahulu yaitu melakukan perendaman pada larutan NaOH selama 2 jam, kemudian diangkat dan dibilas sampai serat jagung bersih dari larutan NaOH tersebut dan serat jagung dijemur sampai kering.

### 2.2 Pembuatan Spesimen

Hal pertama yang dilakukan dalam pembuatan spesimen ini adalah menyiapkan alat dan bahan seperti resin *polyurethane*, serat, pelumas, cetakan dan lain-lain.

Selanjutnya cetakan dioles dengan pelumas dengan rata. Serat jagung dimasukkan pada cetakan tersebut. Kemudian menuangkan *polyurethane* ke cetakan yang sudah berisi serat jagung. Selanjutnya cetakan ditutup dan diberi tekanan sebesar 10,4 kg. Spesimen dibiarkan sampai kering, baru dikeluarkan dari cetakan.

### 2.3 Uji Tarik

Pengujian specimen dilakukan menggunakan adalah uji tarik dengan *Standard Association Society of Testing Material* (ASTM). D 3039. Pengujian tarik dilakukan dengan alat uji tensilon RTG-1310 dengan kapasitas *load cell* 10 kN. Untuk spesimen tarik, spesimen ditarik dengan kecepatan simpangan (*displacement*) sebesar 5 mm/menit.

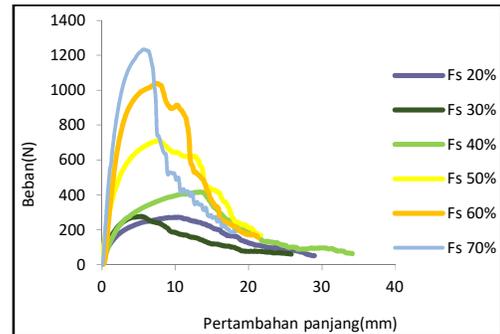
### 2.4 Uji Penyerapan Air

Proses penyerapan air pada suatu material tergantung waktu yang mana materi ditransfer dari satu tempat ke tempat lain dengan gerakan molekul random (Crank, 1975). Pengujian penyerapan air dilakukan untuk mengetahui penyerapan air optimum yang dimiliki spesimen dengan fraksi volume serat yang berbeda. Adapun metode yang digunakan dengan merendam seluruh bagian spesimen pada wadah berisi air pada suhu kamar. Perendaman spesimen dilakukan selama 72 jam dan melakukan penimbangan setiap 2 jam. ASTM yang digunakan pada pengujian penyerapan air ini adalah ASTM D 5229.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Kekuatan Tarik

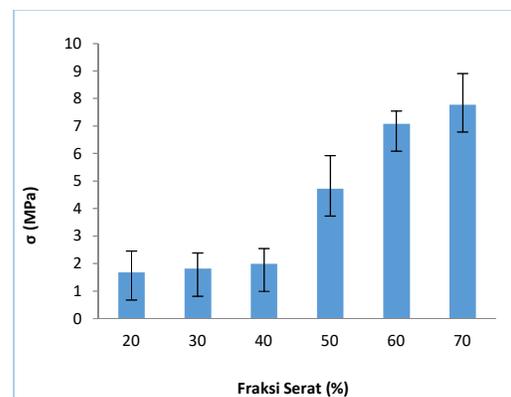
Pengujian tarik dilakukan pada spesimen komposit dengan fraksi volume serat yang berbeda-beda yaitu 20%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 70%. Dari hasil pengujian tarik didapat grafik beban - pertambahan panjang pada spesimen dengan fraksi serat yang telah ditetapkan seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik hubungan antara beban dengan pertambahan panjang pada uji tarik pada spesimen dengan fraksi serat.

Dari Gambar 1 terlihat pada awal pembebanan tegangan naik secara linier dengan pertambahan panjang dan kemudian setelah itu mulai menunjukkan perubahan dari linier menjadi non-linier sampai spesimen patah.

Fraksi serat ( $F_s$ ) 70% memiliki nilai beban yang paling tinggi dan fraksi serat 20% memiliki nilai beban yang paling rendah. Semakin tinggi fraksi serat spesimen maka nilai beban akan semakin meningkat yang disebabkan serat pada spesimen meningkatkan kekakuan spesimen dengan matriks poliuretan.



**Gambar 2.** Grafik kekuatan tarik ( $\sigma$ ) spesimen dengan masing-masing fraksi serat.

Dari Gambar 2 terlihat bahwa kekuatan tarik dari yang terendah sampai yang tertinggi berturut-turut pada spesimen dengan fraksi serat 20%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 70% masing-masing sebesar 1,68 MPa, 1,82 MPa, 1,99 MPa, 4,72 MPa, 7,08 MPa dan 7,78 MPa. Hasil penelitian kekuatan tarik ini sesuai dengan penelitian

(Surbakti, 2013) yang mana dalam penelitiannya didapat semakin tinggi fraksi serat pada komposit maka kekuatan tarik akan meningkat.

Untuk mengetahui pengaruh fraksi serat terhadap kekuatan tarik, maka dilakukanlah analisa varian (Anova) satu arah, seperti yang bisa dilihat pada Tabel 1 dengan tingkat signifikansi anova adalah 5%.

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij}^2 - \frac{T_{**}^2}{N} \\
 &= (202 + 302 + 402 + 502 + 602 + 702 + 1,682 \\
 &\quad + 1,822 + 1,992 + 4,722 + 7,082 + 7,782) - \\
 &\quad (295,072/12) \\
 &= 14043,03 - 7255,525 \\
 &= 6787,503 \\
 JKK &= \sum_{i=1}^k \frac{T_{*i}^2}{n_i} - \frac{T_{**}^2}{N} \\
 &= (2702/6 + 25,072/6) - (295,072/12) \\
 &= 12254,75 - 7255,525 \\
 &= 4999,225 \\
 JKG &= JKT - JKK \\
 &= 6787,503 - 4999,225 \\
 &= 1788,277 \\
 KTK &= JKK/k-1 \\
 &= 4999,225/(2 - 1) \\
 &= 4999,225 \\
 KTG &= JKG/N-k \\
 &= 1788,277/(12-2) \\
 &= 178,8277 \\
 F_h &= KTK / KTG \\
 &= 4999,225/178,8277 = 27,95554 \\
 F_t &= 4,96
 \end{aligned}$$

**Tabel 1.** Hasil Anova satu arah pada spesimen uji tarik

SK	JK	DK	KT	$F_h$	$F_t$
$F_s$	4999,23	1	4999,23	27,96	4,9
$E$	1788,28	10	178,83		
Tot	6787,5	11			

Di mana:

SK = Sumber Keragaman

JK = Jumlah Kuadrat

DK = Derajat Bebas

KT = Kuadrat Tengah

$F_h$  =  $F_{hitung}$

$F_t$  =  $F_{tabel}$

Hipotesis untuk menguji data:

$H_0$ : Fraksi serat tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik spesimen.

Dari Tabel 2 nilai  $F_h$  (27,95) >  $F_t$  (4,96), maka  $H_0$  ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa fraksi serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik pada spesimen.

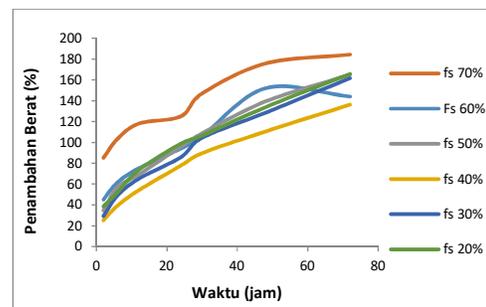
Kekuatan tarik dari yang terendah sampai yang tertinggi berturut-turut pada spesimen dengan

fraksi serat 20%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 70% masing-masing sebesar 1,68 MPa, 1,82 MPa, 1,99 MPa, 4,72 MPa, 7,08 MPa dan 7,78 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak fraksi serat yang digunakan maka kekuatan tarik spesimen semakin meningkat. Dan berdasarkan perhitungan anova satu arah, peningkatan kekuatan tarik akibat perbedaan jumlah fraksi serat berpengaruh terhadap kekuatan tarik.

Spesimen dengan fraksi serat 70% memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi dan spesimen dengan fraksi berat 20% memiliki kekuatan tarik paling rendah, hal ini menunjukkan adanya peningkatan kekuatan tarik saat penambahan fraksi. Semakin tinggi fraksi serat spesimen semakin tinggi pula kekuatan tarik spesimen, hal ini disebabkan karena serat pada spesimen meningkatkan kekakuan spesimen dengan matriks poliuretan. Dengan meningkatnya kekakuan pada spesimen maka kekuatan spesimen juga akan meningkat. Kekuatan tarik pada komposit serat ini juga dipengaruhi oleh tata letak dan arah serat spesimen, karena pada penelitian ini menggunakan tata letak dan arah serat secara acak.

### 3.2 Penyerapan Air

Dari hasil pengujian penyerapan air pada spesimen dengan fraksi serat yang berbeda didapatkan hubungan antara penambahan berat dengan waktu seperti pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik penyerapan air pada spesimen

Gambar 3 menunjukkan penambahan berat dari yang paling tinggi ke yang terendah secara berturut-turut adalah pada spesimen dengan fraksi serat 70%, 20%, 50%, 30%, 60% dan 40% masing-masing sebesar 184,35%, 165,81%, 165,10%, 161,65%, 144,09% dan 136,10%. Bisa dilihat bahwa penambahan berat pada spesimen bertambah secara acak atau tidak tergantung dari fraksi serat yang digunakan. Namun secara seragam penyerapan air meningkat seiring bertambahnya waktu penahanan.

Spesimen dengan fraksi serat 70% memiliki nilai penambahan berat yang tinggi hal ini disebabkan kurang melekatnya polyurethane pada serat kulit jagung menyebabkan banyak rongga spesimen dapat mengakibatkan spesimen

cepat menyerap air yang membuat terjadinya pembengkakan dan perubahan volume spesimen.

Untuk mengetahui pengaruh fraksi serat terhadap penambahan berat spesimen, maka dilakukanlah analisa Anova satu arah, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{T_{**}^2}{N} \\
 &= (202 + 302 + 402 + 502 + 602 + 702 + 165,812 + 161,652 + 136,362 + 165,102 + 144,092 + 184,352) - (1227,362/12) \\
 &= 168122,5888 - 125534,3808 \\
 &= 42588,208 \\
 JKK &= \sum_{i=1}^k \frac{T_{*i}^2}{n_i} - \frac{T_{**}^2}{N} \\
 &= (2702/6 + 957,362/6) - (1227.362/12) = 164906,3616 - 125534,3808 \\
 &= 39371,9808 \\
 JKG &= JKT - JKK \\
 &= 42588,208 - 39371,9808 \\
 &= 3216,2272 \\
 KTK &= JKK/k-1 \\
 &= 39371,9808/(2-1) = 39371,9808 \\
 KTG &= JKG/N-k \\
 &= 3216,2272/(12-2) \\
 &= 321,6227 \\
 F_h &= KTK / KTG \\
 &= 39371,9808 / 321,6227 \\
 &= 122,4166651 \\
 F_t &= 4,96
 \end{aligned}$$

**Tabel 4.** Hasil analisa varian satu arah pada penambahan berat spesimen.

SK	JK	DB	KT	F <sub>h</sub>	F <sub>t</sub>
F <sub>s</sub>	39371,99	1	39371,99	122,42	4,9
E	3216,2	10	321,63		
Tot	42588,	11			

Hipotesis untuk menguji data:

H<sub>0</sub>: Fraksi serat berpengaruh terhadap penambahan berat spesimen.

Dari Tabel 4 diperoleh nilai F<sub>h</sub> (122,42) > F<sub>t</sub> (4,38), maka H<sub>0</sub> ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa fraksi serat berpengaruh terhadap penambahan berat spesimen.

Berdasarkan hasil Anova satu arah di atas menunjukkan bahwa perbedaan jumlah fraksi serat pada spesimen memberikan pengaruh signifikan. Hal ini terjadi karena *polyurethane* mempunyai sifat menyerap air sangat tinggi. Penambahan berat pada spesimen bertambah secara acak atau tidak tergantung dari fraksi serat yang digunakan. Persentase penyerapan air pada *polyurethane* ini akan dipengaruhi oleh pengembangan *polyurethane* saat dibentuk jadi spesimen, karena semakin mengembang spesimen maka rongga-rongga pada spesimen

makin banyak dan kemampuan menyerap air juga makin tinggi.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan tersebut dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Semakin tinggi fraksi serat pada spesimen, kekuatan tarik akan meningkat dengan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik. Kekuatan tarik dari yang terendah sampai yang tertinggi berturut-turut pada spesimen dengan fraksi serat 20%, 30%, 40%, 50%, 60% dan 70% masing-masing sebesar 1,68 MPa, 1,82 MPa, 1,99 MPa, 4,72 MPa, 7,08 MPa dan 7,78 MPa.
2. Penambahan berat dari yang paling tinggi ke yang terendah secara berturut-turut adalah pada spesimen dengan fraksi serat 70%, 20%, 50%, 30%, 60% dan 40% masing-masing sebesar 184,35%, 165,81%, 165,10%, 161,65%, 144,09% dan 136,10%.
3. Penambahan berat pada spesimen bertambah secara acak atau tidak tergantung dari fraksi serat yang digunakan. Persentase penyerapan air dari komposit dipengaruhi oleh pengembangan *polyurethane* saat dibentuk jadi spesimen, karena semakin mengembang spesimen maka rongga-rongga pada spesimen makin banyak menyerap air.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Crank, J., 1975, *The Mathematics of Diffusion*, Clarendon Press, University of Michigan
- [2]. Setiabudy, Rudy., 2007, *Material Teknik Listrik*, UI-Press, Jakarta
- [3]. Sugiman, and Setyawan, P.D., 2013, *Surface Treatment of Fly Ash for Improving the Tensile Strength of Fly Ash/Unsaturated Polyester Composites*, Makara Seri Teknologi, 17(3): In Press DOI: 10.7454/mst.v17i3.xxxx.
- [4]. Silalahi, R., Sinuhaji, P., Simbolon, R.T., 2013, *Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Serat Kulit Jagung - Poliester Dengan Metode Chopped Strand Mat*, FMIPA, Universitas Sumatera Utara.
- [5]. Surbakti, E.J., Sinuhaji, P., Simbolon, T.R., 2013, *Pembuatan dan Karakterisasi Komposit Serat Kulit Jagung dengan Matriks Epoksi*, FMIPA, Universitas Sumatera Utara.
- [6]. Wiyono, T dan Supardi,., 2013, *Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Klobot Jagung dengan Perekat Resin Polyester*, Teknik Mesin, Politeknik Pratama Mulia Surakarta dan Akademi Teknologi Warga Surakarta.
- [7]. Zainuddin, 1996, *Komposit Ijuk Serat Panjang dengan Resin Polyester*, Skripsi, Medan: FMIPA,USU.