



Pengaruh fraksi volume pada komposit serat kulit jagung dengan matriks polyester terhadap kekuatan tarik sebagai bahan baku industri papan

Effect of volume fraction on corn husk fibre composite on tensile strength as raw material for board industry

A. Ramadhani*, S.H.B. Prastowo, R.D. Handayani

Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Jl. Kalimantan Tegalboto No.37 Jember, Jawa Timur, 68121, Indonesia. HP. 081358539492

*E-mail: ayuramadhani514@gmail.com

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 24 February 2022

Accepted 19 September 2022

Available online 01 October 2022

Keywords:

Corn husk fibre

Tensile strength

Polyester matrix



Corn is one of the important crops in Indonesia. Corn crop yields produce waste that is underutilized by the community, one of which is corn husks. Innovation in the field of engineering introduces composite materials consisting of reinforcement and fasteners. Corn husk fibre contains 38% cellulose, which serves as a reinforcement for composite materials. The use of composite materials continues to be developed to meet the community's need for wood raw materials which is decreasing every year. This study aims to obtain the maximum tensile strength of corn husk and polyester matrix composite materials with volume fractions of 2%, 4%, 6%, 8%, and 10%. The method in this study is an experiment, starting from the corn husk soaking process, adding 5% NaOH, printing specimens to testing the tensile strength with Universal Testing Machine (UTM) HT-2402. All tensile strength test results are following the JISA5905-2003 board industry standard with the highest tensile test at a 4% volume fraction of 26.84 MPa.

Dinamika Teknik Mesin, Vol. 12, No. 2, Oktober 2022, p. ISSN: 2088-088X, e. ISSN: 2502-1729

1. PENDAHULUAN

Tanaman jagung adalah salah satu tanaman penting bagi masyarakat Indonesia meskipun bukan sebagai makanan pokok utama. Tanaman jagung menjadi makanan pokok kedua setelah beras karena banyak mengandung karbohidrat, lemak dan gizi penting di dalamnya, Listyaningsih dkk (2018). Kebutuhan tanaman jagung semakin meningkat setiap tahun menyebabkan limbah yang dihasilkan juga meningkat terutama bagian kulit jagung, dikarenakan hasil limbah berbanding lurus dengan hasil produksi tanaman jagung. Pusat Data dan Sistem Informasi (Pusdatin) hasil produksi jagung di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 24,95 juta ton dengan 10 provinsi di Indonesia sebagai penyumbang hasil produksi jagung, salah satunya adalah Provinsi Jawa Timur Kementerian Pertanian (2021). Pemanfaatan limbah kulit jagung belum dapat digunakan secara maksimal oleh masyarakat, kebanyakan kulit jagung dimanfaatkan sebagai pakan ternak, kerajinan, serta pembungkus makanan. Salah satu kandungan terbanyak dalam kulit jagung adalah selulosa sekitar 36,81%, Desianna dkk (2017). Kulit jagung merupakan sebuah serat alam, dimana jika serat alam mengandung selulosa sekitar 32% sampai 48% merupakan

kriteria serat *bast fiber / reed fiber*, Sari (2018). Sehingga hasil limbah kulit jagung dapat dimanfaatkan secara maksimal dari kandungan selulosanya karena masuk ke dalam kriteria serat pohon kayu (*bast fiber*).

Berkembangnya ilmu di bidang teknik memberikan sebuah ide dan inovasi adanya material komposit yang merupakan campuran dari dua bahan dengan karakteristik berbeda terdiri dari penguat dan perekat. Material komposit dengan penguat serat alam dan perekat bahan polimer pada saat ini banyak dikembangkan. Salah satu jenis polimer termoset yang tahan terhadap asam dan lemah terhadap alkali adalah matriks polyester, Fajar dkk.(2020). Berbagai macam serat alam yang melimpah dan dapat terurai secara alami salah satunya adalah serat kulit jagung dapat dijadikan sebuah inovasi penguat komposit, Salman dkk. (2018). Kelebihan serat alam dari kulit jagung ialah pada arah serat memanjang mempunyai nilai kekuatan tertinggi, tahan gesekan, daya serap airnya rendah serta tidak mudah terkontaminasi bakteri, Fajar dkk. (2020). Serat kulit jagung sebagai serat alam dapat dijadikan sebagai penguat material komposit yang dipengaruhi oleh bagaimana penyebaran serat, interaksi antara serat, matriks, dan adanya perlakuan kimia akan mempengaruhi sifat mekaniknya, Arsyad dan Salam (2017). Sehingga dengan inovasi teknik di material komposit maka kulit jagung yang kurang dimanfaatkan secara maksimal dan jumlahnya melimpah dapat digunakan sebagai penguat material komposit dengan perekat dari bahan polimer yaitu polyester.

Material komposit banyak dimanfaatkan di berbagai bidang industri karena lebih ringan, harga ekonomis, dan bahan baku melimpah. Pemanfaatan komposit dari penguat serat alam dapat dimanfaatkan di bidang industri rumah tangga sebagai bahan alternatif *furniture interior* seperti lemari dan meja, Hidayatullah dkk. (2020). Bahan utama untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam peralatan rumah tangga adalah kayutetapi bahan tersebut mengalami penurunan hasil produksi setiap tahunnya. Perbandingan antara kebutuhan dan hasil produksi kayu di Indonesia berbeda sangat jauh, kayu dibutuhkan sekitar 75 juta m³/tahun sedangkan hasil produksinya hanya sekitar 25 juta m³/ tahun maka diperlukanlah material yang dapat mengatasi masalah kekurangan bahan kayu tersebut yaitu adalah material komposit, Wardani dkk. (2018). Tahun 2018 pelaku usaha kayu menilai bahwa produksi dari bahan kayu akan meningkat 10% dibandingkan tahun yang lalu, Putro dan Aziz (2020). Sehingga dengan melimpahnya limbah kulit jagung dapat dimanfaatkan sebagai penguat pada material komposit yang dapat digunakan sebagai bahan baku pengganti kayu untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di bidang industri papan rumah tangga.

Berdasarkan paragraf-paragraf di atas maka peneliti bertujuan untuk menemukan komposisi material komposit dari serat kulit jagung dan matriks polyester terhadap nilai kekuatan tarik maksimal dengan fraksi volume yang digunakan 2%, 4%, 6%, 8%, 10%. Kemudian mengembangkan pemanfaatan serat alam sebagai penguat pada material komposit guna meningkatkan pemanfaatan limbah kulit jagung di masyarakat. Material komposit dengan hasil kekuatan tarik maksimal diharapkan mampu untuk digunakan sebagai bahan baku pengganti kayu pada bidang industri papan dengan mengacu pada standar industri JIS A5905-2003.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini melakukan beberapa variasi fraksi volume pada serat kulit jagung dan matriks polyester yang digunakan adalah 2%, 4%, 6%, 8%, 10% untuk menguji kekuatan tarik dengan menggunakan alat Universal Testing Machine (UTM) HT-2402. Pengujian kekuatan tarik dilakukan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.



Gambar 1. Alat pengujian tarik Universal Testing Machine (UTM)- HT-2402

Matriks atau pengikat yang digunakan pada penelitian ini adalah matriks polimer termoset. Alasan menggunakan polimer termoset karena bahan tersebut akan mengeras dan tidak dapat berubah atau dibentuk ulang. Resin polyester merupakan salah satu jenis bahan polimer termoset. Pada penelitian ini menggunakan resin polyester *type BQTN 157-EX Yukalac*, adapun spesifikasinya sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi matriks polyester type BQTN 157-EX Yukalac, Nurhidayah (2016).

Keterangan	Spesifikasi
Berat jenis	1,215 kg/mm ²
Kekerasan	40 kg/mm ² (Barcol GYZJ 934-1)
Suhu distorsi panas	70 °C
Penyerapan air (suhu ruangan)	0,188 % / 24 jam 0,446 % / 3 hari
Kekuatan fleksural	9,4 kg/mm ²
Modulus fleksural	300 kg/mm ²
Kekuatan tarik	5,5 kg/mm ²
Modulus tarik	300 kg/mm ²
Elongasi	1 %

Sebelum melakukan pencampuran bahan serat kulit jagung dan matriks polyester, pertama menyiapkan alat dan bahan. Alat yang digunakan : cetakan spesimen, sisir kutu, penggaris, gunting, timbangan digital, jarum suntik, gelas ukur, gelas plastik, dan pengaduk. Bahan yang digunakan : kulit jagung, NaOH 5%, katalis MEKPO, dan air bersih. Proses mendapatkan serat kulit jagung yang diperoleh dengan melakukan perendaman selama 14 hari untuk memudahkan perolehan serat. Setelah direndam selama 14 hari, tekstur dari kulit jagung lebih kenyal dan terdapat lendir. Perolehan serat dilakukan dengan menyerut kulit jagung dengan arah searah menggunakan sisir kutu. Kemudian dikeringkan di bawah panas terik matahari dan dilakukan perendaman kembali dengan penambahan zat kimia NaOH 5% selama 2 jam serta dijemur kembali. Pemberian NaOH berfungsi mengurangi kandungan lignin pada serat kulit jagung untuk memperkuat ikatan *interface* serat dan matriks.



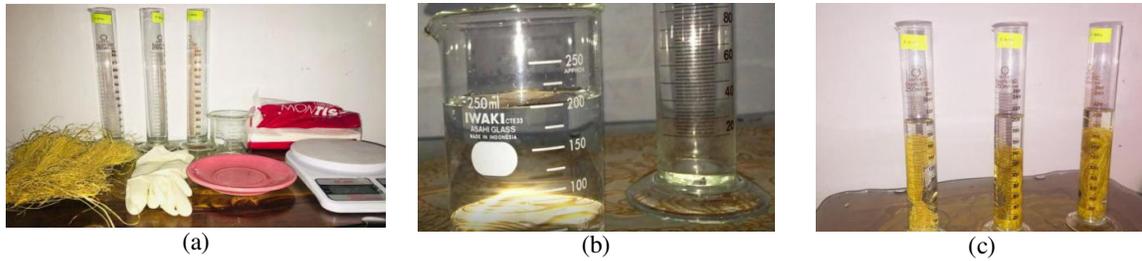
Gambar 2. Pengeringan serat kulit jagung, (a) tanpa tambahan NaOH 5%, (b) dengan tambahan NaOH 5%

Setelah perolehan serat kulit jagung selanjutnya melakukan perhitungan untuk fraksi volume. Sebelum melakukan perhitungan fraksi volume, pada penelitian ini dilakukan percobaan pengukuran massa jenis serat kulit jagung dengan cara menyiapkan tiga variasi massa serat yaitu : 2 gram, 4 gram, 6 gram. Kemudian memasukkan air kedalam gelas ukur sebanyak 200 ml. Selanjutnya memasukkan variasi serat ke dalam gelas ukur tersebut sampai seluruh bagian serat tenggelam dan diamati berapa volume akhirnya. Masing-masing variasi serat kulit jagung dilakukan sebanyak tiga kali percobaan.

Perhitungan massa jenis menggunakan persamaan :
Massa jenis serat kulit jagung:

$$\rho_s = \frac{M_s}{\Delta V} \quad (1)$$

Dengan ρ_s besarnya massa jenis serat jagung (*gram/ml*), M_s besarnya massa (*gram*), ΔV besarnya volume akhir dikurangi volume awal (*ml*).



Gambar 3. Percobaan pengukuran massa jenis serat kulit jagung, (a) penimbangan variasi massa serat kulit jagung (b) volume awal 200 ml, (c) volume akhir setelah dimasukkan serat sampai terendam menyeluruh

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan diperoleh pengukuran massa jenis serat kulit jagung sebagai berikut :

Tabel 2. Pengukuran massa jenis serat kulit jagung

No	V1 (ml)	Massa serat (gram)	V2 (ml)	(ml)	(gram/ml)
1	200	2	201,5	1,5	1,3
		2	201,5	1,5	1,3
		2	201,5	1,5	1,3
2	200	4	203	3	1,3
		4	203	3	1,3
		4	203	3	1,3
3	200	6	205	5	1,2
		6	204	4	1,5
		6	205	5	1,2

Hasil percobaan pengukuran massa jenis serat kulit jagung diperoleh sebesar 1,3 gram/ml. Setelah mendapatkan nilai massa jenis serat selanjutnya adalah perhitungan fraksi volume.

Perhitungan fraksi volume menggunakan persamaan :

Volume serat :

$$V_s = \delta_{\text{serat}} \% \times V_{\text{cetak}} \quad (2)$$

Dimana V_s besarnya volume serat (ml), δ_{serat} fraksi volume serat yang telah ditetapkan (%), V_{cetak} besarnya volume cetakan (cm^3). Massa serat:

$$M_s = \rho_s \times V_s \quad (3)$$

Dengan M_s besarnya massa serat (gram), ρ_s besarnya massa jenis serat (gram/ml), V_s besarnya volume serat (ml).

Volume resin :

$$V_r = \phi_{\text{resin}} \% \times V_{\text{cetak}} \quad (4)$$

Dengan V_r besarnya volume resin (ml), ϕ_{resin} besarnya fraksi volume matriks (%), V_{cetak} besarnya volume cetakan (cm^3). Massa resin:

$$M_r = \rho_r \times V_r \quad (5)$$

Dengan M_r besarnya massa resin(gram), ρ_r besarnya massa jenis resin (gram/ml), V_r besarnya volume resin(ml).

Volume katalis:

$$V_{\text{katalis}} = V_r / 100 \quad (6)$$

Dengan V_{katalis} besarnya volume katalis (ml).

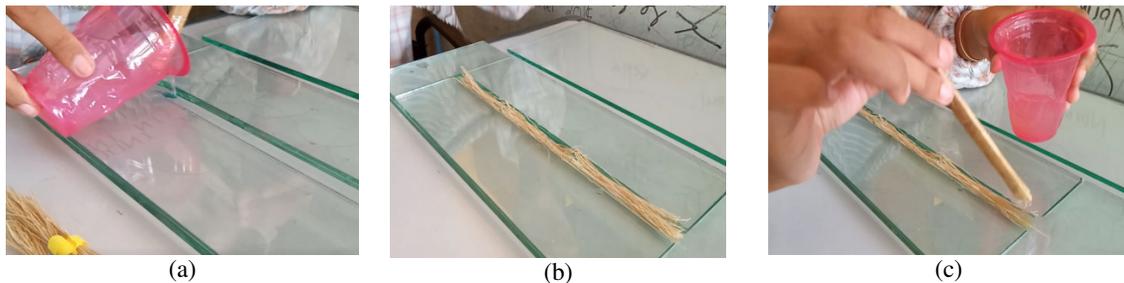
Setelah melakukan perhitungan diatas maka diperoleh perbandingan fraksi volume serat kulit jagung dan matriks polyester sebagai berikut :

Tabel 3. Perbandingan fraksi volume serat kulit jagung dan matriks polyester

No	Fraksi Volume	Massa serat(gr)	Volume serat(ml)	Massa resin (gr)	Volume matriks(ml)	Volume katalis(ml)
1	2%	0,23	0,18	10,72	8,82	0,0882
2	4%	0,47	0,36	10,50	8,64	0,0864

3	6%	0,7	0,54	10,28	8,46	0,0846
4	8%	0,94	0,72	10,06	8,28	0,0828
5	10%	1,17	0,9	9,84	8,1	0,081

Proses pembentukan spesimen komposit dilakukan dengan ukuran cetakan 10 cm x 1,5 cm x 0,6 cm. Cetakan spesimen dibuat dari kaca untuk memudahkan ketika proses pengambilan spesimen. Kaca yang digunakan terdiri dari alas kemudian penyekat dengan ketebalan 0,6 cm. Sebelum melekatkan penyekat ke alas maka kaca terlebih dahulu direkatkan menggunakan resin dan jarak diantara penyekat sebesar 1,5 cm guna memudahkan ukuran lebar spesimen. Kemudian serat kulit jagung dipotong dengan panjang 10 cm dan menimbang serat sesuai dengan perhitungan fraksi volume pada Tabel 3. Agar memudahkan takaran resin polyester maka perbandingan volume resin yang telah diperoleh dihitung dalam besaran massa dengan Persamaan (5) dimana untuk massa jenis resin polyester mengacu pada Tabel 1. Memasukkan resin polyester sesuai takaran untuk lapisan bawahnya dan ratakan sampai semua ruang terisi sampai semua ruang terisi kemudian masukkan serat kulit jagung ke dalam cetakan dan lapisi dengan resin kembali bagian atasnya.



Gambar 4. Proses pembuatan spesimen komposit serat kulit jagung dan matriks polyester, (a) menuangkan matriks untuk bagian dasar, (b) memasukkan serat kulit jagung, (c) melapisi kembali dengan matriks.

Menutup cetakan dengan kaca ditambahkan penjepit (beban) di atasnya agar seluruh bahan tercampur dengan merata dan diamkan selama 2 jam sampai spesimen benar-benar kering. Jika spesimen telah kering maka spesimen dikeluarkan dari dalam cetakan dan dirapikan.



Gambar 5. Spesimen komposit serat kulit jagung dan matriks polyester.

Pengujian kekuatan tarik pada spesimen serat kulit jagung dan matriks polyester dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM) HT-2402*. Hasil uji yang diperoleh mengacu pada standart industri Jepang yaitu *JISA5905-2003*, dimana untuk kekuatan tarik yang diperoleh minimal 0,4 MPa. Pengujian tarik dilakukan dengan kecepatan tarik 1mm/menit sampai spesimen uji mengalami rusak atau putus. Material komposit dari bahan campuran polimer termoset termasuk ke dalam spesimen uji tarik dengan patah getas.



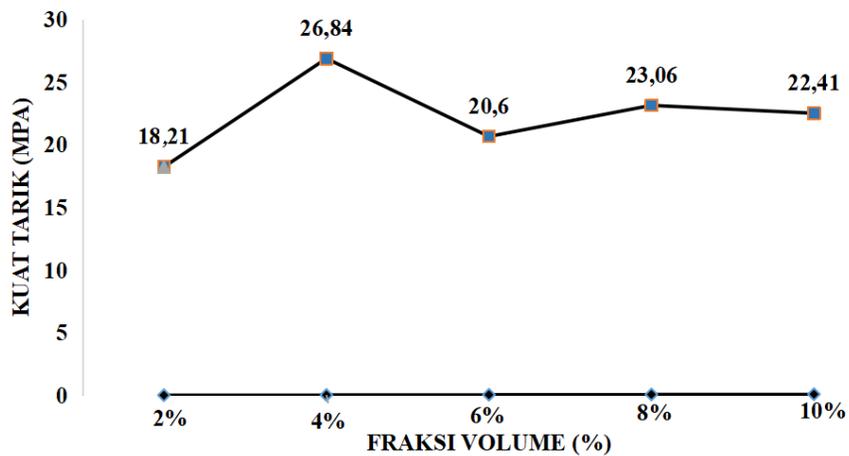
Gambar 6. Pengujian spesimen komposit sampai rusak atau putus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian kekuatan tarik yang telah dilakukan maka hasil uji kekuatan tarik pada masing-masing fraksi volume di setiap pengujian dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 4. Hasil uji kuat tarik

No	Fraksi Volume	A (mm ²)	F (N)	UTM (MPa)	UTM (MPa)
1	2%_1	90	1657,8	18,42	
2	2%_2		1654,2	18,38	18,21
3	2%_3		1604,7	17,83	
4	4%_1		2444,8	27,16	
5	4%_2		2362,5	26,25	26,84
6	4%_3		2439,9	27,11	
7	6%_1		1877,9	20,87	
8	6%_2		1867,5	20,75	20,60
9	6%_3		1815,6	20,17	
10	8%_1		2156,2	23,96	
11	8%_2		1976,0	21,96	23,06
12	8%_3		2092,4	23,25	
13	10%_1		2020,5	22,45	
14	10%_2		2053,5	22,81	22,41
15	10%_3		1976,0	21,96	



Gambar 7. Hasil uji kuat tarik.

Hasil uji kuat tarik pada Gambar 7 dengan fraksi volume 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10% diperoleh nilai kuat tarik berturut-turut yaitu : 18,21 MPa; 26,84 MPa; 20,6 MPa; 23,06 MPa; dan 22,41 MPa. Hasil uji kuat tarik dari data tersebut dapat dianalisis bahwa fraksi volume 4% memiliki kuat tarik tertinggi yaitu 26,84 MPa dan fraksi volume 2% memiliki kuat tarik terendah yaitu 18,21 MPa. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa besarnya kuat tarik bertambah secara acak dimana pada fraksi volume 4% dan 8% kuat tarik mengalami kenaikan kemudian mengalami penurunan kembali pada fraksi volume 6% dan 10%. Kekuatan tarik suatu spesimen dapat dipengaruhi oleh penambahan serat pada setiap komposisinya. Semakin tinggi kuat tarik suatu spesimen disebabkan oleh kekuatan yang meningkat karena fraksi volume pada serat, Salman dkk. (2018). Semakin tinggi nilai kuat tarik terjadi karena semakin banyak serat yang digunakan sehingga ikatan serat dan matriks semakin baik, Arief dan Sidiq (2017).

Kuat tarik dipengaruhi oleh semakin meningkatnya serat, tetapi pada fraksi volume 6% dan 10% mengalami penurunan meskipun serat pada fraksi volume 6% > 4% dan 10% > 8%. Pengujian kuat tarik menerima beban dari serat dan resin atau hanya menerima pembebanan dari salah satunya yang menyebabkan serat tidak sepenuhnya terlapsi oleh resin, Fadilah dan Widyaputra (2020). Pada fraksi volume 6% terlihat beberapa gelembung udara yang menandakan bahwa ikatan antara matriks dan serat kurang maksimal. Proses pencampuran matriks dengan serat pada spesimen harus merata agar tidak timbul gelembung udara yang akan mengakibatkan mengurangi pembebanan selama uji tarik, Zulkifli dkk. (2018). Ikatan antara serat dan matriks sangat penting di dalam pembebanan karena ketika ikatannya kurang kuat maka hanya matriks saja yang dijadikan sebagai beban sedangkan volumenya berkurang diakibatkan penambahan serat yang akan mempengaruhi nilai kekuatan tarik Arief dan Sidiq (2017). Sehingga fraksi volume pada 6% dan 10% mengalami penurunan diakibatkan kurang meratanya resin yang mengikat serat membuat pembebanan yang diberikan kurang maksimal sedangkan fraksi volume 4% dan 8% dipengaruhi oleh resin yang dapat mengikat serat secara penuh yang membuat spesimen mendapatkan pembebanan dari serat dan resin.



Gambar 8. Spesimen uji kekuatan tarik, (a) spesimen pada fraksi volume 6% , (b) spesimen pada fraksi volume 10%



Gambar 9. Patahan getas pada spesimen uji, (a) spesimen fraksi volume 2%, (b) spesimen fraksi volume 8%

Komposit dengan matriks dari bahan polimer akan menghasilkan sebuah patahan getas ketika diuji tarik. Patahan atau kerusakan pada komposit dengan penguat matriks merupakan patahan getas karena tegak lurus dengan arah pembebanan dan hasil uji kuat tarik kurang maksimal jika terdapat serat yang tersisa pada patahan, Fadilah dan Widyaputra (2020). Komposit yang mengalami patah getas akan memiliki kekuatan tarik baik apabila patahan terjadi di daerah tarik (*gauge length*) menandakan bahwa matriks dapat mengikat serat secara keseluruhan, Arief dan Sidiq (2017). Sehingga dari pendapat diatas bahwa perbedaan hasil uji kekuatan tarik di setiap fraksi volume dapat

disebabkan terlalu banyaknya serat membuat matriks tidak dapat mengikat secara penuh yang ditunjukkan dengan patahan getas pada spesimen.

Kekuatan tarik terendah pada fraksi volume 2% dapat disebabkan dari komposisi campuran pada Tabel 3, dimana serat yang digunakan komposisinya paling sedikit menyebabkan nilai pembebanan ketika uji tarik hanya berasal dari matriks saja dapat dilihat pada Gambar 9 (a). Selanjutnya pada hasil uji kuat tarik pada spesimen fraksi volume 8% menghasilkan patahan getas dengan banyaknya serat yang terlihat pada patahan. Banyaknya serat tersebut menandakan bahwa kekuatan tarik pada fraksi volume 8% < 4% dikarenakan hanya menerima pembebanan dari serat saja membuat hasil uji kuat tarik kurang maksimal.

Spesimen uji dikatakan baik pada komposit serat kulit jagung dan matriks polyester jika memiliki kuat tarik tinggi karena dapat menahan beban yang lebih kuat. Berdasarkan data pengujian tarik yang telah dilakukan bahwa seluruh data memenuhi standart papan serat JISA5905-2003. Sehingga material komposit berpenguat serat kulit jagung dan matriks polyester dapat dijadikan sebagai bahan baku alternatif untuk mengatasi jumlah produksi bahan kayu yang semakin berkurang guna memenuhi kebutuhan industri papan di kalangan masyarakat khususnya rumah tangga.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksperimen kuat tarik pada komposit serat kulit jagung dan matriks polyester diperoleh bahwa kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume 4%. Besarnya kekuatan tarik pada bahan uji dipengaruhi oleh banyaknya matriks mengikat serat secara keseluruhan sehingga dapat memberikan pembebanan yang maksimal pada spesimen. Seluruh data pengujian telah sesuai dengan standart industri JISA5905-2003 yang diharapkan dapat mengatasi kurangnya produksi bahan kayu sebagai bahan baku utama industri papan dalam rumah tangga.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu baik berupa materi maupun pikiran sehingga penelitian dan paper ini dapat terselesaikan. Yang kedua penulis mengucapkan terimakasih kepada Jurusan Pendidikan Fisika dan Jurusan Fisika MIPA Universitas Jember atas fasilitas yang telah digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, S, Sidiq, A., Pengaruh variasi panjang serat kagu gelam (*Melaleuce Leucandendra*) terhadap kekuatantarik komposit bermatriks polyester, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 3(1), 42–48, 2017.
- Arsyad, M, Salam, A., Analisis pengaruh konsentrasi alkali terhadap perubahan diameter serat serabut kelapa. Jurnal Informatika dan Teknologi Informasi, 4(1), 10-13, 2017.
- Desianna, I., Putri., C.A., I. Yulianti, Sujarwata, Selulosa kulit jagung sebagai adsorben logam Cromium (Cr) pada limbah cair batik, Jurnal Physics, 6(1), 19–24, 2017.
- Fadilah, R., Widyaputra, G., Analisis kekuatan tarik dan struktur mikro material komposit pada body mobil listrik proses KMHE 2019, Jurnal Teknik Mesin, 9(2), 124-131, 2020.
- Fajar, R., Kencanawati, C.I.P.K., Widiyarta, M., Karakteristik mekanik (kekuatan bending, tarik, impact) komposit serat kulit jagung dengan matrik resin SHCP Polyester BQTN 268. Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika, 9(4), 1105-1110, 2020.
- Hidayatullah, Z., Nadhiroh, N., dan Suparno, Karakteristik papankomposit berbahan kombinasi serat rami dan serat batang pisang. Jurnal Riset Fisika Edukasi dan Sains.7(2), 109–118, 2020.
- Indonesia, K.P.R. 2021. *Kementerian Pertanian - Inilah 10 Provinsi Produsen Jagung Terbesar Indonesia*. <https://www.pertanian.go.id/home/?show=news&act=view&id=4639>. [Diakses pada 24 Juli 2021].
- Listyaningsih, K.D., Astuti, H.P., Wijayanti, I.B., Pengaruh konsumsi susu jagung dan senam lansia terhadap tekanan darah dan kadar kolesterol pada lansia. Jurnal Kesehatan Kusuma Husada, 9(1), 115–119, 2018.
- Nurhidayah, N., Pengaruh fraksi volume serat daun lontar (*borassus flabilifer*) terhadap sifat fisik dan sifat mekanik komposit polyester, Skripsi, Surabaya : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, 2016.
- Putro, B.E., Aziz, M.Y.A., Analisis penyebab kerusakan mesin produksi kayu lapis. Jurnal Media Ilmiah Teknik Industri, 19(2), 133-140, 2020.
- Salman., Sayoga, I.M.A., Maulana, R., Pengaruh fraksi volume serat kulit jagung terhadap kekuatan tarik dan penyerapan air komposit polyurethane, Jurnal Teknik Mesin, 7(1), 29-32, 2018.
- Sari, N.H, Material Teknik, Sleman : CV Budi Utama, 24-28, 2018.
- Wardani, W.K., Malino, M.B., dan Asri, A., Fabrikasi dan analisis kualitas papan komposit semen berbotob ringan berbasis ijuk, Jurnal Positron, 7(2), 60-65, 2018.
- Zulkifli., Hermansyah, H., Mulyanto, S., Analisa kekuatan tarik dan bentuk patahan komposit serat sabuk kelapa bermatriks epoxy terhadap variasi fraksi volume serat, Jurnal Teknologi Terpadu, 6(2), 91-95, 2018.