

KARAKTERISASI PENGARUH SUDUT ANYAMAN KOMPOSIT TERHADAP KEKUATAN TARIK SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Fajar Paundra

Jurusan teknologi Produksi dan Industri, Program Studi Teknik Mesin
Institut Teknologi Sumatera
Email: fajar.paundra@ms.itera.ac.id

Ahmad Waldi Chaniago

Jurusan teknologi Produksi dan Industri, Program Studi Teknik Mesin
Institut Teknologi Sumatera
Email: ahmad.17117031@student.itera.ac.id

Abdul Muhyi

Jurusan teknologi Produksi dan Industri, Program Studi Teknik Mesin
Institut Teknologi Sumatera
Email: abdul.muhyi@ms.itera.ac.id

ABSTRAK

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan limbah yang banyak ditemukan di pulau Sumatra dan berpotensi menjadi penguat dalam sebuah komposit. Pemanfaatan TTKS masih sangat terbatas sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang komposit berpenguat serat TKKS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi sudut anyaman terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat TKKS. Proses pembuatan komposit dengan metode *compression molding* dengan perbandingan komposisi 60% resin dan 40% serat. Variasi sudut anyaman yang digunakan adalah 0°/90°, 15°/105°, 30°/120°, dan 45°/135°. Pengujian kekuatan tarik dengan standar ASTM 3039 dan dilakukan pengamatan patahannya. Hasil pengujian tarik menunjukkan kekuatan tarik terbesar adalah 12,88 MPa pada sudut anyaman 0°/90°. Hal ini disebabkan semakin banyak serat serarah dengan gaya tarik maka semakin tinggi kekuatan tarik yang didapatkan.

Kata kunci: Komposit, TTKS, sudut anyaman, uji tarik

ABSTRACT

Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB) is a waste that is commonly found on the island of Sumatra and has the potential to be a reinforcement in a composite. Utilization of OPEFB is still very limited so that further research is needed on OPEFB fiber-reinforced composites. This study aims to determine the effect of variations in webbing angle on the strength of OPEFB fiber-reinforced composites. The process of making composites by compression molding method with a composition ratio of 60% resin and 40% fiber. The webbing angle variations used are 0°/90°, 15°/105°, 30°/120°, and 45°/135°. tensile strength testing with ASTM 3039 standard and observing the fracture. The test results show the greatest tensile strength is 12.88 MPa at the webbing angle of 0°/90°. This is because the more in the direction of the tensile force, the higher the tensile strength obtained.

Keywords: Composites, OPEFB, webbing angle, tensile test

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki sumber daya alam dan lahan perkebunan luas [1][2]. Kelapa sawit merupakan tanaman industri yang berpotensi berkembang dengan keadaan lingkungan Indonesia. Kelapa sawit di Indonesia memiliki potensi luas pertumbuhan hingga 50 hektar di setiap tahunnya. Setiap hektar lahan kelapa sawit terdapat 140 batang tumbuhan kelapa sawit yang sudah tua dan biomassa yang dihasilkan ditaksir sebesar 167 m^3 per hektar. Biomassa yang dihasilkan dari kelapa sawit adalah batang, pelepah, cangkang, dan tandan kosong [3]. Proses sterilisasi dan pemisahan buah dengan tandan kelapa sawit menyisakan kumpulan serat yang disebut dengan tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) masih banyak belum dimanfaatkan, baru sedikit yang dimanfaatkan oleh industri dan sisanya menjadi limbah. Beberapa masyarakat memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan komposit.

Komposit merupakan material baru yang diciptakan dari dua atau lebih bahan penyusun yang memiliki karakteristik yang berbeda antara satu penyusun dengan penyusun lainnya[4][5]. Selain mudah dalam proses pembuatannya, keunggulan dari penggunaan material komposit adalah rasio kekuatan dan densitasnya cukup tinggi serta tahan terhadap korosi[6] [7]. Bentuk dari penguat komposit terbagi menjadi beberapa jenis yaitu *whisker*, partikulat, serat, dan anyaman [5][8]. Pada klasifikasinya serat terbagi menjadi serat alam dan serat sintesis berdasarkan penguat yang digunakan [9]. Orientasi serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan komposit[8].

Beberapa cara dilakukan untuk meningkatkan kekuatan mekanik dari komposit diantaranya adalah perlakuan alkali dan variasi sudut anyaman. Penelitian Gultom *et al.*, (2014) tentang pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat mekanik dengan cara melakukan uji tarik. Dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan alkali mempengaruhi nilai uji tarik. Serat dari TKKS yang berukuran panjang 6 cm dan diameter 0,2 mm dilakukan perendaman selama 0 jam (tanpa perlakuan), 2 jam, 4 jam, dan 6 jam dengan perlakuan NaOH basa 5%. Perendaman alkali selama 2 jam memiliki kadar selulosa yang tertinggi sebesar 58,2808% , kekuatan tarik sebesar 0,03528 MPa dengan regangan 0.3996% dan modulus elastisitas sebesar 0,088288 MPa. Serat tanpa perlakuan memiliki kekuatan tarik paling rendah dengan kekuatan tarik sebesar 0,018946 MPa, regangan 0,2056%, dan elastisitas 0,092149 MPa modulus serta kadar selulosa sebesar 13,2848%. Semakin tinggi kadar selulosa maka kekuatan tarik semakin tinggi [10][11].

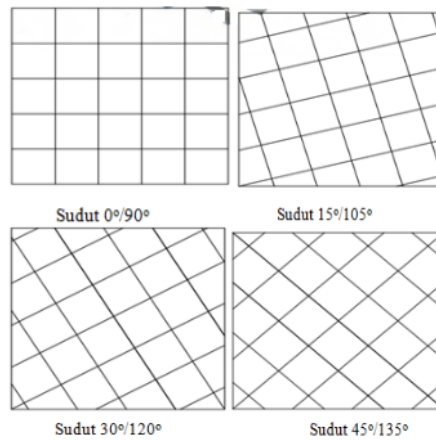
Pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh Masruri *et al.*, (2006) variasi sudut anyaman dengan menggunakan serat *cantula*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik dan *bending* material komposit dipengaruhi oleh orientasi sudut anyaman. Variasi sudut anyaman yang digunakan adalah $0^{\circ}/90^{\circ}$, $15^{\circ}/105^{\circ}$, $30^{\circ}/120^{\circ}$, dan $45^{\circ}/135^{\circ}$. Pada orientasi anyaman sudut $45^{\circ}/135^{\circ}$ mendapatkan nilai *bending* yang tertinggi sebesar 17,08 MPa dan pada orientasi sudut anyaman $0^{\circ}/90^{\circ}$ mendapatkan nilai *bending* yang terendah yaitu sebesar 15,76 MPa. Meningkatnya orientasi sudut anyaman menambah kekuatan *bending* pada komposit serat *cantula*. Gaya tarik tertinggi pada penelitian ini didapatkan pada orientasi sudut $30^{\circ}/120^{\circ}$ sebesar 241,88 N dan nilai uji tarik terendah terjadi pada orientasi sudut anyaman $0^{\circ}/90^{\circ}$ yaitu sebesar 241,4 N [7][8].

Penelitian tentang komposit tandan kosong kelapa sawit TTKS dengan *reinforcement* serat anyaman sangat jarang dilakukan Hal ini disebabkan karena tandan kosong kelapa sawit TKKS memiliki panjang serat yang relatif pendek sehingga menyulitkan peneliti dalam membuat anyaman dari serat tandan kosong kelapa sawit TKKS. Maka perlu dilakukan penelitian tentang Karakterisasi Pengaruh Sudut Anyaman terhadap kekuatan tarik komposit berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit (TTKS).

2. METODE PENELITIAN

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah tandan kosong kelapa sawit (TTKS) dan resin *polyester* dengan perbandingan 40% serat TTKS dan 60 resin. Serat TKKS (*Elaeis Guineensis*) berasal dari kebun kelapa sawit Ciseeng Bogor. Serat direndam dengan larutan alkali 5% selama 1 jam, hal ini bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan lignin yang menempel pada serat. Proses pengeringan dilakukan menggunakan oven dengan temperature 100° C selama 45

menit. Setelah kering serat dijadikan tali dengan diameter 1 mm dan dianyam dengan sudut sudut $0^\circ/90^\circ$, $15^\circ/105^\circ$, $30^\circ/120^\circ$, dan $45^\circ/135^\circ$. Gambar 1 menunjukkan sudut orientasi s anyaman.



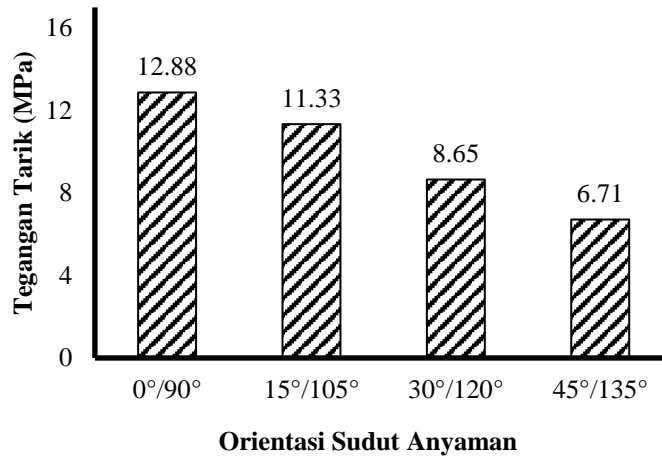
Gambar 1. Sudut orientasi anyaman [8]

Komposit dibuat dengan metode compression molding. Metode ini dapat mengurangi void dengan baik. Perbandingan serat dan resin adalah 40% serat TTKS dan 60% resin. Penekanan dilakukan dengan tekanan 5 bar selama 24 jam. Penekanan ini bertujuan untuk menghilangkan void pada komposit[6]. Proses pengeringan komposit dilakukan di dalam oven pada temperature 80°C selama 1 jam, hal ini bertujuan agar komposit kering secara merata.

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Institut Teknologi Sumatera dengan alat UTM Zwickroell 250 KN. Pengujian tarik mengacu pada standar ASTM D3039 dengan dimensi $250\text{ mm} \times 25\text{ mm} \times 5\text{ mm}$. setelah pengujian tarik dilakukan pengamatan patahan untuk mengetahui karakteristik dari komposit.

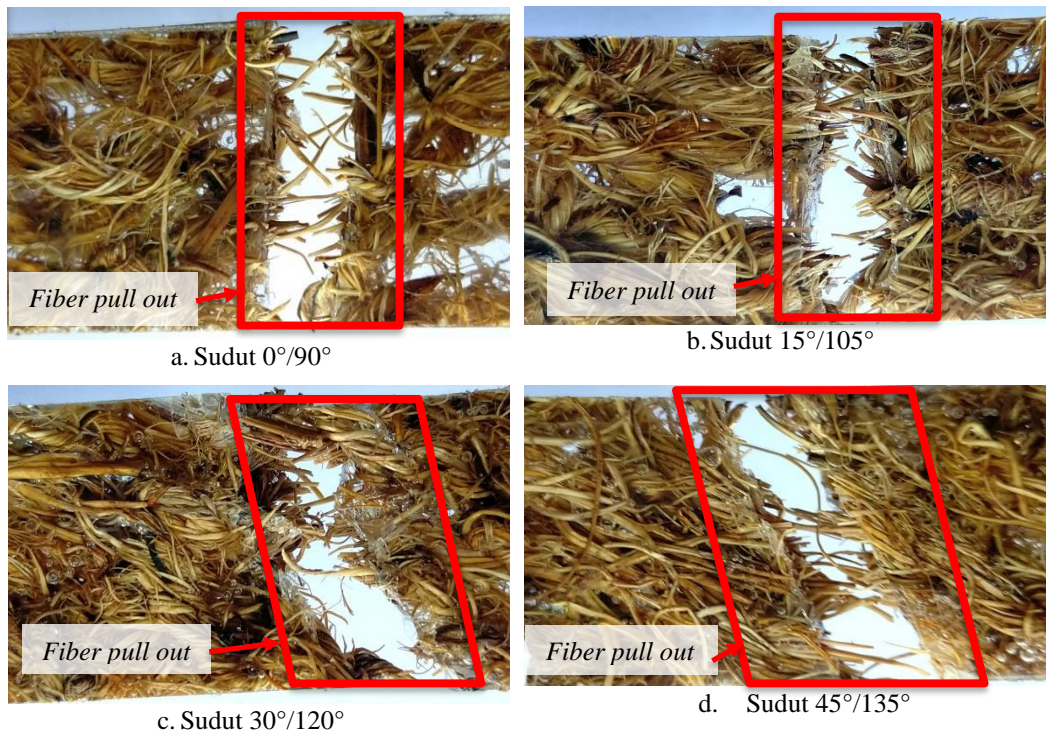
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 2 Menunjukkan hasil uji tarik komposit, dimana sudut anyaman sangat berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik. Grafik tersebut menunjukkan nilai kekuatan paling rendah terdapat pada sudut anyaman $45^\circ/135^\circ$ dengan nilai 6,71 MPa dan nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada sudut anyaman $0^\circ/90^\circ$ yaitu sebesar 12,88 MPa. Pada kekuatan tarik sudut anyaman $15^\circ/105^\circ$ memiliki nilai tarik sebesar 11,33 MPa dan nilai kekuatan tarik pada sudut anyaman $30^\circ/120^\circ$ memiliki kekuatan yang lebih rendah sebesar 8,65 MPa.



Gambar 2. Grafik uji tarik komposit

Serat merupakan unsur yang berfungsi sebagai penahan beban sehingga semakin banyak kandungan serat yang searah dengan sumbu gaya tarik dalam komposit, maka semakin besar gaya tarik yang dibutuhkan untuk mencapai kegagalan[8][12]. Panjang serat merupakan keseragaman yang mempengaruhi kegagalan komposit, serat pendek memiliki kekuatan lebih kecil dibanding serat panjang [13]. Penambahan sudut anyaman menyebabkan serat semakin tidak searah dengan gaya tarik dan semakin pendek serat penyusun komposit tersebut sehingga pada saat terkena beban tarik komposit akan mudah putus[11][14]. Selanjutnya patahan uji tarik dianalisa untuk mengetahui karakteristik patahan pada komposit. Gambar 3 menunjukkan patahan dari hasil uji tarik.



Gambar 3. Patahan uji tarik

Foto hasil pengamatan patahan menunjukkan bahwa sudut anyaman mempengaruhi bentuk dari patahan pada saat diberikan gaya tarik. Bentuk patahan pada sudut anyaman $0^{\circ}/90^{\circ}$ tegak lurus dengan gaya tarik yang diberikan. Hal ini terjadi karena susunan serat pada sumbu x bernilai 0° sejajar dengan gaya tarik dan susunan serat pada sumbu y bernilai 90° tegak lurus dengan gaya tarik. Sehingga dapat disimpulkan susunan serat pada sumbu x akan terputus jika diberikan gaya tarik sedangkan serat yang disusun pada sumbu y akan terpisah diantara tali yang telah disusun pada 90° . Pada anyaman $15^{\circ}/105^{\circ}$ yang seharusnya akan mengalami kegagalan sejajar dengan sumbu x pada 15° dibelokkan karena adanya bagian yang tidak terisi serat sehingga memiliki kekuatan tarik lebih tinggi dari serat TKKS. Pada anyaman $30^{\circ}/120^{\circ}$ dan $45^{\circ}/135^{\circ}$ memiliki karakter yang sama dengan bentuk patahan yang terjadi pada sumbu x yaitu pada 30° dan 45° .

Dengan keadaan bentuk patahan dapat dilihat pada pengamatan patahan menunjukkan bahwa ada beberapa faktor yang membuat material komposit mengalami kegagalan. Faktor pertama adalah sudut anyaman, penambahan sudut anyaman dari $0^{\circ}/90^{\circ}$ hingga sudut anyaman $45^{\circ}/135^{\circ}$ mengurangi panjang serat yang searah dengan gaya tarik. Semakin banyak serat yang searah dengan sumbu arah gaya tarik maka semakin tinggi nilai tarik dari komposit tersebut[12]. Ikatan yang tidak sempurna dapat dilihat dari serat yang terlepas dari ikatan matrik atau yang disebut dengan *fiber pull out*.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 12,88 MPa pada variasi sudut anyaman $0^{\circ}/90^{\circ}$ dan nilai kekuatan tarik terendah pada variasi sudut anyaman $45^{\circ}/135^{\circ}$ yaitu sebesar 6,71 MPa. Tingginya kekuatan tarik disebabkan pada sudut anyaman $0^{\circ}/90^{\circ}$ saat terkenan beban tarik mampu menahan dengan baik dibandingkan dengan variasi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Haryanti, N. Norsamsi, P. S. Fanny Sholiha, and N. P. Putri, "Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit," *Konversi*, vol. 3, no. 2, p. 20, 2014, doi: 10.20527/k.v3i2.161.
- [2] R. Azizi, Y. E. Prawatya, and R. A. Wicaksono, "Karakterisasi Pengaruh Orientasi Serat terhadap Sifat Mekanis dan Fisis Komposit Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit," vol. 2, no. 1, pp. 28–35, 2021.
- [3] D. Wardani, L., "Utilization of Petiole Oil Palm Wastes and Recycled Polypropylene as Raw Materials," *Pemanfaat. Limbah Pelepeh Sawit an Plast. Daur Ulang Sebagai Ppan Komposit Plast.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2013.
- [4] F. Paundra, T. Triyono, and W. P. Raharjo, "Cu Addition Effect Analysis on Matrix Of Remelting Piston Aluminium Composite with Silica Sand Reinsforcement to The Impact Strength and Micro Structure on Aluminuim Matrix Composite Using Stir-Casting Method," *Mek. Maj. Ilm. Mek.*, vol. 16, no. 1, pp. 20–25, 2017, doi: 10.20961/mekanika.v16i1.35051.
- [5] M. Zainuri, E. S. Siradj, D. Priadi, A. Zulfia, and Darminto, "Pengaruh Pelapisan Permukaan Partikel SiC dengan Oksida Metal Terhadap Modulus Elastisitas Komposit Al / SiC," *Makara, Sci.*, vol. 12, no. 2, pp. 126–133, 2008.
- [6] M. Syauckani, F. Paundra, F. Qalbina, I. D. Arirohman, and P. Yunesti, "Desain dan Analisis Mesin Press Komposit Kapasitas 20 Ton," pp. 29–34, 2021.
- [7] D. Masruri, W. Wisnu, and D. Ariawan, "Pengaruh Orientasi Sudut Anyaman Serat Cantula Terhadap Kekuatan Bending Dan Gaya Tarik Paku Komposit Semen Serbuk Aren – Cantula," pp. 16–20, 2006.
- [8] F. Paundra, A. Naufal, A. Muhyi, F. P. Nurullah, and P. Elmiawan, "Effect of Webbing Angle on Tensile and Bending Strengths in Human Hair Fiber Reinforced Composites," vol. 24, no. 1, pp. 30–35, 2022.
- [9] B. Maryanti, A. Sonief, and S. Wahyudi, "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik," *Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 123–129, 2011.

- [10] F. Gultom, H. Supriadi, and S. Sevetlana, "Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Kekuatan Tarik," *Fema*, vol. 2, no. April, pp. 1–8, 2014.
- [11] F. Paundra et al., "Analisis Kekuatan Tarik Komposit Hybrid," vol. 11, no. 1, pp. 9–13, 2022.
- [12] A. S. N, W. Sumbodo, and R. D. Widodo, "Pengaruh Anyaman 2D Triaxial Braided Fabric Filler Kain Goni Terhadap Kekuatan Bending Dan Struktur Makro Komposit Bermatrik Polyester," *J. Kompetensi Tek.*, vol. 10, no. 2, pp. 46–53, 2018, doi: 10.15294/jkomtek.v10i2.16027.
- [13] R. Lusiani, S. Sunardi, and Y. Ardiansah, "Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Papan Partikel dengan Variasi Panjang Serat," *Flywheel J. Tek. Mesin Untirta*, vol. I, no. 1, pp. 46–54, 2015.
- [14] F. Paunda et al., "Pengaruh Variasi Fraksi Volum Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Serat Ampas Tebu Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Bermatrik Polyester," *J. Foundry Politek. Manufaktur Ceper 12 J. Foundry*, vol. 5, no. 1, p. 2022, 2022.