

PENGEMBANGAN KOMPOSIT MATRIKS POLIMER BERPENGUAT SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Rafian Muhammad Ichsan^{1,a}, Hendri Sukma^{2,b}, Arif Riyadi Tatak^{3,c}

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia – 12640

^arafianmuhammadichsan@gmail.com, ^bsukmahendri@univpancasila.ac.id, ^carritaku@gmail.com

Abstrak

Serat tandan kosong sawit (TKS) merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh pengolahan pabrik crude palm oil (CPO). Keberadaan perkebunan sawit yang berlimpah dapat memberi dampak negatif, seperti proses pengolahan yang meninggalkan limbah. Oleh karena itu, jika pemanfaatan TKS dapat dikembangkan lebih luas maka akan menambah nilai ekonomis limbah TKS dan bermanfaat untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Komposit yang digunakan adalah serat alam yang dapat diperbaharui. Serat tandan kosong sawit (TKS) dipilih karena memiliki sifat yang renewable atau terbarukan. Komposit yang diperkuat dengan serat alam memiliki kelebihan lain yaitu memiliki densitas yang rendah sehingga dapat menghasilkan komposit yang lebih ringan. Adapun proses pembuatan komposit dengan cara Hand lay-up dilakukan secara manual dengan cara meletakkan serat ke cetakan kemudian membasahi serat dengan roler atau sikat dengan orientasi serat acak sepanjang 4 cm yang berfraksi volume 3%, 5% dan 8%. Dari hasil pengujian nilai terbesar untuk tegangan tarik dengan fraksi volume serat 3% dengan nilai terbesar yaitu sebesar 30 MPa. Regangan tarik dengan nilai terbesar yaitu sebesar 18% pada fraksi volume serat 5%. Nilai kekuatan lentur dengan rata-rata tertinggi pada fraksi volume serat 8% sebesar 54,28 MPa, fraksi volume serat 3% sebesar 28,57 MPa serta pada fraksi volume serat 5% sebesar 32,75 MPa.

Kata Kunci : Serat Tandan Kosong Sawit(TKS), Resin Epoksi, Hand lay-up.

Abstract

Palm empty fruit bunches (PEFB) fiber is one of the wastes produced by processing crude palm oil (CPO) factories. The existence of abundant oil palm plantations can have negative impacts, such as processing that leaves waste. Therefore, if the utilization of PEFB can be developed more widely, it will increase the economic value of PEFB waste and be useful for reducing environmental pollution. The composites used are renewable natural fibers. Palm empty fruit bunch (PEFB) fiber was chosen because it has renewable or renewable properties. Composites reinforced with natural fibers have another advantage, namely having a low density so that they can produce a lighter composite. The process of making composites by means of hand lay-up is done manually by placing the fibers into the mold then wetting the fibers with a roller or brush with a random fiber orientation along 4 cm with a volume fraction of 3%, 5% and 8%. From the test results the largest value for tensile stress with a fiber volume fraction of 3% with the largest value of 30 MPa. The tensile strain with the largest value is 18% at 5% fiber volume fraction. The value of flexural strength with the highest average is at the fiber volume fraction of 8% of 54.28 MPa, the fiber volume fraction of 3% is 28.57 MPa and the fiber volume fraction of 5% is 32.75 MPa.

Keywords : Palm Empty Fruit Bunches (PEFB) Fiber, Epoxy Resin, Hand lay-up.

1. PENDAHULUAN

Pada awal nya Teknologi komposit yang berkembang berbahan penguat serat

sintetis dan pada era sekarang mengalami pembaharuan menjadi teknologi komposit

berbahan penguat serat alam. Salah satu alasan penting nya komposit Serat tandan kosong sawit (TKS) karena memiliki sifat yang *renewable* atau terbarukan. Komposit yang diperkuat dengan serat alam memiliki kelebihan lain yaitu memiliki densitas yang rendah sehingga dapat menghasilkan komposit yang lebih ringan.

Adapun penelitian ilmiah yang berkaitan dengan limbah serat tandan kosong sawit kelapa sawit yang telah dikerjakan. Penelitian menggunakan matrik epoksi, serat tandan kosong sawit dengan fraksi volume 5%, 10%, 15% dan 20%. Hasil yang ditunjukkan pada Kekuatan tarik tertinggi yaitu fraksi dengan volume 5% dengan nilai rata-rata 19,9 MPa^[1]. Dari penelitian yang dilakukan oleh^[2], kekuatan tarik untuk komposit dengan fraksi volume 35% adalah 47,8 MPa dan untuk komposit fraksi volume 55% adalah 46,1 MPa. Kekuatan tarik tertinggi dalam penelitian ini lebih rendah dari kedua hasil fraksi volume yang dilaporkan oleh^[2]. Pada penelitian lainnya, kekuatan lentur menunjukkan peningkatan karena fraksi volume serat meningkat. Dapat dilihat bahwa fraksi volume 10% serat memiliki nilai rata-rata kekuatan lentur tertinggi yaitu 51 MPa, sedangkan serat dengan fraksi volume 5% memiliki nilai rata-rata kekuatan lentur terendah yaitu 40,9 MPa. ^[3]Menemukan bahwa kekuatan lentur tandan kosong dengan matriks komposit poliester untuk serat yang lebih panjang adalah 36,8 MPa sedangkan untuk serat pendek adalah 33,9 MPa, keduanya pada fraksi volume 18%.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan kegiatan yang akan dilakukan pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan. Keterkaitan antar masing-masing tahapan yang telah terlaksana bertujuan agar mencapainya penelitian yang ditetapkan, berikut tahapan kegiatan yang dilakukan.

2.1 Identifikasi masalah

Identifikasi masalah menjadi awal mula suatu penelitian sebelum penentuan rumusan masalah dalam suatu proses penelitian yang menjadi cakupan pembahasan dengan topik yang diusulkan.

2.2 Studi literatur

Persiapan yang dilakukan ialah mengumpulkan data ataupun teori yang menyangkut dengan penelitian di buku, internet ataupun survey. Kemudian mencari bahan-bahan yang dibutuhkan dipasaran.

2.3 Persiapan Alat dan Bahan

a. Alat

Persiapan alat alat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1 pembuatan komposit pada penelitian ini adalah *Hand lay-up* dilakukan secara manual dengan cara meletakkan serat ke cetakan dan kemudian membasahi serat dengan roler atau sikat.

b. Bahan

Pada tahapan ini bahan yang akan digunakan dalam membuat komposit berpolimer matriks serat tandan kosong sawit. Bahan Matriks atau Pengikat yang digunakan yaitu Resin Epoksi yang dibeli dipasar. Sedangkan bahan Penguat yaitu Serat Tandan Kosong Sawit diambil dari Limbah Tandan Kosong Sawit. Limbah Tandan Kosong terlebih dahulu dibuang dan dibersihkan sehingga didapatkan serat TKS yang terdapat pada bagian dalam Tandan Kosong Sawit. Setelah dilakukan proses ekstraksi, serat direndam dalam air selama 96 jam. Setelah serat terpisah, serat dijemur hingga kering.

Selanjutnya, serat yang telah kering dipotong-potong dengan ukuran 4 cm. Serat yang didapatkan kemudian disimpan dalam wadah plastik tertutup untuk menghindari jamur.

Tabel 1. Persiapan Alat

No	Alat	Keterangan/ Spesifikasi
1.	Alat Ukur	
	1. Gelas Ukur	Media pencampuran resin dan katalis
	2. Timbangan Digital	Menimbang berat serat
	3. Penggaris	Mengukur Serat 4cm
2.	Suntikan	Media pengambilan katalis
	Alat Cetakan & Produksi	
1.	Cetakan Kaca	250x140x15 mm
	2. Gerinda	Gerinda tangan
3.	Alat/ Mesin Uji	
	1. Mesin Uji Tarik	Pengujian Tarik
2.	Mesin Uji Bending	Pengujian Bending
	4.	Alat Bantu
1.	Ember	Wadah Perendaman
	2. Lem Perekat	Lem Kaca
3.	Isolasi	Lakban
	4. Kuas	Alat untuk meratakan <i>mirror glaze</i>
5.	Gunting	Memotong Serat 4cm

2.4 Pemrosesan Serat

Serat tandan kosong sawit yang telah dibersihkan dan dipotong selanjutnya direndam dengan larutan NaOH agar menghilangkan sisa minyak yang terkandung dalam serat tersebut. Perendaman dilakukan dengan kadar 5% NaOH dalam 1 Liter Air. Waktu dalam proses perendaman ini selama 2 jam, selanjutnya dikeringkan hingga kering.

2.5 Pencetakan Pelat Komposit

Adapun proses yang dilakukan pada pembuatan komposit bermatriks polimer berpenguat serat tandan kosong sawit ialah sebagai berikut.

- Adapun alat dan bahan yang digunakan dipersiapkan terlebih dahulu.
- Tuang resin pada gelas ukur dengan rasio perbandingan yang telah diperhitungkan lalu tambahkan katalis. Campuran resin dan katalis diaduk merata dan teratur hingga 10 menit.
- Campuran resin dituang setengah cetakan ratakan dengan metode *Hand lay-up*.
- Serat dimasukkan kedalam cetakan resin sesuai dengan banyaknya tiap variasi dengan metode yang menata serat adalah metode acak.

- Setelah serat selesai ditata, resin dituang hingga habis lalu ratakan dengan metode *Hand lay-up*.
- Cetakan diberi penutup cetakan guna untuk menutup cetakan agar terhindar hal-hal yang dapat merusak cetakan. Jika terdapat apakah ada void atau tidak, maka bisa diambil void dengan menggunakan kayu kecil.
- Proses pengeringan selama 1 hari dan setelah kering, komposit dilepaskan dari cetakan lalu dipotong sesuai standar pengujian yang akan digunakan.

2.6 Pengujian

Pengujian Tarik merupakan salah satu pengujian mekanik dengan metode meneruskan beban gaya yang sumbu terhadap benda uji sehingga akan didapatkan nilai kekuatan tarik suatu bahan/material. Uji Tarik juga dapat mengetahui kekakuan maupun keuletan suatu bahan terhadap tegangan tertentu dengan meneruskan beban dalam satu garis lurus namun arahnya yang berlawanan. Spesimen dengan ukuran yang telah sesuai standar diberi beban gaya tarik sumbu yang bertambah secara terus menerus pada kedua ujung spesimen tarik hingga putus. Adapun pada penulisan ini standar dan ukuran spesimen uji tarik komposit matriks polimer berpenguat serat

tandan kosong kelapa sawit yang digunakan yaitu ASTM D 638 “*Standard Test Method for Tensile Properties for Plastics*”.

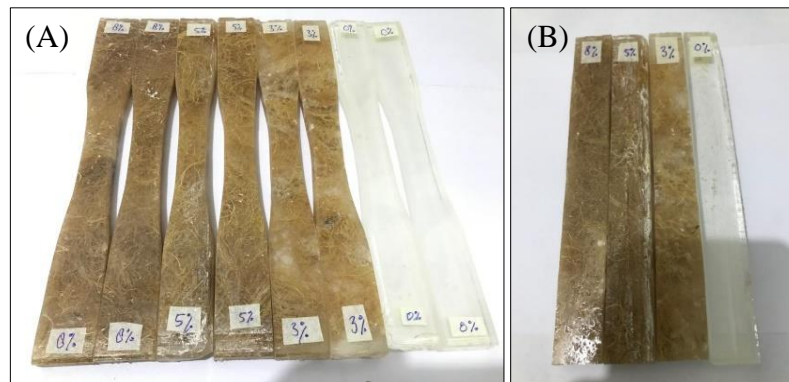
Uji bending merupakan pengujian terhadap suatu material yang diberikan beban tekan sehingga diperoleh pengukuran kekuatan lengkung (bending) berupa data kekuatan lengkung (bending) suatu bahan atau material. Ada 2 jenis pengujian bending, yaitu 3 point bending dan 4 point bending. Adapun pada penulisan ini standar pengujian bending material komposit matriks polimer berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit yang digunakan yaitu ASTM D 790-03 dengan menggunakan jenis tumpuan pengujian tiga poin bending.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

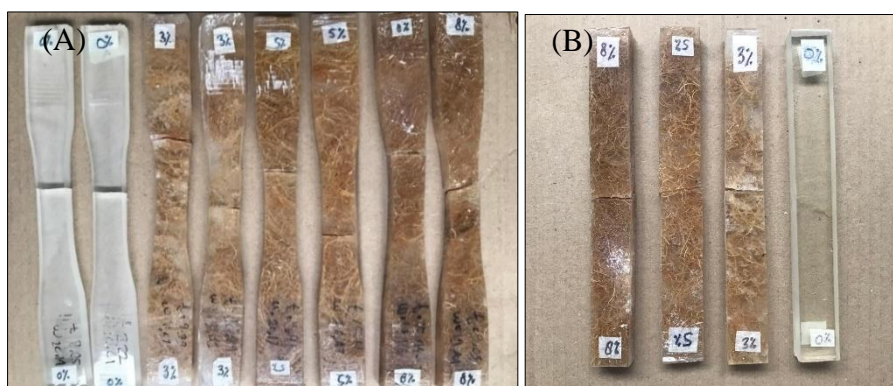
Dari hasil pengujian tarik spesimen komposit matriks polimer berpenguat serat

tandan kosong kelapa sawit dengan fraksi 3%, 5% dan 8% berdasarkan data hasil pengujian diperoleh nilai tertinggi untuk tegangan tarik dengan fraksi volume serat 3% dengan nilai terbesar yaitu sebesar 30 MPa. Sedangkan untuk fraksi volume serat 5% dan 8% dengan nilai terbesar yaitu sebesar 25 MPa dan 23 MPa.

Dari hasil pengujian tarik dapat dilihat nilai tertinggi regangan dari hasil pengujian spesimen komposit matriks polimer berpenguat serat tandan kosong kelapa sawit dengan fraksi 3%, 5% dan 8% yaitu sebesar 8%, 18%, dan 9%. Dari hasil pengujian tarik dapat diperhitungkan nilai terhadap tegangan dan regangan tarik yaitu nilai Modulus Elastisitas. Untuk komposit serat dengan fraksi volume 8% diperoleh hasil nilai tertinggi Modulus Elastisitas sebesar 400 MPa



Gambar 1. Spesimen (A)Pengujian Tarik (B)Pengujian Bending



Gambar 2. Patahan Spesimen (A)Pengujian Tarik (B)Pengujian Bending

Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

Fraksi Spesimen		A (mm)	σ (Mpa)	ϵ (%)	E (Mpa)
Fraksi 0%	Spesimen A	178,24	9	96	9,38
	Spesimen B	176,49	10	111	9,01
Fraksi 3%	Spesimen A	184,52	16	7	228,57
	Spesimen B	211,48	30	8	375
Fraksi 5%	Spesimen A	177,7	25	18	138,89
	Spesimen B	208,18	19	8	237,50
Fraksi 8%	Spesimen A	207,55	23	9	268,69
	Spesimen B	175,54	8	2	400

Tabel 3. Hasil Pengujian Bending

No.	Fraksi Spesimen	P (N)	L (mm)	b (mm)	d ² (mm)	σ_f (MPa)
1	Spesimen 0%	80,93	160	21,83	181,44	4,90
2	Spesimen 3%	398,87	160	20,61	162,56	28,57
3	Spesimen 5%	454,99	160	22,81	146,17	32,75
4	Spesimen 8%	862,50	160	20,20	188,79	54,28

Pada fraksi volume 3% dan 5% dapat dilihat memiliki nilai sebesar 375 MPa dan 237,5 MPa.

Dari hasil pengujian bending spesimen komposit matriks polimer berkuat serat tandan kosong kelapa sawit dengan fraksi 0%, 3%, 5% dan 8% berdasarkan data hasil pengujian bending diperoleh nilai tertinggi untuk kekuatan lengkung dengan fraksi volume serat 8% dengan nilai terbesar yaitu sebesar 54,28 MPa. Sedangkan untuk fraksi volume serat 3% dan 5% mengalami penurunan dengan nilai terbesar yaitu sebesar 28,57 MPa dan 32,75 MPa. Pada fraksi volume 0% dimana hanya terkandung resin saja memiliki nilai kekuatan lengkung yang paling kecil yaitu sebesar 4,90 MPa.

Dari pengujian tarik dapat dilihat bahwa tegangan dan regangan spesimen pada fraksi volume serat jika semakin rendah maka meningkatkan kekakuan spesimen tersebut. Hal ini bisa disebabkan oleh beberapa penyebab seperti terjadinya *void* pada spesimen komposit, kandungan pada jumlah fraksi volume serat pada

posisi patahan terlihat sedikit serta menumpuknya serat pada tiap-tiap fraksi volume serat yang dapat mempengaruhi pencampuran serat dan resin pada proses pencetakan berlangsung. Juga faktor jenis penyusunan serat menjadi pengaruh dalam kekuatan komposit serat, jenis susunan acak bisa memungkinkan terjadinya kerusakan diawal. Hal ini bisa saja terjadi dikarenakan arah serat yang tidak rapi sehingga memungkinkan serat tertekuk dan ikatan serat yang lebih pendek terlepas dari ukuran serat yang lebih panjang yang lainnya. Penyebaran jumlah serat pada metode acak ini bisa juga mempengaruhi ruang pengisian serat sebagai penguat sehingga susunan serat yang memenuhi ruang cetakan tidak terpenuhi dengan merata. Lepasnya ikatan serat menjadikan kerusakan awal komposit pada saat mulanya beban tarik diberikan.

Sedangkan dari data hasil pengujian bending diketahui bahwa semakin menambahnya serat tandan kosong sawit sebagai penguat pada spesimen komposit maka nilai kekuatan lengkung akan

semakin meningkat. Pengaruh NaOH juga dapat berpengaruh pada spesimen karena *interfacial* antar serat terhadap matriks berikatan cukup baik dan menambah kekuatan antara matriks dan serat pada spesimen. Pada spesimen fraksi volume 0% (matriks) memiliki kekuatan lentur yang paling kecil yaitu 4,90 MPa dan spesimen tersebut tidak patah maupun menekuk. Hal ini bisa memungkinkan terjadi dikarenakan pengaruh rasio perbandingan pengisian antara resin dan katalis 2:1 yang digunakan untuk mencetak spesimen komposit resin saja. Sehingga menyebabkan spesimen komposit resin tersebut bersifat elastis dan ulet (Tidak Getas).

4. KESIMPULAN

Berikut adalah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan :

1. Nilai tertinggi untuk tegangan tarik dengan fraksi volume serat 3% dengan nilai terbesar yaitu sebesar 30 MPa. Regangan tarik dengan nilai terbesar yaitu sebesar 18% pada fraksi volume serat 5%. Dan Modulus Elastisitas dengan nilai terbesar yaitu sebesar 400 MPa pada fraksi volume serat 8%.
2. Nilai kekuatan lentur dengan rata-rata tertinggi pada fraksi volume serat 8% sebesar 54,28 MPa, fraksi volume serat 3% sebesar 28,57 MPa serta pada fraksi volume serat 5% sebesar 32,75 MPa. Sehingga Nilai kekuatan lentur terbaik terdapat pada fraksi volume serat 8% dengan nilai kekuatan lentur sebesar 54,28 MPa.
3. Dengan menurunnya nilai tegangan dan regangan pada spesimen fraksi volume serat, hal itu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti terjadinya *void* pada spesimen komposit, kandungan pada jumlah fraksi volume serat pada posisi patahan terlihat sedikit serta menumpuknya serat pada tiap-tiap fraksi volume serat yang dapat mempengaruhi pencampuran serat dan resin pada proses pencetakan berlangsung. Juga faktor jenis

penyusunan serat menjadi pengaruh dalam kekuatan komposit serat, jenis susunan acak bisa memungkinkan terjadinya kerusakan diawal.

4. Dari data hasil pengujian bending diketahui bahwa semakin menambahnya serat tandan kosong sawit sebagai penguat pada spesimen komposit maka nilai kekuatan lengkung akan semakin meningkat. Pengaruh NaOH juga dapat berpengaruh pada spesimen karena *interfacial* antar serat terhadap matriks berikatan cukup baik dan menambah kekuatan antara matriks dan serat pada spesimen.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Zuhri, M. Yusoff, S. Mohd Sapuan, N. Ismail, and R. Wirawan, "Mechanical properties of short random oil palm fibre reinforced epoxy composites," *Sains Malaysiana*, vol. 39, no. 1, pp. 87–92, 2010.
- [2] A. Kalam, B. B. Sahari, Y. A. Khalid, and S. V. Wong, "Fatigue behaviour of oil palm fruit bunch fibre/epoxy and carbon fibre/ epoxy composites," *Compos. Struct.*, vol. 71, no. 1, pp. 34–44, 2010.
- [3] M. Karina, H. Onggo, A. H. Dawam Abdullah, and A. Syampurwadi, "Effect of oil palm empty fruit bunch fiber on the physical and mechanical properties of fiber glass reinforced polyester resin," *J. Biol. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 101–106, 2010.