

# KAJI EKSPERIMEN SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT SERAT KELAPA SAWIT DENGAN ORIENTASI ARAH SERAT SEJAJAR

Hendri Chandra dan M. Iwansyah

Jurusan Teknik Mesin-Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Inderalaya 30662

E-Mail : [hendry\\_cyber1@yahoo.com](mailto:hendry_cyber1@yahoo.com)

## Abstrak

Material komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda, sehingga perpaduan dari material tersebut diharapkan dapat membentuk material baru yang memiliki sifat-sifat yang khusus, dimana salah satu dari material gabungan tersebut dinamakan material penguat dan material lainnya disebut dengan matriks. Material komposit paduan resin polyester dengan penguat serat kelapa sawit dilakukan dalam enam jenis fraksi paduan ; spesimen I (10 % serat kelapa sawit dengan 90 % resin polyester), spesimen II (20 % serat kelapa sawit dengan 80 % resin polyester), spesimen III (30 % serat kelapa sawit dengan 70 % resin polyester), spesimen IV (40 % serat kelapa sawit dengan 60 % resin polyester), spesimen V (50 % serat kelapa sawit dengan 50 % resin polyester), spesimen VI (60 % serat kelapa sawit dengan 40 % resin polyester). Pada penelitian ini digunakan arah orientasi serat sejajar. Sedangkan pengujian yang dilakukan yaitu pengujian tarik dan pengujian impak. Sifat mekanik dari masing-masing fraksi paduan didapatkan dari data pengujian tarik yaitu rerata tegangan tarik yang meningkat secara signifikan dengan penambahan fraksi paduan serat kelapa sawit, sedangkan untuk data pengujian impak didapatkan hasil rerata energi impak yang juga memperlihatkan peningkatan energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen seiring dengan penambahan fraksi paduan serat kelapa sawit.

Kata Kunci : resin polyester, serat kelapa sawit

## 1. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan yang dicapai oleh manusia telah memungkinkan manusia untuk menciptakan terobosan baru dalam pemanfaatan material-material di alam sebagai unsur penunjangnya. Kebutuhan material ini didasarkan akan sifat-sifat material yang sangat baik tetapi dilain pihak juga memiliki keunggulan lain seperti murah harganya dan mudah untuk diproduksi. Hal ini terutama bermanfaat untuk aplikasi pada bidang yang melibatkan banyak manusia, seperti dibidang industri peralatan rumah tangga, industri alat-alat olahraga, industri penerbangan, transportasi, bangunan dan sebagainya.

Material yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari biasanya dibagi menjadi material logam dan material non logam. Material logam yang sering dipakai ialah besi, besi cor, baja, baja paduan, kuningan, aluminium, tembaga dan banyak lainnya, sedangkan material non logam yaitu kayu, karet, dan lain-lain.

Material bio komposit sebelumnya telah banyak dikaji dan diteliti untuk mengetahui sifat-sifat dari material bio-komposit itu, sehingga akan di dapat nilai kekuatan dan kekakuan berdasarkan pertimbangan terhadap komposisi paduan.

Material penguat yang digunakan oleh saudara Alexius Yudhi yaitu berupa serat pada batang pisang abaca yang digabungkan dengan matriks resin polyester,

penggabungan antara penguat dan matriks dilakukan dalam dua jenis fraksi untuk mengetahui sifat mekanik yang dihasilkan oleh paduan tersebut, yaitu dengan perbandingan 20% serat dengan 80% matriks dan 60% serat dengan 40% matriks, sedangkan pengujian yang dilakukan pada penelitian tersebut yaitu pengujian impak (tumbukan) dengan spesimen menggunakan standar ASTM E 23-88 dan pengujian tarik dengan standar spesimen ASTM D638-90. Struktur komposit yang diterapkan adalah struktur laminar yaitu yang dibentuk dari lapisan serat dengan arah sejajar. Hasil dari eksperimen yang dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa spesimen mempunyai kekuatan tarik dan energi impak yang bergantung pada fraksi serat dan fraksi resin polyester pada paduan bio-komposit [1].

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Lukmanul Hakim Arma, material komposit yang dilakukan yaitu dengan menggunakan *fenol casting resins* dan serat dari batang pisang lokal. Orientasi arah serat yang digunakan kontinu dan *anderectional*. Dimana pembebanan diarahkan sejajar dengan arah seratnya. Bio-komposit yang dibuat dilakukan dengan fraksi paduan serat pisang dan fenol cesting resins, dengan komposisi yaitu ; 2 % (40 serat), 4 % (80 serat), 6% (120 serat), 8 % (160 serat). Penentuan sifat mekanik komposit dilakukan dengan alat uji tarik, dimana pada saat uji tarik di asumsikan bahwa pembebanan isostrain yang memungkinkan spesimen mendapat regangan yang seragam. Dari hasil pengujian ini terlihat bahwa

kekuatan tegangan tarik dari material komposit cenderung meningkat dengan semakin banyaknya lapisan dan jumlah serat yang dipakai sebagai penguat, ini menunjukkan bahwa beban terdistribusi pada serat pisang yang ada didalam material tersebut [2].

Sebagai bahan baku alternatif energi, briket arang dapat dihasilkan dari pengolahan tempurung, baik dari tempurung kelapa maupun kelapa sawit. Tempurung kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, yakni kira-kira 60 % dari produksi minyak sawitnya, dapat menghasilkan sekitar 33 % arang biogas dapat dihasilkan dari pemanfaatan campuran tandan kosong kelapa sawit (TKKS), Setiap satu ton limbah pabrik kelapa sawit (PKS) yang diolah pada reaktor pencerna cepat dapat dihasilkan 28 m<sup>3</sup> biogas. Untuk PKS yang mengolah 60 ton tandan buah segar per jam dan beroperasi 20 jam/hari, produksi biogas secara teoritik adalah 20.000 m<sup>3</sup>/hari. Biogas mengandung 65 % metana (CH<sub>4</sub>), 35% CO<sub>2</sub> dan sekitar 2.000 ppm H<sub>2</sub>S. Nilai kalori per m<sup>3</sup> biogas adalah sekitar 53.000 kkal [3].

Bahan bakar alternatif lainnya semakin digalakkan penggunaannya adalah biodiesel, sejenis campuran metanol dengan minyak makan teresterifikasi. Biodiesel memiliki beberapa keunggulan yaitu (1) memiliki titik nyala yang tinggi dan tidak menghasilkan senyawaan menguap yang dapat meledak, (2) mudah didegradasi oleh mikroorganisme perombak, (3) daya racun emisi biodiesel bersifat lemah dan (4) bersifat aman bagi lingkungan. Terakhir, bahan bakar yang dijadikan alternatif adalah aseton, butanol dan etanol. Ketiga bahan tersebut, selama ini diproduksi dari senyawa petrokimia. Dilain pihak, limbah agroindustri yang potensial untuk dikonversi menjadi aseton, butanol dan etanol adalah tetes tebu, limbah tapioka dan limbah industri sagu, serta hidrolisat lignoselulosa misalnya dari limbah padat industri kelapa sawit (TKKS) [3].

Dalam hal ini tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan sifat mekanik pada masing-masing material bio komposit setelah dilakukan pemaduan fraksi serat kelapa sawit dengan resin polyester, yang meliputi pengujian tarik dan pengujian impact.

## 2. METODE PENELITIAN

Spesimen yang diuji di persiapkan terlebih dahulu sesuai dengan paduan fraksi yang telah ditentukan. Ukuran spesimen uji tarik dibuat menurut standar ASTM D 638-90, sedangkan spesimen uji impact dibuat menurut standar ASTM E 23-88.

Langkah kerja pembuatan spesimen dapat dijelaskan sebagai berikut :

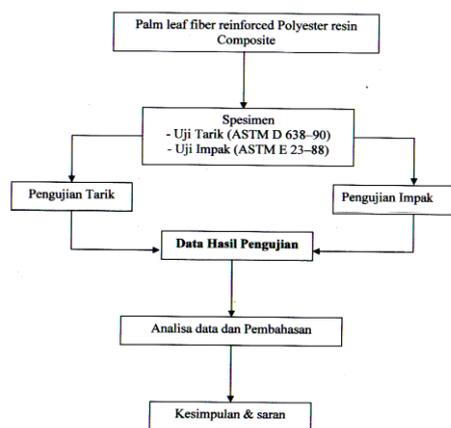
**Persiapan Cetakan:** Pada tahap awal dilakukan perencanaan pembuatan cetakan. Cetakan yang dipilih terbuat dari plat tipis agar mudah dibentuk dan mudah pada saat melepaskan isi cetakan. Untuk cetakan spesimen uji tarik dibuat dengan ukuran panjang 170 mm, lebar 60 mm dan tinggi 20 mm, sedangkan untuk spesimen uji impact dengan ukuran cetakan panjang

80mm, lebar 60mm, tinggi 20mm. Pada setiap cetakan dibuat dengan lebar 60 mm karena setiap satu cetakan akan dibagi menjadi tiga bagian (contoh pada cetakan I, menjadi spesimen I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub> dan I<sub>3</sub> dengan masing-masing lebar spesimen 20 mm).

**Persiapan Bahan :** Pada tahap ini dilakukan persiapan serat kelapa sawit serta polyester resin, untuk serat yang dipakai pada pembuatan spesimen ini adalah serat yang mempunyai keadaan yang baik yaitu serat yang mempunyai panjang yang cukup untuk pembuatan spesimen, karena panjang serat kelapa sawit ini mempunyai panjang serat yang cukup beragam. Pembuatan spesimen uji tarik memerlukan panjang serat 170 mm sedangkan untuk spesimen impact panjang seratnya hanya 80mm.

**Proses penggabungan dalam cetakan :** Pada tahap ini dilakukan penimbangan serat untuk masing-masing fraksi serat, yaitu dengan fraksi 10% serat kelapa sawit dengan 90% resin polyester untuk Spesimen I, 20% serat kelapa sawit dengan 80% resin polyester untuk spesimen II, 30% serat kelapa sawit dengan 70% resin polyester untuk spesimen III, 40% serat kelapa sawit dengan 60% resin polyester untuk spesimen IV, 50% serat kelapa sawit dengan 50% resin polyester untuk spesimen V dan 60% serat kelapa sawit dengan 40% resin polyester untuk spesimen IV. Untuk spesimen pengujian tarik dan pengujian impact, Paduan yang digunakan dapat kita lihat di bawah ini.

Prosedur pelaksanaan penelitian digambarkan secara skematik seperti diagram alir di bawah ini :



Gambar 1. Diagram Alir Pengujian.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data awal yang diperoleh pada pengujian tarik dihitung tegangan tarik maupun regangan yang dialami oleh spesimen.

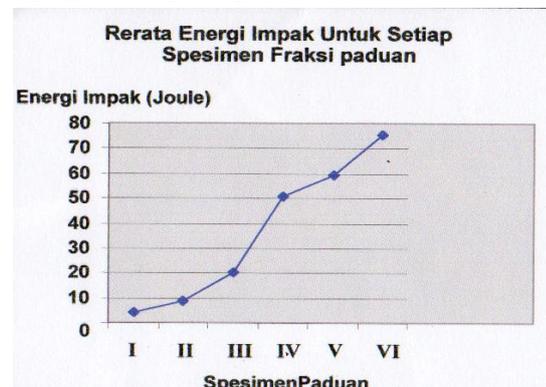
Hasil yang diperoleh dari pengujian ini berupa nilai tegangan maksimum dimana untuk Spesimen I berkisar antara 1,25 kgf/mm<sup>2</sup> sampai 1,31 kgf/mm<sup>2</sup>, Spesimen II berkisar antara 1,50 kgf/mm<sup>2</sup> sampai dengan 1,79 kgf/mm<sup>2</sup>, Spesimen III berkisar antara 1,98 kgf/mm<sup>2</sup>

sampai dengan 2,14 kgf/mm<sup>2</sup>, Spesimen IV berkisar antara 2,32 kgf/mm<sup>2</sup> sampai dengan 2,44 kgf/mm<sup>2</sup>, Spesimen V berkisar antara 2,69 kgf/mm<sup>2</sup> sampai dengan 2,86 kgf/mm<sup>2</sup>, Spesimen VI berkisar antara 3,21 kgf/mm<sup>2</sup> sampai dengan 3,51 kgf/mm<sup>2</sup>, Dari hasil pengolahan data ini dapat diketahui pengaruh dari fraksi paduan serat sangat besar, yaitu semakin besar persentase atau jumlah serat didalam paduan maka akan semakin besar pula tegangan tarik dari spesimen tersebut.

Tabel 1. Hasil Tegangan Maksimum Spesimen Uji Tarik

Spesimen		$\sigma_u$ Spesimen (Kgf/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_u$ Rerata Spesimen (Kgf/mm <sup>2</sup> )
I	I <sub>1</sub>	1,25	1,23
	I <sub>2</sub>	1,31	
	I <sub>3</sub>	1,13	
II	II <sub>1</sub>	1,50	1,65
	II <sub>2</sub>	1,79	
	II <sub>3</sub>	1,67	
III	III <sub>1</sub>	1,98	2,05
	III <sub>2</sub>	2,02	
	III <sub>3</sub>	2,14	
IV	IV <sub>1</sub>	2,32	2,38
	IV <sub>2</sub>	2,44	
	IV <sub>3</sub>	2,38	
V	V <sub>1</sub>	2,69	2,78
	V <sub>2</sub>	2,80	
	V <sub>3</sub>	2,86	
VI	VI <sub>1</sub>	3,51	3,37
	VI <sub>2</sub>	3,40	
	VI <sub>3</sub>	3,21	

Nilai rerata tegangan tarik untuk Spesimen I sebesar 1,25 Kg<sub>f</sub>/mm<sup>2</sup>, untuk spesimen II sebesar 1,65 Kg<sub>f</sub>/mm<sup>2</sup>, untuk spesimen III sebesar 05 Kg<sub>f</sub>/mm<sup>2</sup>, untuk spesimen IV sebesar 2,38 Kg<sub>f</sub>/mm<sup>2</sup>, untuk spesimen V sebesar 3,06 Kg<sub>f</sub>/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk spesimen VI sebesar 3,58 Kg<sub>f</sub>/mm<sup>2</sup>. Dari table 1 rerata tegangan tarik untuk spesimen uji tarik ini dapat diketahui bahwa semakin besar paduan fraksi serat kelapa sawit maka tegangan pada spesimen semakin meningkat, sebaliknya semakin besar fraksi resin polyester pada paduan, maka tegangan tarik pada spesimen semakin menurun.



Gambar 2. Rerata Energi Impak

Maka didapatkan dari perhitungan yaitu energi yang diperlukan untuk mematahkan spesimen I dengan fraksi paduan 10 % serat kelapa sawit dengan 90 % resin polyester yaitu sebesar 4,22 Joule. Dengan cara yang sama diperoleh besarnya (E) untuk semua spesimen seperti yang terdapat pada gambar 2.

Berdasarkan data yang diperoleh untuk spesimen biomaterial dengan matrik polyester dibutuhkan untuk mematahkan spesimen I berkisar antara 2,84 Joule sampai 4,21 Joule untuk spesimen II berkisar antara 4,21 Joule sampai 12,85 Joule untuk spesimen III berkisar antara 14,22 Joule sampai 24,13 Joule, untuk spesimen IV Berkisar antara 46,40 Joule sampai 55,91 Joule, untuk spesimen V berkisar antara 57,29 Joule sampai dengan 59.84 Joule sedangkan untuk spesimen VI berkisar antara 74,26 Joule Sampai 76,71 Joule. Hal ini menunjukkan perbedaan nilai yang cukup besar pada masing-masing spesimen, antara fraksi 10% serat sampai dengan 60% serat, pada perbandingan fraksi paduan menunjukkan bahwa semakin banyak persentase serat maka akan semakin besar pula kemampuan biomaterial untuk menahan beban impact.

Nilai rerata energi impact untuk Spesimen I sebesar 3,75 Joule, untuk spesimen II sebesar 8,53 Joule, untuk spesimen III sebesar 20,37 Joule, untuk spesimen IV sebesar 50,48 Joule, untuk spesimen V sebesar 59,44 Joule, sedangkan untuk spesimen VI didapatkan energi impact sebesar 75,47 Joule. Dari nilai rerata energi impact ini dapat diketahui bahwa semakin besar paduan fraksi serat kelapa sawit maka energi yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen semakin meningkat, sebaliknya semakin besar fraksi resin polyester pada paduan, maka energi impact pada spesimen semakin menurun.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Rerata tegangan tarik untuk masing-masing spesimen fraksi paduan resin polyester dengan serat kelapa sawit meningkat dengan penambahan jumlah fraksi serat kelapa sawit.
2. Pertambahan panjang yang terjadi pada semua sampel spesimen uji tarik relatif sangat kecil, ini mengindikasikan bahwa material bio komposit tersebut bersifat getas.
3. Rerata energi impact matriks resin polyester berpenguat serat kelapa sawit, menunjukkan bahwa semakin banyak fraksi serat pada paduan maka semakin besar kemampuan spesimen untuk menahan beban impact.

#### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Tata Surdia. “ Pengetahuan Bahan dan Teknik” Pradya Paramitha, Jakarta 1985
- [2] Wahyu Purwanto, Roy A. Sparingga, Jurnal Saint dan Tekhnologi “Pemanfaatan Tandan Kosong dan Hasil dan Bahan Kelapa Sawit Bahan Baku Pulp Kertas”
- [3] Alexius Yudhi, Kaji eksperimen sifat mekanik biokomposit polyester resin berpenguat serat batang pisang abaca.
- [4] Ir. Yan Fauzi, Dra. Yustina Ema Widyastuti, Ir. Iman Setya Wibawa, Ir. Rudi Hartono. “Budi Daya

Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran”.

- [5] [Http/Library USU.ac.id](http://Library USU.ac.id)
- [6] Ir. Hendri Chandra MT, Ir Diah Kusuma Pratiwi, MT, Modul “Praktikum Material Teknik”
- [7] Purba, Michael. Buku Pelajaran Ilmu Kimia. Erlangga. Jakarta. 1994.