

Komposit Hibrid *Polyester* Berpenguat Serbuk Batang dan Serat Sabut Kelapa

Romels C. A. Lumintang¹⁾, Rudy Soenoko²⁾, Slamet Wahyudi³⁾

Program Magister dan Doktor Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang

Pasca Sarjana Teknik Mesin Universitas Brawijaya^{2,3)}

E-mail: romels_l@yahoo.com

Abstract

Sawdust coconut trunks of palm trees and fiber coconut coir are two waste materials from the processing of coconuts and coconut tree trunks sawmill waste are plentiful materials can be utilized for producing composites using polyester resins. Both each properties materials as follow polyester resin: liquid in the open air conditions, sawdust coconut and coconut coir fiber properties is lightweight and fragile nature of the polyester adhesive used as a binder (binder) between fiber coconut coir and sawdust coconut palm tree trunks as a filler.

The variation volume fraction between the sawdust and coconut trunks of fiber coconut coir in polyester resin influence mechanical properties for each composition of this composite. By comparizing the volume fraction of either polyester, sawdust coconut palm tree trunks and fiber coconut coir (Coir coconut) using tensile test standard ASTM D638-I, and the ASTM D6110 for impact testing. The result of tensile and impact test, obtained that the optimum percentage 30:10 per cent, mean tensile strength on 95.953 N/mm², mean elasticity 0,125 % , mean elasticity modulus 768.702 N/mm², mean absorbed energy 2,679 J and mean impact value 0,068 J/mm².

Keywords: Polyester, Sawdust coconut, coconut coir fiber, mechanical properties

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu serat alam yang menjadi obyek penelitian adalah serat sabut kelapa, atau dalam perdagangan dunia dikenal sebagai *coco-fibre*, *Coir fibre*, *coir yarn*, *coir mats*, dan *rug*. Serat sabut kelapa ini merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa. Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan untuk bahan pembuat sapu, keset, tali dan alat-alat rumah tangga lain.

Variasi penelitian komposit juga dapat dilakukan dengan membuat kombinasi serat alam dan partikel serbuk gergaji batang kelapa kayu menjadi komposit hibrid (terdiri atas 2 atau lebih *reinforced*). Salah satu partikel yang dapat menjadi pengisi (*filler*) adalah serbuk gergaji batang kelapa pohon kelapa (*coconut tree saw dust*).

Beberapa penelitian terdahulu yang membahas mengenai komposit serat sabut kelapa, serbuk gergaji batang kelapa pohon kelapa dan resin *Polyester* antara lain: Taj, et.al,[1] menggunakan Serat alami sebagai penguat menjadi alternatif serat teknis

seperti serat kaca. Beberapa komposit serat alam mencapai sifat mekanik yang setara dengan komposit *fibreglass*, dan sudah diterapkan misalnya, dalam industri mobil dan mebel. Serat alam yang penting adalah rami, *flax* dan sabut. Serat alam merupakan bahan baku terbarukan dan dapat didaur ulang. Selanjutnya Ali,[2] menyajikan fleksibilitas dari serat sabut kelapa untuk pengaplikasian dalam berbagai cabang rekayasa, khususnya dalam rekayasa sipil sebagai bahan konstruksi, sementara itu Júnior, [3] melakukan penelitian tentang sifat mekanis komposit serat sabut kelapa dengan resin *Polyester*. Setelah dilakukan pengujian dan foto SEM didapatkan fraksi volume serat yang optimal dari komposit serat sabut kelapa yang dapat menahan perambatan retak.

Tudu [4] dengan menggunakan metode Taguchi, mengidentifikasi parameter-parameter signifikan yang mempengaruhi erosi material komposit serat sabut kelapa. Selanjutnya menggunakan *Response Surface Method* untuk mengidentifikasi modulus pengikisan material dan morfologi permukaan terkikis yang diamati di bawah

mikroskop elektron. Setelah itu untuk memahami visualisasi nyata dari dampak dari berbagai faktor dan interaksi parameter tersebut, digunakan analisis varians (ANOVA) untuk mengetahui urutan faktor yang signifikan serta interaksi.

Pada tahun 2010 dalam penelitian Chodhury [5], menunjukkan bahwa sifat mekanik komposit seperti kekerasan mikro, kekuatan tarik, kuat lentur, kekuatan impak komposit sangat dipengaruhi oleh jenis kayu.

Sedangkan beberapa penelitian yang berkaitan dengan komposit serbuk gergaji batang kelapa antara lain: Suarez et al.,[6] meneliti tentang perilaku retak komposit *polypropilene* dan serbuk gergaji batang kelapa. Batas maksimum penambahan 2% polipropolen maleat pada PP menghasilkan sifat mekanis yang baik dan sifat mekanis ini akan turun dengan naiknya penambahan propilen maleat.

Penelitian Satiyanto (2008) mendapatkan bahwa penambahan serbuk penggergajian batang kelapa (SPBK) sebagai bahan pengisi matriks *polypropilene* (PP) ternyata menurunkan nilai kekuatan tarik bahan komposit yang dihasilkan [7]

Tujuan Penelitian

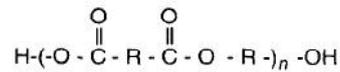
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai maksimal pengaruh variasi fraksi filler serbuk gergaji batang kelapa dan dan serat sabut kelapa terhadap resin polyester pada nilai kekuatan tarik, dan impak komposit.

TINJAUAN PUSTAKA

Polyester

Polyester merupakan bahan termoseting yang banyak beredar dipasaran karena harganya yang relatif murah dan dapat diaplikasikan untuk berbagai macam penggunaan..

Istilah *polyester* berawal dari reaksi asam organik dengan alkohol membentuk suatu ester. Pada gambar 1 dengan menggunakan dwi fungsi asam dan dwi fungsi alkohol (glikol) dihasilkan suatu *polyester* linier.



Gambar.1 Reaksi Pembentukan Ester, [8].

Polyester tidak jenuh dibagi ke dalam jenis atau kelas tergantung pada struktur dasar blok. Kelas tersebut adalah ortoftalat, isophthalik, terephthalat, bisphenol-fumarat dan klorendik disiklopentadien.

Sifat Fisik dan Kimia dari polyester takjenuh sangat berkaitan erat dengan identifikasi penanganan, pencampuran aplikasi dari poiester ini sendiri. Sifat-sifat ini dapat kita lihat pada tabel 1.

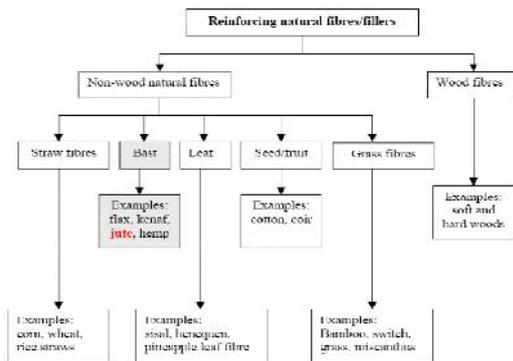
No	Item	Specifications
1	Appearance :	Light yellow to light brown clear liquid, no mechanical impurity
2	Viscosity :TU-4 cup viscosimeter, 23±2°C(is)	20-50
3	Density(g/cm 3)	1.05±0.05
4	Gelling time: test tube, 140±2°C(min)	2-8
5	Solidifying capacity: 140±2°C, 2h	better than S,U,Us:
6	Breakdown strength:(N)/m	Normal: ≥ 22
		Immersed in water for 24h: ≥ 20
7	Volume resistivity (Ω.m)	Normal: ≥ 1×10 ¹²
		Immersed in water for 24h: ≤ 1×10 ¹¹
8	Color media resistance: 96h	Excellent
9	Storage stability:(sealed)75±2°C 24h (not gel)	Pass

(1) Shelf life: 6 months (the two components are packaged separately).
 Note (2) Curing condition of item 5: 7: baking at 145±5°C for 4h after impregnating.
 (3) Thinnec: X222.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Kimia dari polyester

Bahan Penguat

Bahan penguat yang digunakan sebagai penguat komposit sangat beragam yang antara lain terdiri atas bahan reinforced sintesis dan alami. Pada gambar 2 ditunjukkan beberapa jenis penguat dalam komposit. Bahan penguat yang banyak digunakan adalah serat (*fibre*). Bahan penguat serat ini masih terbagi lagi atas jenis serat sintesis dan alam. Salah satu serat alam yang memiliki karakteristik istimewa adalah serat sabut kelapa yang dapat menjadi bahan penguat dengan berbagai keunggulan yang dapat dimanfaatkan.

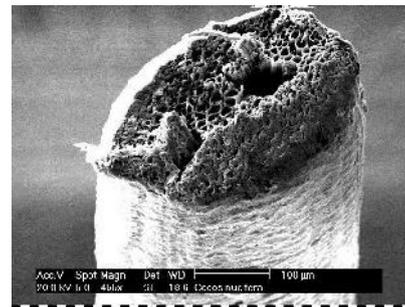


Gambar 2 Klasifikasi Bahan Penguat Komposit [4].

Serat Sabut Kelapa (Coco Fibre)

Kelapa merupakan tanaman perkebunan/ industri berupa pohon batang lurus dari *family Palmae*. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera L*) merupakan tanaman serbaguna atau tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Seluruh bagian pohon kelapa dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia, sehingga pohon ini sering disebut pohon kehidupan (*tree of life*) karena hampir seluruh bagian dari pohon, akar, batang, daun dan buahnya dapat dipergunakan untuk kebutuhan kehidupan manusia sehari-hari. unsur pada buah kelapa yaitu sabut kelapa diambil setelah pengangkatan daging kelapa dan digunakan dalam industri sabut untuk pembuatan benang dan produk-produk berbasis coir seperti karpet, tikar dari kulit dan sabut sekitar 20-30%. Serat putih (yang lebih lentur) yang diperoleh dari kelapa hijau.. Serat coklat yang diperoleh dengan pemanenan kelapa matang dipanen setelah 6 - 10 bulan pada tanaman.

Struktur serat ditentukan oleh dimensi dan pengaturan sel-sel berbagai unit, dan yang juga mempengaruhi sifat serat. "Serat adalah sel memanjang dengan ujung runcing dan sangat tebal dinding sel berlignin. Bagian penampang dari sel unit dalam serat seperti pada gambar 3 memiliki pusat berongga yang dikenal sebagai lumen dan bahwa bentuk dan ukuran tergantung pada dua faktor seperti ketebalan dari dinding sel dan sumber serat. Rongga berfungsi sebagai isolator akustik dan thermal sehingga menurunkan *bulk density* serat.



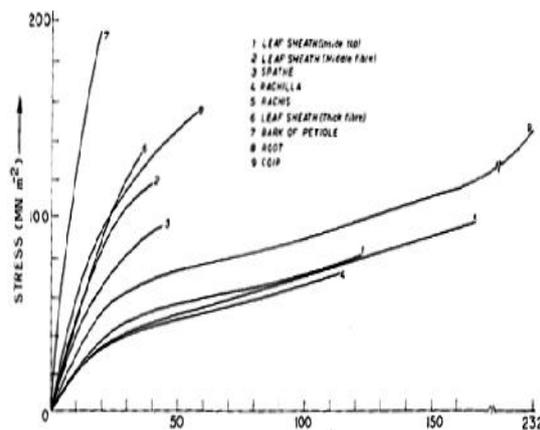
Gambar 3 Irisan sel serat sabut kelapa,[9]

Sifat mekanis seperti modulus young, tegangan dan regangan serat dipengaruhi oleh struktur, komposisi dan jumlah cacat pada serat, pada tabel 2 ditunjukkan sifat mekanis dari beberapa serat alam termasuk serat sabut kelapa antara lain:

Tabel 2 Sifat Mekanis Serat Sabut Kelapa [11]

Mechanical Properties	Coconut Coir Fibre
Density (g/cm ³)	1.2
Elongation at break (%)	30
Tensile strength (MPa)	175
Young modulus (GPa)	4 - 6
Water absorption (%)	130-180

Kekuatan tarik dari beberapa bagian tanaman kelapa termasuk serat sabut kelapa dapat di lihat pada gambar 4.



Gambar 4. Kekuatan tarik beberapa bagian kelapa termasuk serat sabut kelapa,[11].

Serbuk Gergaji Batang Kelapa

Serbuk gergaji batang kelapa seperti pada 5 banyak dijumpai pada ukm-ukm usaha pembuatan meubel dan rumah panggung dengan bahan kayu kelapa. Serbuk gergaji batang kelapa dalam pemanfaatannya masih terbatas untuk bahan bakar, bahan dasar briket, media tanam untuk pertanian dan masih sedikit penelitian yang memanfaatkan serbuk gergaji batang kelapa ini untuk bahan penguat komposit.

Publikasi terdahulu yang membahas pemanfaatan serbuk gergaji batang kelapa gambar 5 antara lain pembuatan kemasan jerigen plastik, *cement bonded particle board* dan tas kertas untuk *stationery*. Menurut Satianto [7], serbuk gergaji batang kelapa memiliki komponen kimia seperti kadar abu, lignin, sari, alfa selulosa, pentosan sebagai hermiselulosa dengan komposisi seperti pada tabel 3



Gambar 5 Serbuk gergaji batang kelapa Kayu Kelapa

Tabel 3. Sifat Kimia dan Komposisi Serbuk Penggergajian Batang Kelapa [7]

Komponen Kimia	Komposisi
Kadar Abu	2,33
Kadar Lignin (Metode Klason)	23,49
Kadar Sari	4,90
Kadar Alfa Selulosa	11,72
Kadar Pentosan sebagai Hermiselulosa	24,00
Kelarutan dalam NaOH 1 %	32,48

Bahan Tambahan

Bahan tambahan pembuatan material komposit yang secara langsung turut berperan dalam meningkatkan kemampuan pemrosesan atau mengubah kualitas serta sifat produk material komposit [11]. Untuk

mengaplikasikan bahan penambah ini perlu dilihat kecocokkan terhadap resin yang digunakan, kemampuan serta segi keselamatan. Beberapa bahan tambahan yang dapat digunakan pada resin *polyester* antara lain:

Bahan Aditif

Bahan aditif yang biasa dipakai adalah: Pigmen atau pewarna, disamping untuk memberi nilai estetis yang tinggi dengan mewarnai hasil produk yang berfungsi untuk melindungi dari pengaruh sinar karena mampu menyerap dan memantulkan jenis sinar tertentu.

Hardener

Bahan *hardener* merupakan bahan yang memungkinkan terjadinya proses curing, yaitu proses pengerasan pada resin. *Hardener* ini terdiri dari dua bahan yaitu katalisator dan *accelerator*. Katalisator dan *accelerator* akan menimbulkan panas, pengaruh panas ini diperlukan untuk mempercepat proses pengeringan sehingga bahan menjadi kuat. Namun apabila panasnya terlalu tinggi maka akan merusak ikatan-ikatan antar molekul dan juga akan merusak seratnya. Katalisator adalah bahan yang mempercepat terbukanya ikatan rangkap molekul polimer kemudian akan terjadi pengikatan-pengikatan antar molekul molekulnya. Katalisator yang digunakan adalah *Methyl Ethyl Ketone Peroxide* (MEKP) yang merupakan hasil dari reaksi *Methyl Ethyl Ketone* dengan *Hidrogen Peroxide*. Produk dari reaksi ini merupakan sebuah percampuran sesungguhnya dari dua campuran ganda atau majemuk *peroxide* yang berbeda yang disebut monomer dan dimer. Setiap campuran majemuk ini menunjukkan sebuah perbedaan reaksi terhadap *cobalt*. *Accelerator*, bahan yang mempercepat terjadinya ikatan-ikatan diantara molekul-molekul yang sudah mempunyai ikatan tunggal dan untuk mempercepat proses *curing* (pengerasan).

Metode Pembuatan Komposit

Terdapat tiga macam metode yang dapat digunakan untuk membuat komposit yaitu:

a. Injection Moulding

Proses injeksi dilakukan dengan cara memberikan tekanan injeksi pada bahan plastik yang telah meleleh oleh sejumlah energi panas untuk dimasukkan kedalam cetakan sehingga dapat dibentuk yang diinginkan. Kelebihannya adalah tingkat produksi tinggi, dihasilkan produk tanpa proses pengerjaan akhir, dapat mencetak produk yang sama, produk ukuran kecil dapat dibuat dan ongkos produksi murah.

b. Spray Up

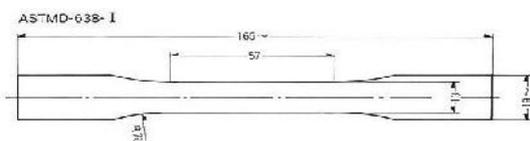
Dalam pembuatan komposit dengan metode *Spray Up* ini menggunakan alat penyemprot. Alat penyemprot tersebut berisi resin dan pengisi yang secara bersamaan disemprot kedalam cetakan.

c. Hand Lay Up

Proses pembuatan komposit dengan metode *Hand Lay Up* merupakan pembuatan komposit dengan metode lapisan demi lapisan sampai diperoleh ketebalan yang diinginkan. Dimana setiap lapisan berisi matrik dan *filler*. Setelah memperoleh ketebalan yang diinginkan digunakan roller untuk meratakan dan menghilangkan udara yang terjebak diatasnya.

Pengujian Sifat Mekanik Komposit Kekuatan Tarik

Pengukuran tegangan tarik spesimen didasarkan pada teori Hukum Hooke (*Hooke Law*). Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin menurut standar ASTM D 638 uji tarik atau dengan universal testing standar. Spesimen uji tarik menurut standar ASTM D 638 dapat ditunjukkan pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Standar Spesimen Uji Tarik [15]

Hubungan linier antara tegangan regangan untuk suatu batang yang mengalami tarik atau tekan sehingga

diperoleh modulus elastisitas material dinyatakan sebagai:

$$\sigma = E \cdot \epsilon \tag{1}$$

dimana hubungan antara beban tarik dan tegangan adalah

$$P = \sigma \cdot A \tag{2}$$

Dengan P = Beban tarik (N)

A = Luas penampang (mm²)

σ = Tegangan (MPa)

Besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (*gage length*).

$$E = \frac{\Delta L}{L_0} \tag{3}$$

Besarnya nilai modulus elastisitas komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung.

Kekuatan Impak

Pengujian impak bertujuan untuk mengukur berapa energi yang dapat diserap suatu material sampai material tersebut patah. Pengujian impak merupakan respon terhadap beban kejut atau beban tiba-tiba (beban impak),[15]. Pengujian impak terdiri dari dua teknik pengujian standar yaitu *Charpy* dan *Izod* seperti gambar 7. Pada pengujian standar Charpy dan Izod, dirancang dan masih digunakan untuk mengukur energi impak yang juga dikenal dengan ketangguhan takik [15].

$$E_{srp} = mg \cdot R \cdot (\cos \beta - \cos \alpha) \tag{4}$$

dimana :

E_{srp} : energi serap (J)

m : berat pendulum (kg) = 20 kg

g : percepatan gravitasi (m/s²) = 10 m/s²

R : panjang lengan (m) = 0,8 m

α : sudut pendulum sebelum diayunkan = 30°

β : sudut ayunan pendulum setelah mematahkan spesimen

Harga impak dapat dihitung dengan :

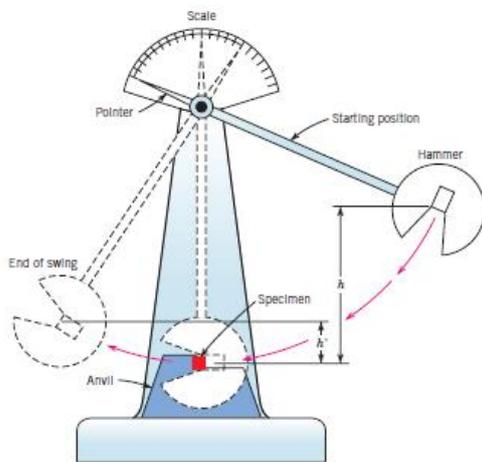
$$H_1 = E_{srp} / A_0 \tag{5}$$

dimana :

H₁ : Harga Impak (J/mm²)

E_{srp} : energi serap (J)

A₀ : Luas penampang (mm²)



Gambar 7. Mesin Uji Tarik [16].

METODE PENELITIAN

Pemanfaatan limbah perkebunan kelapa dan industri kecil penggergajian serta mebel kayu kelapa sangat melimpah. Pemanfaatan dari kedua material ini untuk aplikasi pada material komposit masih luas sehingga masih relevan untuk diteliti dan dikembangkan. Jika memanfaatkan resin *polyester* sebagai matriks dan serbuk kelapa ditambah serat kelapa sebagai penguat diharapkan akan mendapatkan suatu alternatif material yang bisa diaplikasikan pada berbagai komponen maupun struktur.

Jenis Penelitian

Karena terdapat lebih dari satu variabel bebas yang berpengaruh, sehingga perlu disusun suatu rancangan penelitian untuk menjamin bahwa perubahan variabel terikat hanya karena pengaruh variabel bebas. Maka jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental.

Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang diamati pada penelitian ini ada tiga jenis variabel, antara lain:

Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan adalah perbandingan fraksi volume serbuk gergaji batang kelapa batang kelapa dan

serat sabut kelapa terhadap resin *Polyester* sebesar dengan variasi (60 % resin : 30 % serbuk : 10 %serat); (60 % resin : 20 % serbuk : 20 %serat) ; (60 % resin : 10 % serbuk : 30).

Variabel Terikat

Variabel terikat yang digunakan adalah kekuatan tarik, dan kekuatan impact.

Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol yang digunakan antara lain:

1. Penambahan MEKPO sebesar 1%
2. Ukuran diameter filler serbuk gergaji batang kelapa tetap 0,180 mm.
3. Ukuran panjang serat sesuai panjang spesimen uji tarik ASTM D 638 I.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan antara lain:

1. Resin *Polyester*
2. Serat sabut kelapa
3. Katalis MEKPO
4. Serbuk gergaji batang kelapa
5. Larutan NaOH
6. *Wax gel*

Alat penelitian yang digunakan antara lain:

1. Timbangan digital
2. Jangka sorong
3. Gelas ukur
4. Penggaris
5. Ayakan
6. Gergaji
7. Cetakan spesimen
8. Amplas

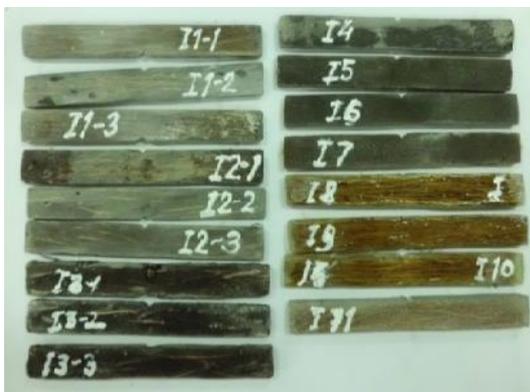
Pembuatan Komposit

Persiapan material awal berupa proses pemisahan bahan serat kelapa dari bahan sabut kelapa, kemudian proses pengayakkan serbuk gergaji dengan ayakan meshing 0.180 mm.

Sesuai dengan penentuan perbandingan fraksi volum *Polyester*, serbuk gergaji batang kelapa dan serat sabut kelapa maka dilakukan pencetakan komposit dengan cetakan baik untuk specimen uji tarik dan impact. Jumlah specimen yang dicetak sesuai dengan banyaknya pengulangan data yang akan diambil sebanyak tiga kali tiap fraksi volum untuk kedua jenis pengujian.



Gambar 8. Spesimen Uji Tarik



Gambar 9. Spesimen Uji Impak

PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sifat Mekanik

Tabel 4. Kekuatan Tarik Rata-rata Hasil Uji Tarik

Fraksi Volum	ϵ (%) rata-rata	σ (N/mm ²) rata-rata	E (N/mm ²) rata-rata
Vf 30:10	0,0810	25,675	318,994
Vf 20:20	0,0498	30,442	617,873
Vf 10:30	0,0412	23,745	577,924
Vf srb 10	0,0442	27,337	619,320
Vf srb 20	0,0398	25,588	643,400
Vf srb 30	0,0474	30,109	635,693
Vf srb 40	0,0474	27,274	575,915
Vf srt 40	0,0550	34,639	630,045
Vf srt 30	0,0439	26,098	597,155
Vf srt 20	0,1754	31,210	177,897
Vf srt 10	0,1447	27,139	187,507

Tabel 5. Ketangguhan Impak Rata-rata Hasil Uji Impak

Fraksi Volum	Esrp (J) rata-rata	HI (J/mm ²) rata-rata
Vf 30:10	2,679	0,068
Vf 20:20	1,226	0,031
Vf 10:30	0,829	0,021
Vf 10%	0,604	0,015
Vf 20%	0,424	0,011
Vf 30%	0,377	0,010
Vf 40%	0,286	0,007
Vf 40% srt	5,030	0,128
Vf 30% srt	3,625	0,093
Vf 20% srt	2,337	0,059
Vf 10% srt	1,610	0,041

Analisis Statistika dan Pembahasan

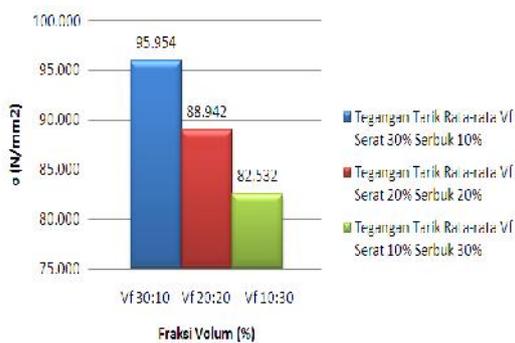
Data pengujian yang didapatkan selanjutnya dianalisis statistik menggunakan Microsoft Excel. Desain eksperimen yang digunakan adalah Anova satu arah antara variasi fraksi volum dan sifat mekanik komposit hibrid. Untuk setiap kombinasi fraksi volum dan sifat mekanik uji tarik yaitu elastisitas, tegangan tarik dan modulus elastisitas dan uji impak yaitu energy serap dan harga impak dilakukan pengulangan 3 (tiga) kali. Sehingga total data terdiri atas 45 (empat puluh lima) data.

Analisis Varian Pengaruh Fraksi Volum Komposit Hibrid terhadap Kekuatan Tarik

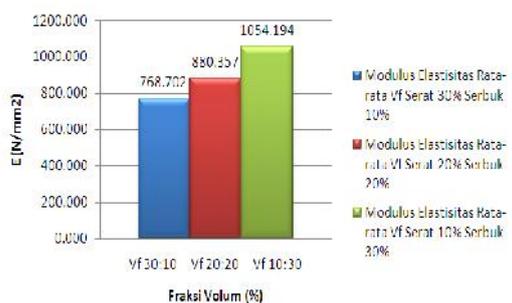
Menurut hasil analisis varian diperoleh F hitung 10,862. Dengan level signifikansi α 5%, diperoleh F tabel = 3,40. Karena F hitung > F tabel maka H0 ditolak. Dengan memperhatikan nilai Probabilitas (P) = 0,000 maka nilai $P < \alpha$, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan dari fraksi volum terhadap kekuatan tarik.

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data uji tarik rata-rata (tabel 4) pada komposisi komposit hibrid fraksi volum 30% serat dan 10% serbuk didapatkan nilai kekuatan tarik rata-rata pada 95.953 N/mm² dan harga modulus elastisitas rata-rata 768.702 N/mm². Harga kekuatan tarik

maksimum didapatkan dari spesimen 1 yaitu sebesar 97.356 N/mm² dan terendah pada spesimen 3 yaitu sebesar 94.952 N/mm². Jika dilihat nilai kekuatan tarik dari komposit ini menjelaskan penambahan serat dan serbuk untuk fraksi volum (30:10) % saling mendukung sehingga terlihat peningkatan sifat mekanik komposit pada ketiga spesimen yang dibuat. Nilai Modulus elastisitas komposit merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan yang terjadi, atau dapat dikatakan sebagai tingkat kekakuan suatu material, untuk nilai modulus elastisitas maksimum didapat spesimen 1 yaitu sebesar 770.733 N/mm² dan minimum pada spesimen 3 yaitu sebesar 751.703 N/mm². Hal ini dapat diamati pada gambar 10a dan 10b.



Gambar 10(a). Hubungan Tegangan Tarik dan Fraksi Volum Komposit Hibrid



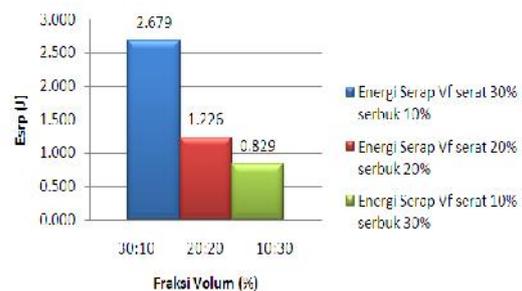
Gambar 10(b). Hubungan Modulus Elastisitas Rata-rata dan Fraksi Volum Komposit Hibrid

Pada fraksi volum 20:20 komposit. Nilai rata-rata untuk tegangan tarik didapat pada 88.942 N/mm² sedangkan modulus

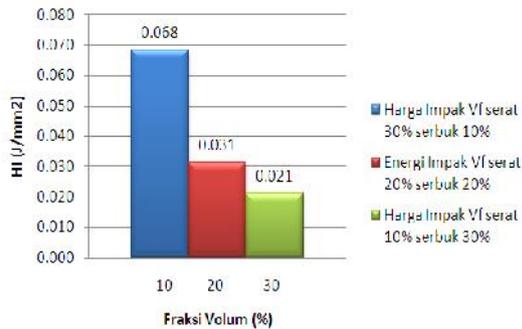
elastisitas rata-rata pada fraksi volum (20:20)% didapat sebesar 617.873 N/mm². Untuk komposit fraksi volum serat dan serbuk 10:30. Nilai rata-rata untuk tegangan tarik didapat pada 88.942 N/mm² sedangkan modulus elastisitas rata-rata pada fraksi volum (20:20)% didapat sebesar 880.357 N/mm². Nampak bahwa terdapat perbedaan kekuatan tarik komposisi ini dibanding variasi fraksi volume 30:10, dimana terjadi penurunan kekuatan seiring dengan berkurangnya serat dan bertambahnya persentase serbuk pada komposit.

Analisis Varian Pengaruh Fraksi Volum Komposit Hibrid terhadap Kekuatan Impak

Menurut hasil analisis varian diperoleh F hitung 89,011. Dengan level signifikansi α 5%, diperoleh F tabel = 2,296. Karena F hitung > F tabel maka H0 ditolak. Dengan memperhatikan nilai Probabilitas (P) = 0,000 maka nilai P < α, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan dari fraksi volum terhadap energi serap impact, sedangkan untuk harga impact dapat dilihat pada tabel 5 dimana F hitung 88,446. Dengan level signifikansi α 5%, diperoleh F tabel = 2,296. Karena F hitung > F tabel maka H0 ditolak. Dengan memperhatikan nilai Probabilitas (P) = 0,000 maka nilai P < α, sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh yang signifikan dari fraksi volum terhadap harga impact.



Gambar 11. Hubungan Fraksi volum dan Energi serap



Gambar 12. Hubungan Fraksi Volum dan Harga Impact

Dari hasil pengujian impact untuk komposit hibrid pada masing-masing fraksi volum ditunjukkan pada gambar 12 didapatkan nilai energi serap rata-rata pada V_f 30% serat dan 10% serbuk yaitu sebesar $0,068 \text{ J/mm}^2$, harga impact rata-rata sebesar $0,068$ sedangkan nilai energi serap terendah adalah pada V_f 10% serat dan 30% serbuk, dengan harga rata-rata sebesar $0,029$ sedangkan harga impact rata-rata $0,021 \text{ J/mm}^2$.

Dengan melihat gambar 11 dan 12 dijelaskan bahwa variasi fraksi volume juga mempengaruhi sifat kekuatan impact komposit, dimana dengan perbandingan serat yang tinggi sifat kekuatan impact juga tinggi. Penambahan serbuk ternyata juga mempengaruhi sifat mekanis sehingga dari gambar dan tabel diatas dapat diambil komposisi optimum untuk fraksi volum.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian diatas maka dari penelitian ini dapat disimpulkan antara lain: Variasi fraksi volume serbuk gergaji batang kelapa dan serat sabut kelapa pada resin *polyester* berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan tarik dan ketangguhan komposit hibrid *polyester* serbuk gergaji batang kelapa dan serat sabut kelapa dengan nilai maksimum pada fraksi volum (30:10).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saira Taj, et.al.,2007, *Natural Fiber Reinforced Polymer Composites*, University of the Punjab, Lahore, Pakistan.
- [2] Majid Ali.,2010, *Coconut Fibre – A Versatile Material and its Applications in Engineering*, National Engineering Services Pakistan (NESPAK) Islamabad.
- [3] H.P.G. Santafé Júnior, et.al.,2010, *Mechanical Properties of Tensile Tested Coir Fiber Reinforced Polyester Composites*, Revista Material.
- [4] Prakash Tudu.,2009, Processing and Characterization of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites, *Thesis*.
- [5] Debabrata Chowdhury.,2010, Study on Mechanical Behaviour of Wood Dust Filled Polymer Composites, *Thesis*.
- [6] João C. Miguez Suarez, et.al.,2005 *Analysis of The Fracture Behaviour of Polypropylene – Saw dust Composites*, Polímeros: Ciência e Tecnologia Associação Brasileira de Polímeros.
- [7] Edi Satiato., 2008, Pencampuran Serbuk Penggergajian Batang Kelapa dengan Termoplastik Propilena Untuk Bahan Kemasan Jerigen Plastik, *Tesis Sekolah Pasca Sarjana USU*, Medan.
- [8] Frank A.,1998, *Cassia*, Polyester and Vinyl Ester Resins, Chapman and Hall.
- [9] Ramires 2010
- [10] I.Z.Bujang.,2007, "Study on the Dynamic Characteristic of Coconut Fiber Reinforced", *Regional Conference on Engineering Mathematics, Mechanics, Manufacturing & Architecture (EM*ARC)*.
- [11] K. G. Satyanarayana, et.al.,1982, "Structure property studies of fibres from various parts of the coconut tree", *Journal of Material Science*, Chapman and Hall,
- [12] Surdia, T, 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramitha.
- [13] Gibson 1994
- [14] <http://www1.odn.ne.jp/aal63880/CUTTE/R01-E.htm>
- [15] Callister.,2010, *Materials Science and Engineering an Introduction*, Wiley & Sons .