



Jurnal Artikel

Kaji Eksperimental Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impak Komposit Serbuk Sabut Kelapa-Polyester

Fauzan¹, Yovial^{1*}, Wenny Marthiana¹, Duskiardi¹, Iqbal¹

¹Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta.

¹ajhifauzan90@gmail.com

*Corresponding author – Email : yovial@bunghatta.ac.id

Artikel Info - : Received: 13 Juni 2022; Revised: 20 Agustus 2022; Accepted: 22 Sep 2022

Abstrak

Background: Penelitian ini bertujuan menentukan kekuatan tarik dan kekuatan impact komposit dengan penguat serbuk sabut kelapa ukuran >75 µm dengan matriks polyester. Bahan yang digunakan merupakan komposit dengan komposisi resin dan serbuk masing-masing 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%. Kedua bahan dicampur dengan kecepatan 150 rpm menggunakan pencampur mekanik selama 10 menit. Standar ASTM D638-02 untuk uji tarik dan ASTM D265 untuk uji impact digunakan dalam pengujian sifat mekanik bahan. Hasil pengujian menunjukkan komposisi 60%:40% memiliki energi impact tertinggi sebesar 78,54 J, dan energi impact terendah pada komposisi 70%:30% sebesar 46,43 J. Hasil yang mirip ditunjukkan oleh kekuatan tarik bahan, dengan nilai tertinggi pada komposisi 70%:30% sebesar 15,31 N/mm² dan nilai kekuatan tarik terendah pada komposisi 60%:40% sebesar 11,67 N/mm².

Kata kunci: serbuk kulit kelapa; poliester; uji tarik; uji impact

Abstract

Background: This study aims to determine the tensile and impact strength of the composite. The material used consists of coconut shell powder (>75 m in size) with a polyester matrix. The material used is a mixture of resin and powder with the respective compositions of 80%:20%, 70%:30%, 60%:40%. The two materials were mixed at a speed of 150 rpm using a mechanical mixer for 10 minutes. ASTM D638-02 standards for tensile tests and ASTM D265 for impact tests are used in testing the mechanical properties of materials. The test results show that the composition of 60%:40% has the highest impact energy of 78,54 J, and the lowest impact energy of the composition of 70%:30% is 46,43 J. Similar results were shown by the tensile strength of the material, with the highest value at composition 70%:30% at 15.31 N/mm² and the lowest tensile strength at composition 60%:40% at 11.67 N/mm².

Keywords: coconut shell powder; polyester; tensile test; impact test



© 2020 by authors. Lisensi Jurnal Metal : Manufaktur, Energi, Material Teknik, Uhamka, Jakarta. Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan Creative Commons Attribution (CC-BY) license.

Pendahuluan

Sabut kelapa merupakan limbah pertanian yang potensinya di Indonesia cukup besar. Menurut data Ditjen Perkebunan tahun 2016, luas areal kebun kelapa di Indonesia sekitar 3,544 juta ha yang tersebar di 33 daerah tanam di Sumatera, Jawa, dan daerah Nusantara lainnya, dan diperkirakan mampu menghasilkan kelapa sekitar 18,3 juta ton/th (Yuliana, 2017). Komposisi dari komponen buah kelapa adalah sabut 35%, daging 28%, air 25% dan

tempurung 12%. Dari produksi buah kelapa sekitar 18,3 juta ton, akan dihasilkan sabut sejumlah 6,4 juta ton. Dengan potensi yang sebesar itu dapat diperkirakan bahwa pemanfaatan sabut kelapa, bagian paling keras dari buah kelapa, sebagai salah satu komoditi memiliki potensi bisnis yang cukup menjanjikan.

Berkembangnya kesadaran masyarakat untuk melestarikan lingkungan hidup telah memicu pergeseran paradigma untuk mendesain material komposit yang ramah lingkungan dan hemat energi. Material komposit

yang diperoleh dari limbah pertanian atau hasil hutan dan memiliki karakteristik lebih baik dari material sintetis tentu akan menjadi pilihan tiap orang, karena lebih aman bagi kesehatan dan dapat memberikan manfaat positif pada pelestarian lingkungan diantaranya pemanfaatan bahan baku yang tersedia berlimpah di alam (*sustainability resources*), dapat didaur ulang dan memiliki kemudahan mekanisme pembuangan material ke alam setelah habis masa pakainya, baik dari bahan sintetis maupun alami seperti ampas tebu (Bagasse) (Clareyna dan Mawarani, 2013; Minah *et al.*, 2017).

Salah satu contoh aplikasi industri material adalah papan partikel. Papan partikel merupakan salah satu jenis produk komposit atau panel kayu yang terbuat dari partikel - partikel kayu atau bahan-bahan berlignoselulosa lainnya, yang diikat dengan perekat atau bahan pengikat lain kemudian dikempa panas (Maloney, 1993).

Bionano komposit berbasis selulosa alam dengan sifat termoplastik sebagai sistem penguatan polimer, merupakan jawaban atas kebutuhan akan komposit disegala bidang yang lebih ringan, kuat, tahan korosi dan aus, ramah lingkungan serta ekonomis (Kristanto, 2007).

Bentuk dan ukuran partikel memegang peranan penting dalam menentukan kualitas ikatan material komposit. Semakin kecil ukuran partikel yang berikatan maka kualitas ikatannya semakin baik, karena semakin luas kontak permukaan antar partikel. Ukuran partikel juga berpengaruh pada distribusi partikel, semakin kecil partikel kemungkinan terdistribusi secara merata lebih besar, sehingga pada proses pencampuran akan diperoleh distribusi yang homogen. Kehomogenan campuran menentukan kualitas ikatan komposit, karena selama proses kompaksi gaya tekan yang diberikan akan terdistribusi secara merata. Ikatan antar partikel dalam material komposit salahsatunya disebabkan karena adanya *interlocking* antar partikel yang dipengaruhi oleh bentuk partikel yang digunakan (Nayiroh, 2013).

Metode

Lingkup Penelitian

Dalam pembuatan komposit, matriks berfungsi sebagai bahan pengikat dan juga sebagai pelindung partikel dari kerusakan oleh faktor lingkungan. Beberapa bahan matriks dapat memberikan sifatsifat yang diperlukan seperti kekuatan dan keuletan. Pada penelitian ini matrik yang digunakan adalah polimer dari jenis polyester.

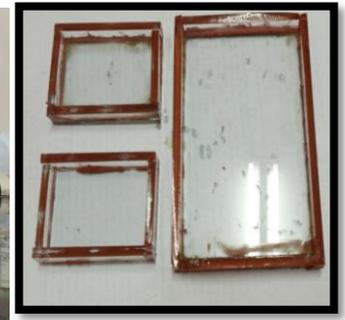
Pengisi yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk sabut kelapa dengan ukuran $> 75\mu\text{m}$. Untuk memperoleh bahan ini, sabut kelapa dihancurkan lebih dahulu dengan menggunakan *mechanical crusher* sampai

cukup halus dan kemudian diayak dengan peralatan *sieve shaker*.

Detail proses persiapan bahan dan pembuatan dilakukan sebagai berikut:

1. Pengerjaan merubah sabut kelapa menjadi serbuk dengan menggunakan penggungtingan dan pencacahan sampai kehalusan tertentu.
2. Proses selanjutnya pengayakan serbuk sabut kelapa dengan *sieve shaker*, yang bertujuan memisahkan serbuk yang masih kasar dengan yang halus.
3. Menentukan komposisi bahan yang digunakan berdasarkan persentase berat serbuk sabut kelapa berbanding resin *polyester* (20%, 30%, 40% serbuk dan 80%, 70%, 60% resin).
4. Proses selanjutnya adalah pencampuran serbuk sabut dengan resin *polyester* menggunakan mesin *mixer* sampai kedua bahan tercampur secara merata. Pencampuran dilakukan dengan kecepatan 150 rpm selama 10 menit.
5. Pencetakan spesimen dilakukan dengan menggunakan cetakan berbahan kaca berdasarkan standar D638-02 untuk uji tarik dan ASTM D265 untuk uji impak.
6. Proses pencetakan dilakukan dengan cara menekan bahan campuran secara merata pada cetakan.
7. Setelah spesimen mengeras, kemudian dirapikan dan dibersihkan menggunakan mesin poles sampai semua sisi permukaan spesimen menjadi rata dan bersih.

Jika langkah - langkah pembuatan diatas telah selesai, dilakukan pengujian mekanik terhadap spesimen yaitu, uji



Gambar 1. Sieve shaker

Gambar 2. Cetakan

impact dan uji tarik. Persiapan bahan dilakukan di Laboratorium Material dan Metalurgi, Prodi Teknik Mesin, Universitas Bung Hatta.

Instrumen/alat

Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup:



Gambar 3. Mesin Poles



Gambar 4. Mixer

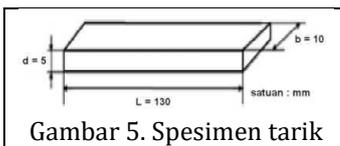
Selain itu, pengujian sifat mekanik bahan juga menggunakan peralatan pengujian tarik dan pengujian impact.

Prosedur Penelitian

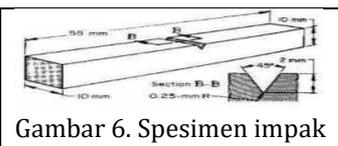
Pengujian tarik. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari bahan komposit serbuk sabut kelapa dengan poliester. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji *Universal Testing Machine*. Hasil pengujian dengan mesin ini dapat lebih menjelaskan banyak fenomena karena data diberikan dengan grafik tegangan-regangan. Spesimen pengujian tarik dibentuk menurut standar ASTM D 638-02 yang ditunjukkan pada gambar 5.

Uji tarik adalah pemberian gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik yang digunakan adalah tegangan aktual eksternal atau perpanjangan sumbu benda uji. Uji tarik dilakukan dengan cara penarikan spesimen dengan gaya tarik kontinu, sehingga bahan (perpanjangannya) terus menerus meningkat sampai putus. Untuk mengetahui kekuatan tarik suatu bahan dalam pembebanan tarik, garis gaya harus berhimpit dengan garis sumbu bahan sehingga pembebanan terjadi beban tarik lurus.

Pengujian impact. Pengujian impact dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan impact dari bahan komposit serbuk sabut kelapa dengan poliester. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji impact. Spesimen pengujian impact dibuat mengikut standar ASTM D265 (Bakri *et al*, 2013) seperti ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 5. Spesimen tarik



Gambar 6. Spesimen impact

Pengujian *impact* merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Pada dasarnya pengujian *impact* ini adalah penyerapan energi potensial suatu beban yang berayun dari suatu ketinggian

tertentu dan menumbuk benda yang diuji sehingga benda uji tersebut mengalami deformasi hingga patah.

Hasil Dan Pembahasan

Pada pengujian *impact* tiga spesimen diuji, yaitu spesimen dengan komposisi 20%:80%, 30%:70% dan 40%:60%. Kekuatan impact bahan diperoleh dari persamaan berikut (Kaleb *et al.*, 2019.; Yohanes, 2008; Ari, 2021):

$$EI = m.g.R (\cos \alpha - \cos \beta)$$

dimana:

- Ei = Energi Serap (J).
- m = massa bandul (kg)
- g = Percepatan grafitasi (9,82 m/s²).
- R = Panjang lengan bandul (m)
- α = Sudut awal (°).
- β = Sudut akhir (°).

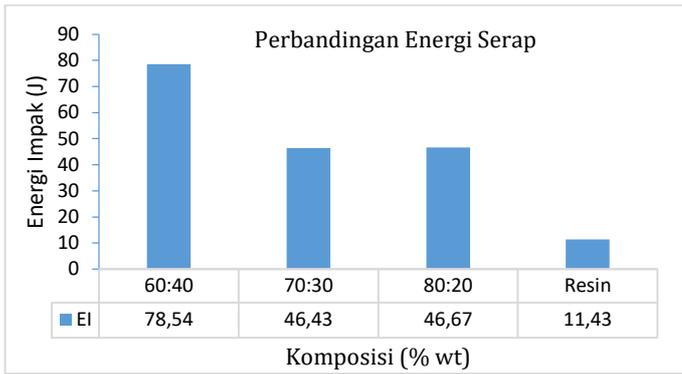
Data yang diperoleh dari hasil pengujian kekuatan *impact* ditampilkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Impact Bahan

Komposisi	Energi Serap (J)
60%:40%	78,54
70%:30%	46,43
80%:20%	46,67
Poliester	11,43

Dari masing-masing komposisi, nilai energi serap tertinggi pada komposisi 60%:40% dengan nilai 78,54 J. Dari ketiga komposisi tersebut dapat dilihat bahwa bahan dengan komposisi 60%:40% lebih tangguh dari bahan dengan komposisi 80%:20% dan 70%:30%, juga lebih baik dari pada resin murni yang memiliki kekuatan impact paling rendah, yaitu 11,43 J, seperti ditunjukkan pada gambar 7.

Gambar 7 memperlihatkan makin banyak jumlah serbuk kelapa dalam bahan campuran (komposit), makin tinggi energi serap yang dimiliki bahan. Kecenderungan tersebut menunjukkan makin berkurangnya kegetasan bahan jika jumlah serbuk kelapa makin banyak. Selaras dengan hasil tersebut terlihat dari nilai energi impact resin polyester murni. Pengujian impact menunjukkan harga energi impact bahan murni jauh lebih kecil. Dari nilai harga impact yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk kelapa menurunkan kegetasan bahan.



Gambar 7. Energi Impak masing-masing bahan

Hal yang sama dilakukan pada pengujian tarik, dengan tiga spesimen uji, yaitu spesimen dengan komposisi 20%:80%, 30%:70% dan 40%:60%. Kekuatan tarik bahan mengikuti persamaan:

$$\sigma = F/A \quad \text{dan} \quad \epsilon = \Delta L/L$$

dimana;

σ = tegangan (N/m²),

ϵ = regangan (%)

F = gaya tarik (N) ;

A = luas penampang (m²)

ΔL = pertambahan panjang (m) ; L = panjang awal (m)

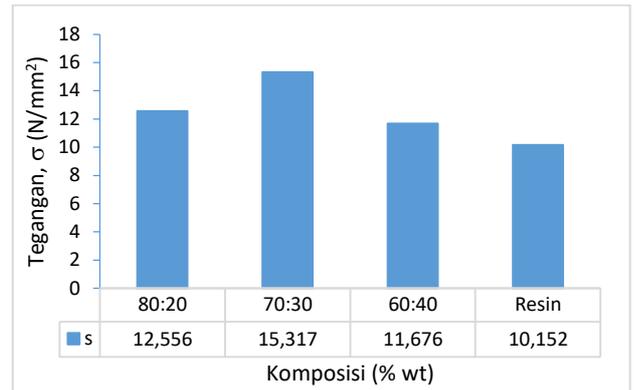
Data yang diperoleh dari hasil pengujian kekuatan tarik ditampilkan pada table 2 di bawah ini.

Tabel 2. Tegangan tarik Bahan

Komposisi	Tegangan (N/mm ²)
60%:40%	11,676
70%:30%	15,317
80%:20%	12,556
Poliester	10,152

Hasil ini selaras dengan kajian yang dilakukan oleh banyak peneliti, yang kemudian menyimpulkan bahwa komposit yang berpenguat serat tanaman, hingga taraf komposisi tertentu, sifat mekaniknya akan meningkat juga seiring dengan pertambahan volume berat serat, sifat mekanik yang meningkat adalah kekuatan tarik, bending, serta kekuatan impact (Bagus dan Heri, 2018; Stark dan Rowlands, 2003)

Hasil menarik yang diperoleh, seperti yang ditunjukkan table 2 dan gambar 8, memperlihatkan tegangan tarik bahan komposit mencapai maksimal pada komposisi 70%:30%, dengan nilai tegangan sebesar 15,3 N/mm². Hasil pengujian tarik juga menunjukkan peningkatan tegangan tarik seiring penambahan serbuk ke dalam bahan campuran. Tegangan tarik resin murni sebesar 10,1 N/mm², terlihat lebih kecil dari tegangan tarik campuran dengan penambahan serbuk 20% berat sebesar 12,5 N/mm².



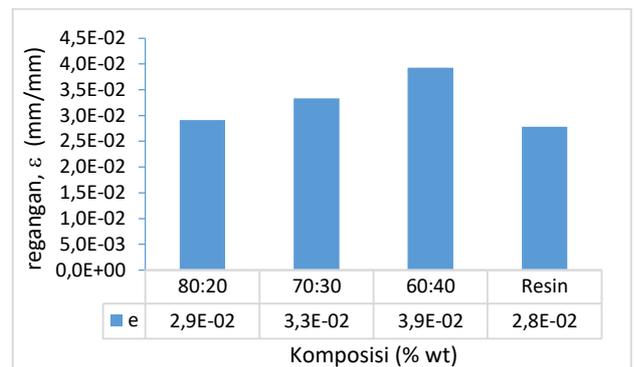
Gambar 8. Tegangan tarik masing-masing bahan

Bersesuaian dengan itu, regangan tarik yang dihasilkan menunjukkan bahan komposit merupakan bahan yang tergolong getas. Kegetasan dapat terlihat dari nilai regangan yang kecil, yang dilihat pada table 3 dan gambar 9, terkecil terdapat pada regangan resin murni sebesar $2,8 \times 10^{-2}$ mm/mm yang menandakan bahwa bahan dari resin murni lebih getas.

Tabel 3. Regangan tarik Bahan

Komposisi	Regangan (mm/mm)
60%:40%	3,9E-02
70%:30%	3,3E-02
80%:20%	2,9E-02
Resin Poliester	2,8E-02

Hasil pengujian, juga menunjukkan makin banyak pengisi, yaitu bahan serbuk yang dimasukkan, makin berkurang kegetasan bahan campuran komposit yang dihasilkan. Regangan tertinggi terdapat pada komposisi bahan 60%:40%, yaitu jumlah serbuk paling tinggi pada penelitian ini yang sekaligus menunjukkan kemampuan meregang dari bahan yang paling baik.



Gambar 9. Regangan tarik masing-masing bahan

Regangan dan tegangan tarik bahan dalam pengujian yang dilakukan juga memberikan nilai modulus elastisitas bahan. Pengujian yang dilakukan menunjukkan tegangan maksimum dan tegangan patah tidak dapat dibedakan, sehingga perhitungan modulus elastisitas bahan dapat dilakukan terhadap tegangan tarik maksimum bahan saja.

Hasil perhitungan modulus elastisitas bahan komposit tidak diperlihatkan pada tulisan ini.

Bakri, Sri C., Andi D. 2013. *Efek Kondisi Lingkungan Komposit Serat Sabut Kelapa Sebagai Penguat Terhadap Kekuatan Impak Untuk Aplikasi Baling-baling Kincir Angin*. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII (SNTTM XII)

Kesimpulan

Pengujian kekuatan tarik dan kekuatan impak dari bahan campuran serbuk kulit kelapa dengan resin polyester telah dilakukan. Hasil pengujian menunjukkan penambahan serbuk kulit kelapa meningkatkan kekuatan impak bahan dengan cukup signifikan. Sementara itu, hasil pengujian tarik menunjukkan peningkatan yang tidak terlalu signifikan terhadap kekuatan tarik dan regangan tarik bahan setelah ditambah serbuk kulit kelapa.

References

- ASTM D 638-02. 2002. *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*. An American National Standard.
- ASTM-D265. 2002. *Standard Test Method for impact testing materials too flexible or too thin*. An American National Standard
- Yuliana M. Dewi. 2017. *Optimalisasi Bahan Baku Kelapa*. Warta Ekspor Edisi September. Kemendag.go.id
- Maloney, T. M. 1993. *Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Inc. San Francisco. USA.
- Kristanto. 2007. *Analisa teknis dan ekonomis penggunaan serat ijuk sebagai alternatif bahan komposit pembuatan kulit kapal ditinjau dari kekuatan tarik*. Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, UNDIP. Semarang
- Nayiroh, N. 2013. *Teknologi Material Komposit*. Universitas Islam Negeri. Malang
- Kaleb P., Arif H. P., Daniel A. C. 2019. *ketangguhan impak dan kekuatan tarik komposit fiberglass/clay filler bermatriks unsaturated polyester bqt-ex 157*. Jurnal Teknik Atw. Edisi. 22/ATW/September/2019.
- Yohanes I. 2008. *Kekuatan tarik dan impak komposit partikel arang kayu jati bermatriks epoxy*. Skripsi. Univ Sanata Dharma.
- Ari W. G. 2021. *Analisa kekuatan tarik dan impak bahan komposit hibrid berpenguat serbuk kayu akasia dan tandan kosong kelapa sawit*. Skripsi. Universitas Islam Riau.
- Rezza R. Victor D.W. 2021. *analisis kekuatan tarik dan impak material komposit polimer dalam aplikasi fiberboat*. Seminar Nasional Archipelago Engineering.
- Clareyna, E. D., Mawarani, L. J. 2013. *Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat Bagasse*. Teknik Pomits, 208-213.
- Minah, F. N., Astuti, S., Rastini, E. K. 2017. *Karakterisasi Material Komposit Polimer Polistyrene Dan Serat Tebu*. Industri Inovatif, 1-6
- Bagus T. M., Heri Y. 2018. *Analisis kekuatan impak pada komposit serat daun nanas untuk bahan dasar pembuatan helm SNI*. Jurnal Kompetensi Teknik Vol. 10, No.2.
- Stark, N. M., Rowlands, R. E. 2003. *Effects of Wood Fiber Characteristics on Mechanical Properties of Wood/Polypropylene Composites*. Wood and Fiber Science, 35(2), 167-174.