

SIFAT KUAT TARIK MATERIAL KOMPOSIT HIBRID BERPENGUAT SERAT IJUK DAN SABUT KELAPA DENGAN ORIENTASI SERAT ACAK

Ilham, Bakri, Ramang Magga

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tadulako

Description Alternative: Abstract: The tensile strength of maerial composite hybrid fiber fibers and coconut fiber with random fiber orientation. This study aims to test the tensile strength of hybrid composite materials with fiber reinforcement fibers and coconut fiber, in order to determine the mechanical ability of the material in relation to withstand the load or the force acting, so it can be known the tensile strength value caused.

Composite materials used are coconut fiber which experiences 5% NaOH immersion for 24 hours and fibers without treatment. With a volume fraction of palm fiber and coconut fiber 30%: 0%, 10%: 20%, 15%: 15%, 20%: 10% and 0%: 30%. The hybrid composites that have been printed are then formed into tensile test specimens with ASTM D 638-02 standard.

The results of the highest tensile strength testing in the volume fraction of palm fiber and coconut fiber 15%: 15%, which is 23.48 MPa. Then the lowest tensile strength is 0%: 30% which is 17.19 MPa. The highest tensile strain at the 20%: 10% volume fraction is 31.49%. Then the lowest tensile strain 30%: 0% is 27.38%. The highest modulus of elasticity at a volume fraction of 30%: 0% is 76.14 MPa. Then the lowest modulus of elasticity is 0%: 30% which is 55.33 MPa. Macro photo results in every variation of coconut fiber and coconut fiber fiber tend to show in brittle or brittle fractures and fiber pull out.

Keywords: Hybrid composite, tensile strength, palm fiber, coconut fiber, random

Abstrak: Sifat kuat tarik maerial komposit hybrid berpenguat serat ijuk dan sabut kelapa dengan orientasi serat acak. Penelitian ini bertujuan untukmelakukan pengujian sifat kuat tarik pada material komposit hibrid dengan penguat serat ijuk dan serat sabut kelapa, guna mengetahui kemampuan mekanis material tersebut dalam kaitannya menahan beban atau gaya yang bekerja, sehingga dapat diketahui nilai kuat tarik yang ditimbulkan.

Bahan penyusun komposit yang digunakan adalah serat sabut kelapa yang mengalami perendaman NaOH 5% selama 24 jam dan serat ijuk tanpa perlakuan. Dengan fraksi volume serat ijuk dan serat sabut kelapa 30%:0%, 10%:20%, 15%:15%, 20%:10% dan 0%:30%. Komposit hibrid yang telah dicetak kemudian dibentuk menjadi spesimen uji tarik dengan standar ASTM D 638-02.

Hasil pengujian kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume serat ijuk dan serat sabut kelapa 15%:15%, yaitu 23,48 MPa. Kemudian kekuatan tarik terendah 0%:30% yaitu 17,19 MPa. Regangan tarik tertinggi pada fraksi volume 20%:10% yaitu 31,49%. Kemudian regangan tarik terendah 30%:0% yaitu 27,38%. Modulus elastisitas tertinggi pada fraksi volume 30%:0% yaitu 76,14 MPa. Kemudian modulus elastisitas terendah 0%:30% yaitu 55,33 MPa. Hasil foto makro disetiap variasi serat ijuk dan serat sabut kelapa cenderung menunjukkan pada patah getas atau *brittle* serta mengalami *fiber pull out*.

Kata Kunci : Komposit hibrid, kuat tarik, serat ijuk, serat sabut kelapa, acak.

PENDAHULUAN

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serat alam merupakan bahan penguat untuk menghasilkan bahan komposit yang ringan, kuat, ramah lingkungan, serta ekonomis. Bakri, (2011) menyatakan bahwa terkait dengan penggunaan serat alam sebagai penguat dalam komposit, serat alam mempunyai keuntungan dibandingkan dengan serat sintetik, antara lain kekuatan spesifik dan modulusnya yang tinggi, densitas rendah, harga yang murah, melimpah dibanyak negara, emisi polusi yang lebih rendah dan dapat di daur ulang.

Serat alam mulai banyak dikembangkan sebagai material komposit pengganti logam dalam sektor industri otomotif dan produksi kertas. Sulawesi Tengah merupakan salah satu daerah yang menghasilkan serat alam yang pesat yaitu serat ijuk yang berada di Kabupaten Buol.

Salah satu jenis komposit alam yang dapat digunakan adalah komposit dengan bahan penguat serat alam seperti serat sabut kelapa. Menurut Bakri(2011), serat sabut kelapa telah diteliti penggunaannya sebagai penguat dengan berbagai variasi perlakuan permukaan, variasi fraksi volume dan variasi ukuran, namun masih memerlukan penelitian-penelitian lanjutan untuk mendapatkan komposit serat sabut kelapa yang dapat digunakan sesuai dengan aplikasinya.

Sabut kelapa sebagai serat mempunyai kekuatan impak yang lebih tinggi dibanding dengan serat *jute* dan kenaf sebagai serat penguat propiopilen. Kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa yang orientasi serat acak atau random mempunyai kekuatan lentur yang lebih tinggi dan memiliki potensi digunakan sebagai bangunan non-struktur (So'e, 2015). Beberapa produk yang mungkin dapat dibuat dari komposit serat sabut kelapa adalah badan perahu nelayan, sandaran kursi, kursi stadion, dan penutup bak sampah (Bakri, 2011). Dengan demikian komposit sabut kelapa memiliki potensi sebagai material

alternatif pengganti kayu pada pembuatan kapal kayu.

Bifel (2015) dalam studinya menyatakan bahwa komposit serat adalah komposit yang terdiri dari serat dan matrik. Secara alami, serat yang panjang mempunyai kekuatan yang lebih besar dibanding serat yang berbentuk curah (*bulk*). Serat yang digunakan bisa berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid (*poly aramide*), dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

Putra (2015) telah meneliti sifat mekanis komposit hibrid diperkuat serat sabut kelapa dan agave dengan matriks epoksi. Hasil pengujiannya didapatkan nilai kekuatan tarik pada komposit hibrid pada fraksi volume 10%K:20%A sebesar 46,48 MPa, fraksi volume 15%K:15%A sebesar 48,37 MPa dan fraksi volume 20%K:10%A sebesar 40,01 MPa. Sedangkan untuk nilai regangan tarik tertinggi terdapat pada komposit hibrid dengan fraksi volume 10%K:20%A sebesar 14,67% sedangkan yang terendah terdapat pada komposit hibrid dengan fraksi volume 20%K:10%A sebesar 12,89%. Regangan tarik pada fraksi volume 15%K:15%A sebesar 13,95%, dan untuk nilai modulus elastisitas pada fraksi volume 10%K:20%A sebesar 306,30 MPa, fraksi volume 15%K:15%A sebesar 329,75 MPa dan fraksi volume 20%K:10%A sebesar 293,38 MPa.

Allo (2015) dengan menggunakan komposit hibrid serat kelapa dan serat agave bermatriks poliester, mendapatkan hasil kekuatan tarik rata-rata dengan perbandingan serat agave dan serat sabut kelapa 25%K:5%A yaitu sebesar 53,48 MPa. Kemudian kekuatan tarik terendah terdapat pada komposit hibrid dengan perbandingan serat secara berurutan yaitu 20%K:10%A, 15%K:15%A dengan masing-masing kekuatan tarik sebesar 47,05 MPa dan 37,42 MPa. Untuk regangan tarik rata-rata tertinggi terdapat pada komposit hibrid dengan perbandingan fraksi volume serat agave dan

serat sabut kelapa yaitu 20%K:10%A yaitu sebesar 11,62%, kemudian regangan tarik terendah secara berurutan terdapat pada komposit hibrid dengan perbandingan fraksi volume serat 25%K:5%A dan 15%K:15%A, yaitu masing-masing sebesar 11,13% dan 10,61%. Kemudian modulus elastis rata-rata tertinggi berada pada komposit hibrid dengan fraksi volume serat 25%K:5%A yaitu sebesar 445,84 MPa. Kemudian modulus elastis terendah secara berurutan berada pada komposit hibrid dengan fraksi serat 20%K:10%A, 15%K:15%A yaitu sebesar 377,98 MPa dan 331,11 MPa.

Muhajir, dkk, (2016) mengkaji tentang objek penelitian berupa serat alam (ijuk) yang dipilih karena melimpahnya sumber daya alam tersebut. Spesimen matriks resin dibuat dengan standar ASTM D 638 M-84 dengan bahan resin epoksi dan katalis menggunakan metode pengecoran. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik pengujian laboratorium. Instrumen yang digunakan berupa lembar pencatatan. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik ANOVA menggunakan bantuan SPSS. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kekuatan tarik komposit tertinggi dengan tata letak random sebesar 3,38 kgf/mm² dan perpanjangan sebesar 0,38 mm, *cross* sebesar 3,03 kg/mm² dan perpanjangan sebesar 0,86 mm, *continuous* sebesar 2,24 kg/mm² dan perpanjangan sebesar 1,03 mm, *woven* sebesar 1,64 kg/mm² dan perpanjangan sebesar 0,64 mm. Bentuk patahan menunjukkan bahwa hasil pengujian tarik mengalami patahan getas, karena ujung patahan terdapat patahan 90⁰ dan kasar, adanya mekanisme *fiber pull out*, Hal ini menunjukkan lemahnya ikatan antara serat dan matriks karena serat mengandung lapisan seperti lilin (*lignin* dan kotoran lainnya) yang menghalangi ikatan *interface* antara serat dengan matriks, sedangkan ada yang tidak terlalu menunjukkan *fiber pull out*, karena ikatan *interface* antara serat dan matriks kurang kuat dan ada yang tidak menunjukkan terjadi *fiber pull out*, karena

ikatan *interface* antara serat dan matriks sangat kuat. Hal ini membuktikan bahwa jenis tata letak serat penguat juga berpengaruh besar terhadap bahan komposit.

Dari dasar pemikiran yang dilakukan, bahwa penelitian ini bermaksud melakukan pengujian sifat kuat tarik material komposit hibrid berpenguat serat ijuk dan sabut kelapa dengan orientasi serat acak, guna mengetahui kemampuan tarik material tersebut, sehingga dapat diketahui nilai kuat tarik yang ditimbulkan. Ada beberapa tujuan mendasar dari penelitian komposit hibrid adalah untuk mengetahui kekuatan tarik pada material komposit hibrid berpenguat serat ijuk dan sabut kelapa dengan orientasi serat acak dan bentuk/model patahan komposit hibrid setelah pengujian tarik.

TEORI DASAR

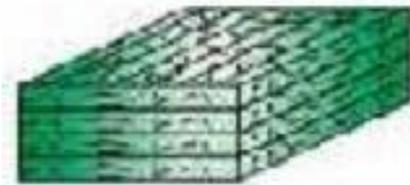
Komposit

Komposit berasal dari kata "*to compose*" yang artinya menyusun atau penggabungan. Dimana komposit ini adalah gabungan dari beberapa unsur material yang berbeda-beda dan dibuat menjadi suatu bahan yang baru. Secara garis besar komposit dapat diartikan sebagai gabungan atau campuran dari dua atau lebih bahan pembentuk utamanya sehingga tidak dapat dipisahkan, dapat dilihat sifat mekanis dari komposit itu sendiri. Salah satu keuntungan material komposit adalah kemampuan material tersebut untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang kita kehendaki, hal ini dinamakan "*tailoring properties*" dan ini adalah beberapa sifat istimewa komposit yaitu ringan, kuat, tidak terpengaruh korosi, mampu bersaing dengan logam dan juga tidak kehilangan karakteristik serta kekuatan mekanisnya. Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*)

Komposit Hibrid

Komposit hibrid merupakan komposit gabungan antara dua jenis serat yang

berbeda atau gabungan antara dua tipe serat yang berbeda. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan. Bahan penguat yang paling sering digunakan adalah serat gelas (fisik komponen ditentukan oleh kandungannya). Faktor kekuatan dan ketegaran adalah fraksi volume serat, arah serat dalam matriks, penampang lintang serat, sifat mekanis serat maupun matriks dan kuat ikat serat matriks. Arah serat penguat menentukan kekuatan komposit, arah serat sesuai dengan kekuatan maksimum (Gibson, 1994). Tujuan hibridisasi adalah untuk menghasilkan material yang mengandung kelebihan dari penyusunnya, seperti pada Gambar 2.1. di bawah ini.



Gambar 2.1. Komposit hibrid, (Gibson, 1994)

Kelebihan Material Komposit

Material komposit mempunyai beberapa kelebihan dibanding dengan bahan konvensional seperti logam. Kelebihan tersebut pada umumnya dapat dilihat dari beberapa hal seperti sifat mekanis, proses pengerjaan dan biaya.

Pada umumnya pemilihan bahan matriks dan serat memainkan peranan penting dalam menentukan sifat-sifat mekanik dan sifat komposit. Gabungan matriks dan serat dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang cukup tinggi. Ada dua hal yang terkait dengan bahan komposit, yaitu :

1. Gabungan matriks dan serat dapat menghasilkan komposit yang mempunyai kekuatan dan kekakuan yang cukup tinggi.
2. Bahan komposit mempunyai densitas yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan bahan konvensional. Pengurangan berat adalah satu aspek yang penting dalam industri pembuatan otomotif.

3. Komposit mempunyai kelebihan dari segi *versatility* (berdaya guna) yaitu produk yang mempunyai gabungan sifat-sifat yang dapat dihasilkan dengan mengubah sesuai jenis matriks dan serat yang digunakan. Contoh dengan menggabungkan lebih dari satu serat dengan matriks untuk menghasilkan komposit hibrid.

Serat alam

Serat alam merupakan serat yang banyak diperoleh di alam sekitar, yang berasal dari tumbuh-tumbuhan seperti serat pelepah pisang, sisal, bambu, nenas, sabut kelapa, serat pohon melinjo, serat ijuk pohon aren dan lain-lain.

Komposit dengan penguat serat (*fibrous composite*) sangat efektif, karena bahan dalam bentuk serat jauh lebih kuat dan kaku dibanding bahan yang sama dalam bentuk padat (*bulk*). Kekuatan serat terletak pada ukurannya yang sangat kecil, seperti dalam orde mikron. Ukuran yang kecil tersebut menghilangkan cacat-cacat dan ketidak sempurnaan kristal yang biasa terdapat pada bahan berbentuk padatan besar, sehingga serat menyerupai kristal tunggal yang tanpa cacat, dengan demikian kekuatannya sangat besar, seperti pada Tabel 2.1. di bawah ini.

Tabel 2.1. Beberapa sifat mekanis dari serat alam dan serat sintetik.

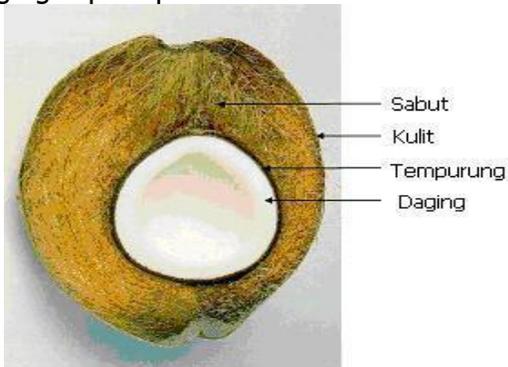
Serat	Densitas (g/cm ³)	Kekuatan Tarik (Mpa)	Modulus Elastisitas (Gpa)	Spesifik (E/d)	Regangan (%)	Penyerapan Air (%)
E-Glass	2.55	2400	73	29	3	-
Hemp	1.48	550-900	70	47	1.6	8
Jute	1.46	400-800	10-30	7-21	1.8	12
Ramie	1.5	500	44	29	2	12-17
Coir	1.25	220	6	5	15-25	10
Sisal	1.33	600-700	38	29	2-3	11
Flax	1.4	800-1500	60-80	26-46	1.2-1.6	7
Cotton	1.51	400	12	8	3-10	8-25

Sumber : (Wambua, dkk, 2003)

Serat Sabut Kelapa (*Coir*)

Sudarsono, dkk (2010), sabut kelapa atau kulit kelapa yang terdiri dari serat yang terdapat di antara kulit dalam yang keras batok, terususun kira-kira 35% dari berat total buah kelapa yang dewasa. Serat sabut

kelapa memiliki dayaapung yang tinggi, tahan terhadap bakteri, air garam dan harga murah, sedangkan kelemahannya ialah tergolong serat kaku. Sabut kelapa tersusun atas unsur organik dan mineral yaitu: pectin dan *hemisellulose* (merupakan komponen yang larut dalam air), *lignin* dan *selulose* (komponen yang tidak larut dalam air), kalium, kalsium, magnesium, nitrogen serta protein. Perbandingan komponen di atas tergantung dari umur sabut kelapanya, *lignin* pada serat sabut kelapa berkisar 40% - 50% serat sabut kelapa tergolong relatif pendek, sel seratnya sepanjang kira-kira 1 mm dengan diameter 15 mikron dan sehelai serat terdiri dari 30 - 300 sel atau lebih, dilihat dari penampang lintangnya. Panjang serat sabut berkisar 15 – 35 cm dengan diameter 0,1 – 1,5 mm. Serat sabut kelapa memiliki daya apung yang tinggi, tahan terhadap bakteri, air garam dan murah, sedang kelemahannya ialah tergolong serat kaku. Buah kelapa tersusun dari kulit, sabut, tempurung dan daging seperti pada Gambar 2.2. di bawah ini.



Gambar 2.2. Struktur buah kelapa (Bakri, 2010)

Serat sabut kelapa mempunyai kandungan *lignin* yang cukup tinggi dibanding dengan selulosa yang menyebabkan serat tersebut menjadi ulet, kuat dan tahan lama, dapat dilihat pada Tabel 2.2. di bawah ini.

Tabel 2.2. Beberapa komposisi kimia serabut kelapa.

Komposisi	Nilai (%)
-----------	-----------

Selulosa	32-43
Hemiselulosa	0.15-0.25
Lignin	40-45
Pektin	3-4
Kelembaban	8

Sumber : (Sari dkk, 2013)

Selain itu serat sabut kelapa umumnya bersifat insulator, peredam suara dan anti statik. Kelebihan lain dari serat ini adalah lebih tahan terhadap bakteridan jamur serta mampu bertahan lebih lama terhadap perendaman tanpamengalami disintegrasi.

Bakri (2010), menyatakan bahwa semakin besar diameter serat sabut kelapa, maka kekuatan dan modulus *young* semakinkecil. Bakri dan Eichhorn (2010), telah meninjau sifat mikromekanik deformasi serat sabut kelapa dengan menggunakan *ramanspectroscopy*. Serat sabut kelapa memiliki kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang lebih rendah dibanding dengan serat lainnya namun elongasinya yang lebih tinggi.

Serat Ijuk

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau sera tini sangatlah istimewa dibandingkan serat alam lainnya. Serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren seperti pada gambar 2.3. dan memiliki banyak keistimewaan diantaranya :

- Tahan lama
- Tahan terhadap asam dan garam air laut.
- Mencegah penembusan rayap tanah.



Gambar 2.3. Serat ijuk

Resin Poliester

Resin poliester merupakan jenis resin *thermosetting*. Resin *unsaturatedpolyester*

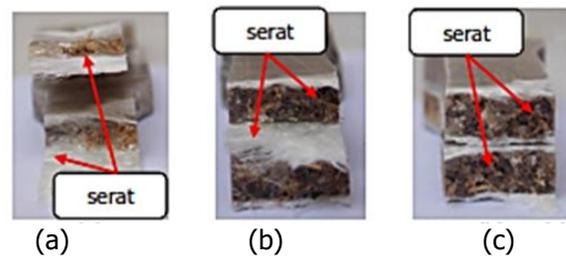
(UP) adalah matriks yang paling banyak dipakai untuk pembuatan komposit. Resin UP ini digunakan mulai dari proses pembuatan dengan metode *hand lay up* hingga metode yang lebih kompleks seperti *filament winding*, resin *injection molding* dan resin *transfer molding*.

Sebagai bahan penyusun utama dari komposit, matriks/resin harus mengikat (serat) secara optimal agar beban yang diterima dapat diteruskan oleh serat secara maksimal sehingga diperoleh kekuatan yang tinggi. Purwanto (2009) dalam studinya matriks mempunyai fungsi sebagai berikut :

1. Matriks memegang dan mempertahankan serat tetap pada posisinya.
2. Pada saat pembebanan, merubah bentuk dan mendistribusikan tegangan ke unsur utamanya yaitu sebuk.
3. Memberikan sifat tertentu bagi komposit, misalnya : keuletan, ketangguhan dan ketahanan panas.
4. Melindungi serat dari gesekan mekanik.
5. Melindungi serat dari pengaruh lingkungan.
6. Tetap stabil setelah proses manufaktur.

Model Patahan Pada Material Komposit

Pada Gambar 2.4. menunjukkan beberapa hasil perpatahan dari pengujian tarik yang terjadi pada komposit hibrid dengan fraksi volume serat sabut kelapa dan serat gelas. Pada Gambar 2.4. a dan b, jenis perpatahan spesimen menunjukkan jenis patahan ulet, karena pada fraksi volume serat sabut kelapa 10% : 20% serat gelas tampak bahwa lapisan serat gelas terlepas dari lapisan serat sabut kelapa, hal ini dipengaruhi oleh ikatan *interfacial bonding* antara serat dan matriks. Dari hasil perpatahan terlihat juga adanya *fiber pull out* dimana serat tercabut dari matriksnya. Pada Gambar 2.4. c terlihat dari jenis perpatahan spesimen menunjukkan jenis patahan getas, karena pada fraksi volume serat sabut kelapa 20% : 10% serat gelas tampak bahwa patahan yang terjadi tidak ada *fiber pull out* di mana serat tercabut dari matriksnya (So'e, 2015).



Gambar 2.4 Foto permukaan patahan pada uji tarik. (a) patahan spesimen komposit hibrid fraksi volume serat sabut kelapa 10% : 20% serat gelas, (b) patahan spesimen komposit hibrid fraksi volume serat sabut kelapa 15% : 15% serat gelas, (c) patahan spesimen komposit hibrid fraksi volume serat sabut kelapa 20% : 10% serat gelas.

Fraksi Volume

Jumlah kandungan serat dalam komposit, merupakan hal yang menjadi perhatian khusus pada komposit yang diperkuat oleh serat. Untuk memperoleh komposit yang berkekuatan tinggi, maka distribusi serat dan matriks haruslah merata pada proses pencampuran untuk mengurangi timbulnya *void*. Jika selamapembuatan komposit diketahui massa serat dan matriks, serta berat jenis serat dan matriks, maka fraksi volume dan fraksi massa serat dapat dihitung dengan persamaan:

$$V_f = \text{Volume komposit (cm}^3\text{)} \times \text{jumlah variasi serat (\%)} \quad (2.1)$$

$$m_s = \rho_s \cdot V_f \quad (2.2)$$

Dimana :

- m_s = Massa serat (gr)
- ρ_s = Densitas serat (gr/cm³)
- V_f = Volume serat (cm³)

Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan dengan standar ASTM D 638-02 dengan tujuan untuk mencari tegangan dan regangan (*stress strain test*). Dari pengujian ini dapat diketahui beberapa sifat mekanik material yang sangat dibutuhkan dalam desain rekayasa yaitu

kekuatan (tegangan), keuletan/regangan (elongasi) dan modulus elastis. Hal ini menyatakan bahwa hubungan antara tegangan dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.3)$$

Dimana :

σ = Tegangan (MPa)

F = Beban (N)

A = Luas penampang (mm²)

Menyatakan bahwa besarnya regangan adalah jumlah pertambahan panjang karena pembebanan dibandingkan dengan panjang daerah ukur (*gage length*). Nilai regangan ini adalah regangan proporsional yang didapat dari garis. Proporsional pada grafik tegangan-tegangan hasil uji tarik komposit.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2.4)$$

Dimana :

ϵ = Regangan

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

L_0 = Panjang spesimen sebelum ditarik (mm)

Menyatakan bahwa pada daerah proporsional yaitu daerah dimana tegangan-regangan yang terjadi masih sebanding, defleksi yang terjadi masih bersifat elastis dan masih berlaku hukum *hooke*. Besarnya nilai modulus elastisitas komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional dapat dihitung dengan persamaan.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (2.5)$$

Dimana :

E = Modulus elastisitas (MPa)

σ = Kekuatan tarik (MPa)

ϵ = Regangan

METODOLOGI PENELITIAN

Metode Pengujian Sampel

Metode yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini adalah analisis dan pembuatan komposit serat ijuk dan serat sabut kelapa yang dihibrid sebagai penguat. Metode ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu sebagai berikut :

Perlakuan serat :

Penguraian serat sabut kelapa, serat terlebih dahulu direndam ke dalam air selama 24 jam. Serat yang sudah terurai kemudian direndam dalam larutan NaOH 5% selama 24 jam untuk membersihkan lapisan serat dari *lignin*, dan kotoran lainnya. Setelah perendaman dengan larutan NaOH, serat kemudian dikeringkan untuk mengurangi kandungan air dalam serat, karena kandungan air yang terdapat dalam serat dapat menurunkan sifat mekanis dari serat.

Pembuatan sampel komposit :

Komposisi pembuatan sampel komposit dilakukan dengan kandungan serat dan matriks dengan fraksi volume serat 30% dan matriks 70%. Sampel yang dicetak terbuat dari serat ijuk yang tidak mengalami perlakuan perendaman NaOH dan serat sabut kelapa yang mengalami perlakuan perendaman NaOH 5% dengan ukuran cetakan sampel 30 cm x 30 cm x 0,5 cm. Kemudian ditekan dengan menggunakan alat penekanan sebesar 5 Ton. Hasil cetak komposit dibentuk menjadi spesimen uji tarik sebanyak 5 spesimen pada setiap variasi, seperti pada Tabel 3.1. di bawah ini.

Tabel 3.1. Fraksi volume serat ijuk dan serat sabut kelapa

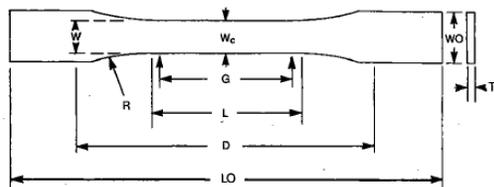
No	Fraksi Volume Serat Ijuk (%)	Fraksi volume Serat Sabut Kelapa (%)	Fraksi volume Matriks (%)
1	30	0	70
2	10	20	70
3	15	15	70
4	20	10	70
5	0	30	70

Pengujian sampel komposit

Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian serat ijuk dan seratsabut kelapa sebagai penguat komposit seperti berikut:

3.3.1. Pengujian Tarik :

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui sifat mekanis dari suatumaterial yang dalam pengujian ini dilakukan pada material komposit. Padaprinsipnya, beban statis yang diberikan pada komposit yang dapatmenimbulkan perpatahan atau kerusakan setelah mengalami kekuatan tariklebih besar dari kekuatan komposit. Spesimen uji tarik mengacu padastandar ASTM D 638-02 yang ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. ASTM Spesimen Uji Tarik D 638-02

Tabel 3.2. Keterangan simbol uji tarik ASTM D 638-02

Simbol	Keterangan	Mm
W	Lebar bagian yang diuji	13 ± 0,5
L	Panjang bagian yang diuji	57 ± 0,5
Wo	Lebar keseluruhan, min	19 ± 0,5
Lo	Panjang keseluruhan, min	165
G	Panjang gape	50 ± 0,5
D	Jarak antara grip	115 ± 0,5
R	Radius filet	76 ± 1
T	Ketebalan	5

PEMBAHASAN

Hasil Perlakuan Serat

Perlakuan serat sabut kelapa dilakukan dengan perendaman NaOH selama 24 jam. Penggunaan komposisinya meliputi campuran NaOH dan air dimana NaOH sebesar 5% dilarutkan kedalam air sebanyak 95%. Fenomena yang terjadi pada saat perendaman NaOH warna air berubah menjadi coklat dan warna serat yang tadinya

berwarna coklat muda berubah warna menjadi coklat tua, (Gambar 4.1). Hal ini disebabkan oleh penggunaan bahan kimia NaOH yang berfungsi membersihkan lapisan luar dan dinding serat sabut kelapa.

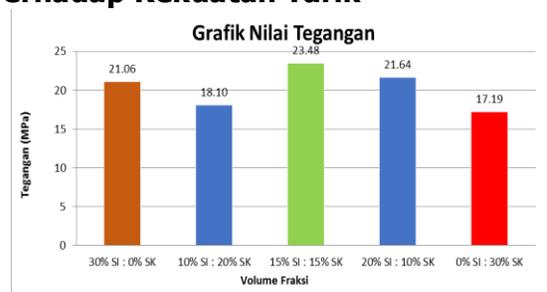


Gambar 4.1. Serat sabut kelapa dalam proses perendaman NaOH 5%

Kekuatan Tarik Komposit

Pada pengujian kekuatan tarik komposit hibrid menggunakan standar ASTM D638-02. Di mana pada pengujian ini ada lima variasi fraksi volume serat komposit hibrid yang akan dibandingkan yaitu fraksi volume 10% serat sabut kelapa : 20% serat ijuk, 15% serat sabut kelapa : 15% serat ijuk, 20% serat sabut kelapa : 10% serat ijuk, 30% serat sabut kelapa dan 30% serat ijuk. Dalam pengujian tarik ada 3 variabel yang akan ditentukan yaitu kekuatan tarik (σ), regangan (ϵ) dan modulus elastisitas (E).

Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik



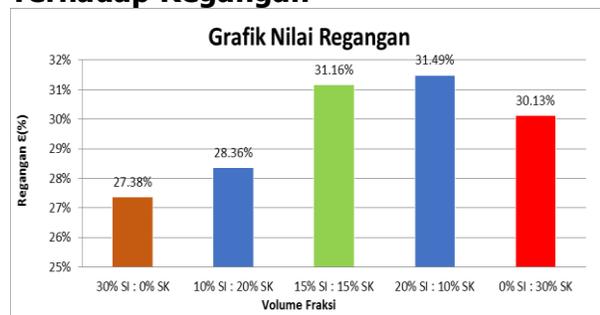
Gambar 4.2. Hubungan kekuatan tarik terhadap fraksi volume serat komposit hibrid

Dari grafik di atas terlihat bahwa komposit hibrid serat ijuk dan sabut kelapa dengan fraksi volume (30% serat ijuk : 0% serat sabut kelapa) memiliki nilai kekuatan tarik 21,06 Mpa, fraksi volume (10% serat ijuk : 20% serat sabut kelapa) memiliki nilai kekuatan tarik 18,10 Mpa, fraksi volume (15% serat ijuk : 15% serat sabut kelapa) memiliki nilai kekuatan tarik 23,48 Mpa, fraksi volume (20% serat ijuk : 10% serat sabut kelapa) memiliki nilai kekuatan tarik 21,64 Mpa dan fraksi volume (0% serat ijuk : 30% serat sabut kelapa) memiliki nilai kekuatan tarik 17,19 Mpa.

Dari hasil pengujian tarik pada Gambar 4.2. didapatkan nilai kekuatan tarik (tegangan) maksimum terdapat pada komposit hibrid dengan fraksi volume (serat ijuk 15% : 15% serat sabut kelapa) yang mempunyai nilai kekuatan tarik lebih tinggi yaitu sebesar 23,48 MPa, sedangkan fraksi volume (serat ijuk 0% : 30% serat sabut kelapa) yang mempunyai nilai kekuatan tarik terendah yaitu sebesar 17,19 MPa. Dalam hal ini menyatakan bahwa serat sabut kelapa memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah dibanding dengan serat lainnya, namun elongasinya yang lebih tinggi (Bakri dan Eichhorn, 2010).

Selain itu, serat ijuk kekuatan tariknya lebih tinggi dibandingkan serat *coir*, serat eceng gondok, serat nanas (Munandar, dkk, 2013).

Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Regangan



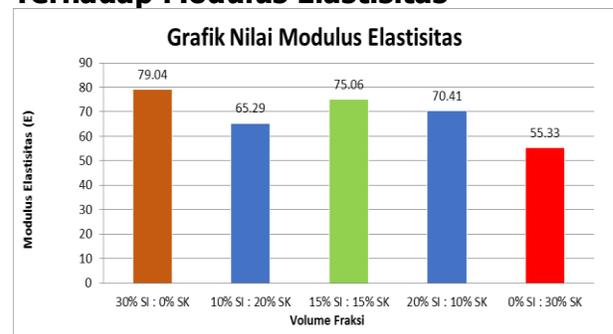
Gambar 4.3. Hubungan regangan terhadap fraksi volume serat komposit hibrid.

Dari grafik di atas terlihat bahwa komposit hibrid serat ijuk dan sabut kelapa dengan

fraksi volume (30% serat ijuk : 0% serat sabut kelapa) memiliki nilai regangan 27,38% atau 0,2738, fraksi volume (10% serat ijuk : 20% serat sabut kelapa) memiliki nilai regangan 28,36% atau 0,2836, fraksi volume (15% serat ijuk : 15% serat sabut kelapa) memiliki nilai regangan 31,16% atau 0,3116, fraksi volume (20% serat ijuk : 10% serat sabut kelapa) memiliki nilai regangan 31,49% atau 0,3149 dan fraksi volume (0% serat ijuk : 30% serat sabut kelapa) memiliki nilai regangan 30,13% atau 0,3013.

Dari hasil pengujian tarik pada gambar 4.3. didapatkan nilai regangan tarik maksimum terdapat pada komposit hibrid dengan fraksi volume (serat ijuk 20% : 10% serat sabut kelapa) yaitu sebesar 31,49% atau 0,3149, sedangkan nilai yang terendah terjadi pada komposit hibrid dengan fraksi volume (serat ijuk 30% : 0% serat sabut kelapa) yaitu dengan sebesar 27,38% atau 0,2738. Serat sabut kelapa memiliki kekuatan tarik dan modulus elastisitas yang lebih rendah dibanding dengan serat lainnya namun elongasinya (regangannya) yang lebih tinggi (Bakri dan Eichhorn, 2010).

Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Modulus Elastisitas



Gambar 4.4. Hubungan modulus Elastisitas terhadap fraksi Volume serat komposit hibrid.

Dari grafik di atas terlihat bahwa komposit hibrid serat ijuk dan sabut kelapa dengan fraksi volume (30% serat ijuk : 0% serat sabut kelapa) memiliki nilai modulus elastisitas 79,04 Mpa, fraksi volume (10% serat ijuk : 20% serat sabut kelapa) memiliki nilai modulus elastisitas 65,29 Mpa, fraksi

volume (15% serat ijuk : 15% serat sabut kelapa) memiliki nilai modulus elastisitas 75,06 Mpa, fraksi volume (20% serat ijuk : 10% serat sabut kelapa) memiliki nilai modulus elastisitas 70,41 Mpa dan fraksi volume (0% serat ijuk : 30% serat sabut kelapa) memiliki nilai modulus elastisitas 55,33 Mpa.

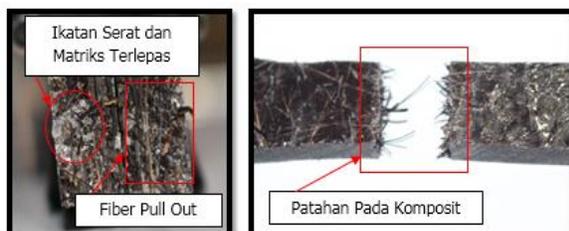
Dari hasil pengujian tarik pada gambar 4.4 didapatkan modulus elastisitas tertinggi terdapat pada komposit hibrid dengan fraksi volume (serat ijuk 30% : 0% serat sabut kelapa) yaitu sebesar 76,14 MPa, sedangkan modulus elastisitas terendah terdapat pada komposit hibrid dengan fraksi volume (serat ijuk 0% : 30% serat sabut kelapa) yaitu sebesar 55,33 MPa. Serat sabut kelapa memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah dibanding dengan serat lainnya namun elongasinya yang lebih tinggi (Bakri dan Eichhorn, 2010).

Selain itu, sifat ijuk tergolong keras, tahan air dan sulit dicerna oleh organisme perusak (Munandar, dkk, 2013).

Foto Patahan Spesimen Komposit Hibrid Serat Sabut Kelapa Dan Serat ijuk.

Hasil Patahan Uji Tarik

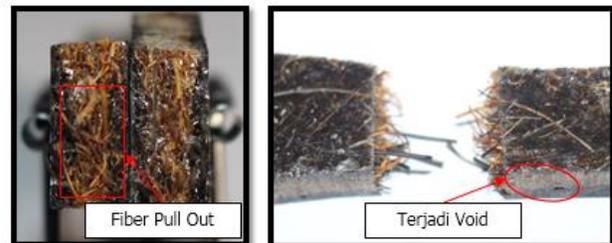
Spesimen yang telah melalui proses pengujian tarik dari beberapa variasi fraksi serat dan matriks/resin maka didapatkan hasil yang berbeda pada setiap variasi fraksi spesimen, hasil dari pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 dan 4.9. di bawah ini.



Gambar 4.5. a) Permukaan patahan komposit 30% SI : 0% SK, b) Penampang patahan komposit 30% SI : 0% SK.

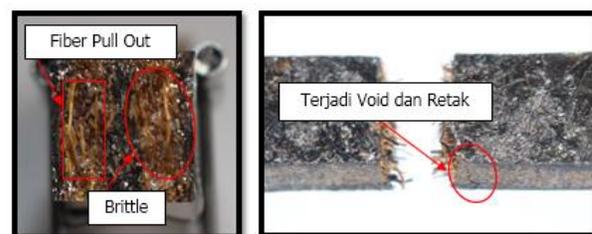
Dari Gambar 4.5. menunjukkan kondisi permukaan dan penampang komposit dengan fraksi volume serat 30% SI : 0% SK.

Dimana ikatan antara serat dan matriks yang tidak sempurna maka, hasil yang terjadi menyebabkan serat terlepas dari matriks terjadi *fiber pull out* ketika mendapatkan beban dari luar. Hal ini menunjukkan patah tersebut adalah getas atau *brittle*.



Gambar 4.6. a) Permukaan patahan komposit 10% SI : 20% SK, b) Penampang patahan komposit 10% SI : 20% SK.

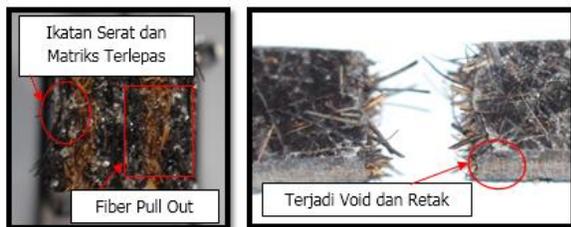
Dari Gambar 4.6. menunjukkan kondisi permukaan dan penampang komposit dengan fraksi volume serat 10% SI : 20% SK. Dimana pada penampang komposit menunjukkan patah getas atau *brittle*. Dari patahan komposit ada serat yang keluar *fiber pull out* dan terlihat tampak bercahaya atau mengkilat pada permukaannya. Serta pada posisi melintang penampangnya terlihat adanya *void* atau rongga udara akibat adanya udara luar yang terjebak saat pencetakan material serta orientasi serat yang tidak merata.



Gambar 4.7. a) Permukaan patahan komposit 15% SI : 15% SK, b) Penampang patahan komposit 15% SI : 15% SK.

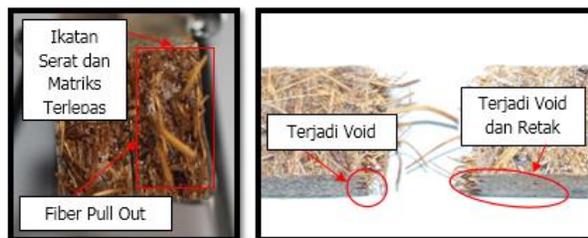
Dari Gambar 4.7. menunjukkan kondisi permukaan dan penampang komposit dengan fraksi volume serat 15% SI : 15% SK keadaan ini juga mempengaruhi kekuatan material komposit, karena memiliki fraksi

serat yang sama antara serat ijuk dan serat sabut kelapa. Pada permukaan patahan cenderung memperlihatkan patah getas (*Brittle*), hal tersebut terlihat pula permukaan penampang patahan yang terlihat mengkilat seperti bercahaya dan licin sehingga menandakan patahan yang terjadi adalah patah getas dan serat yang padat. Lebih mendominasi penampang komposit, keadaan ini juga terlihat ikatan antar serat dan matriks yang cukup baik, namun tetap terjadi *fiber pull out*.



Gambar 4.8. a) Permukaan patahan komposit 20% SI : 10% SK, b) Penampang patahan komposit 20% SI : 10% SK.

Dari Gambar 4.8. menunjukkan kondisi permukaan dan penampang komposit dengan fraksi volume serat 20% SI : 10% SK. Dimana komposit patah pada satu titik dan permukaannya mengalami retak dan adanya *void* disekitar penampang permukaan komposit. Penampang patahan menunjukkan sifat getas atau *brittle* kemudian dari permukaan patahan terjadi *fiber pull out* serta ikatan serat dan matriks terlepas.



Gambar 4.9. a) Permukaan patahan komposit 0% SI : 30% SK, b) Penampang patahan komposit 0% SI : 30% SK.

Dari Gambar 4.9. menunjukkan kondisi permukaan dan penampang komposit dengan fraksi volume serat 0% SI : 30% SK. Pada patahan dari sisi penampang dan juga permukaan menunjukkan pula patah getas

atau biasa disebut dengan *brittle*. Dalam permukaan pula menunjukkan ikatan serat dan matriks terlepas, serat komposit ada yang keluar sehingga mengalami *fiber pull out*. Namun dalam penampang menunjukkan pula terjadinya *void* atau rongga dan retak, hal ini mengakibatkan putusannya mengarah ke satu arah yaitu daerah berongga dan retak. Peningkatan kekuatan tarik ini menunjukkan perubahan pada *interface* antara serat dan matriks, karena kekuatan komposit adalah gabungan antara kekuatan matriks dan serat, sehingga akan tergantung dari *interface* tersebut, semakin baik ikatan antara serat dan matriks maka beban tarik yang diberikan pada komposit akan terdistribusi pada serat dengan baik, dan sebaliknya apabila *interface* serat dan matriks kurang kuat maka beban tarik hanya ditahan oleh matriks saja, sedangkan volume matriks sudah berkurang akibat penambahan serat. Dengan kata lain kekuatan komposit hanya terletak pada matriks saja. Mekanisme *pull out* terjadi ketika ikatan antara matriks/resin dan serat melemah ketika beban yang diberikan bertambah. Pada saat matriks/resin mengalami kegagalan, serat masih dapat menanggung beban, sehingga proses terjadinya patahan tidak berlangsung secara bersamaan.

KESIMPULAN

Dari hasil analisa dan perhitungan serta data-data yang diperoleh pada pengujian sifat mekanis komposit hibrid yang diperkuat serat ijuk dan serat sabut kelapa dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Bahwa dalam pengujian tarik didapatkan nilai kekuatan tarik tertinggi pada fraksi volume 15% SI : 15% SK yaitu sebesar 23,48 MPa, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah pada fraksi volume 0% SI : 30% SK yaitu sebesar 17,19 MPa.
2. Untuk hasil foto makro patahan uji tarik pada spesimen dengan volume serat ijuk dan sabut kelapa (10% : 20%, 15% : 15% dan 20% : 10%) didapatkan hasil patahan getas atau biasa disebut *brittle*,

dan permukaannya juga terjadi adanya *void* dan retak serta patahannya juga cenderung terlihat berserabut (*fiber pull out*). Sedangkan pada serat ijuk 30% tanpa serat sabut kelapa dan serat sabut kelapa 30% tanpa serat ijuk juga cenderung terlihat berserabut (*fiber pull out*) dan terlihat ikatan serat serta matriks terlepas.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM. D 638-02. *Standart test method for tensile properties of plastics*. Philadelphia, PA : American Society for Testing and Materials.

Allo, Y.T., (2015), "Sifat Tarik dan Bending Komposit Hibrid yang Diperkuat Serat Sabut Kelapa Dan *Agave*" Tugas Akhir S1 Teknik Mesin, Universitas Tadulako.

Anonim, "Kajian Pustaka" Diakses Palu tanggal 28 Maret 2018, pada <http://digilib.unila.ac.id/6967/15/II.Kajian%20Pustaka.pdf> Hal.1-3.

Bakri.,(2010),"Penentuan Sifat Mekanis Serat Sabut Kelapa" Jurnal Mekanikal, vol.1 Np.1 Januari 2010 : 23-29.

Bakri., (2011),"Tinjauan Aplikasi SeratSabut Kelapa Sebagai Penguat Material Komposit" Jurnal Mekanikal, Vol.2 No.1 : Januari : 10-15.

Bifel, R.D.N., Maliwemu E.U.K., dan Adoe D.G.H., (2015), "Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik Komposit *Polyester*" Jurnal LJTMU : Vol. 02 No. 01, April 2015, (61-68).

Gibson.,(1994), "*Principle Of Composite Material Mechanisc*" New York, McGraw-Hill, Inc.

Munandar, I., Savetina, S., dan Sugiyanto, (2013), "Kekuatan Tarik Serat Ujuk (Arenga Pinnata Merr)" Jurnal FEMA, Volume 1, No.3, Juli

Muhajir, M., Mizar, A.N., dan Sudjimat, A.D., (2016), "Analisis Kekuatan Tarik Bahan Komposit Matriks Resin Berpenguat Serat Alam Dengan Berbagai Varian Tata Letak"

Jurnal Teknik Mesin, Tahun 24, No.2, Oktober

Purwanto, .H.E., (2009) "Sifat Fisis dan Mekanis Fraksi Volume 5%,10%,15%,20%,25% *Core*Arang Bambu Apus pada Komposit *Sandwich*dengan Cara Tuang" Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah, Surakarta

Putra, K.A., (2015), Sifat Mekanis Komposit *Hybrid* Diperkuat Serat Sabut Kelapa dan *Agave Angustifolia* Haw. Tugas Akhir S1 Teknik Mesin Universitas Tadulako.

Schwartz, M., (1984), "*Composite Material Handbook, McGraw-Hill Book Company*" New York USA.

Sudarsono., Rusianto, T., dan Suryadi, Y., (2010), "Pembuatan Papan Partikel Berbahan Baku Sabut Kelapa dengan Bahan Pengikat Alami (Lem Kopal)", Jurnal Teknologi Vol 3 No.1, hal. 22-32.

Sari, F., Abrido, S.H., danMaulida.,(2013), "Pengaruh Penggunaan Larutan Alkali pada Kekuatan Tarik dan Uji Degradasi Komposit Polipropilena BekasBerpengisi Serbuk Serabut Kelapa" Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara, Medan.

So'e, R., (2015), "Sifat Mekanis Komposit Hibrid Diperkuat Serat Sabut Kelapa dan Serat Gelas" Skripsi Teknik Mesin Universitas Tadulako, Palu.