

Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula

Hendrikus Wona¹⁾, Kristomus Boimau¹⁾, Erich U. K. Maliwemu¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang NTT, Indonesia
Email: thom_boimau@yahoo.com

Abstract

The use of natural fibers as reinforcement material for natural fiber composite materials easily available, cheap, many types and variations. One of the natural fibers that can be used as reinforcement fiber composite is cantula agave plant leaves. In order to create a natural fiber composite material which has good mechanical properties, it should be known factors that affect the manufacture of the composite material. Factors that can affect the mechanical properties of the fiber composite material is fiber orientation, fiber composition, fiber volume fraction and volume fraction of the matrix. Fiber volume fraction is very large influence on the strength of the composite. This study aimed to determine the effect of fiber volume fraction on the bending strength and impact polymer composite reinforce cantula agave fiber with fiber volume fraction of 20%, 30% and 40%. The results showed that the bending and impact strength increases with increasing fiber volume fraction. Greatest bending obtained in the composite with 40% fiber volume fraction of 93.790 MPa and the lowest in the composite fiber volume fraction of 20% of 59.160 MPa, whereas for impact testing biggest impact on the composite with 40% fiber volume fraction of 0.159 Joules/mm² and low impact strength obtained in composite fiber volume fraction of 20% amounting to 0.113 Joules/mm².

Keywords: Polyester Composite, volume fraction, Bending Strength, Toughness Impact

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di dunia industri belakangan ini terlihat begitu pesat, baik di negara-negara maju maupun di negara-negara yang sedang berkembang. Perkembangan teknologi industri ini juga berpengaruh terhadap pengembangan dibidang rekayasa material. Berbagai upaya telah dilakukan oleh para peneliti untuk menciptakan dan mengembangkan material baru yang lebih efisien, kuat serta mampu bersaing dengan bahan material yang telah banyak digunakan seperti logam dan kayu.

Perkembangan teknologi material telah melahirkan suatu material jenis baru yang dibangun secara bertumpuk dari beberapa penyusun. Material inilah yang disebut material komposit. Komposit terdiri atas beberapa penyusun, salah satunya adalah serat. Banyak jenis serat yang mulai digunakan sebagai bahan komposit, baik serat alam maupun serat sintetik.

Serat alam sebagai *filler* komposit polimer mulai banyak digunakan dalam bidang rekayasa material. Penggunaan serat alam sebagai bahan penguat material komposit karena serat alam mudah didapat, harganya murah, jenis dan variasinya banyak. Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai penguat komposit adalah serat daun tanaman *agave cantula*. Serat jenis ini adalah serat alam yang berasal dari ekstrasi daun tanaman *agave cantula* setelah melewati proses pemisahan serat. Tanaman *agave cantula* ini banyak tumbuh liar yang tersebar luas di daerah beriklim tropis misalnya di Indonesia khususnya di Nusa Tenggara Timur. Pemanfaatan yang lebih jauh untuk serat *agave cantula* ini adalah sebagai bahan baku pembuatan komposit pengganti serat sintetik yang telah banyak digunakan dalam dunia industri maupun dalam kehidupan sehari-hari.

Agar dapat membuat suatu material komposit serat alam yang memiliki sifat mekanik yang baik, maka harus diketahui

faktor-faktor yang berpengaruh dalam pembuatan material komposit tersebut. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sifat mekanik dari material komposit serat yaitu orientasi serat, susunan serat, fraksi volume serat dan fraksi volume matriks. Dari faktor-faktor tersebut, fraksi volume serat adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap kekuatan komposit.

Melihat uraian di atas maka komposit yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah komposit berpenguat serat alam *agave cantula* dan orientasi serat pendek acak dengan judul penelitian “pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap kekuatan bending dan dampak komposit polyester berpenguat serat *agave cantula*”. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variasi fraksi volume serat terhadap kekuatan *bending* dan dampak komposit. Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu adanya material baru dari serat alam yang memiliki struktur mekanik yang bisa bersaing dengan material lain, dengan menggunakan serat alam dapat menjadi bahan pengganti komposit sintetik dan logam, untuk pengembangan potensi pemanfaatan serat alam yang tersedia berlimpah di Indonesia khususnya di Nusa Tenggara Timur

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda (Gibson, 1994).

Dalam pengertian lain komposit adalah bahan struktural yang terdiri dari dua atau lebih gabungan konstituen yang digabungkan pada tingkat makroskopik dan tidak larut dalam satu sama lain. Salah satu konstituen disebut penguat fase dan satu di mana itu tertanam disebut matriks. Bahan penguat fase mungkin dalam bentuk serat, partikel atau serpih. Bahan fase matriks yang umumnya terus menerus (Kaw, 2006).

Struktur Komposit

Penguat (*reinforcement*)

Penguat (*reinforcement*) berfungsi sebagai kerangka dari suatu komposit. Biasanya penguat ini berupa serat, serpihan, partikel atau logam, yang memiliki fase diskontinyu. Berikut ini adalah beberapa macam *reinforcement* yang paling banyak digunakan antara lain: *fiber glass*, asbestos, kertas, katun atau *linen*, serat alam, *polyethylene*, *aramid* dan lain-lain.

Penguat dalam bahan komposit mempunyai beberapa fungsi, yaitu:

- Sebagai unsur utama pada komposit
- Menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekuatan, kekakuan, dan sifat mekanik lainnya
- Menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada material komposit

Matriks (*resin*)

Matriks atau resin berfungsi untuk menjaga *reinforcement* agar tetap pada tempatnya di dalam struktur, membantu distribusi beban, melindungi penguat di dalam struktur, mengendalikan sifat elektrik dan kimia dari komposit, serta membawa regangan interlaminer.

Resin *polyester* adalah salah satu jenis resin cair dengan viskositas rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengetesan seperti banyak resin lainnya. Sifat resin ini kaku dan rapuh. Mengenai sifat termalnya, karena mengandung *monomer stiren*, maka suhu *deformasi thermal* lebih rendah dari resin *thermoset* lainnya dan ketahanan panas jangka panjangnya kira-kira 110-140°C. Ketahanan dingin adalah baik secara relatif. Sifat listriknya lebih baik di antara resin *thermoset*. Mengenai ketahanan kimianya, pada umumnya kuat terhadap asam kecuali asam pengoksid, tetapi lemah terhadap alkali. Bila dimasukkan ke dalam air mendidih untuk waktu yang lama (300 jam), bahan akan pecah dan retak-retak. Bahan ini mudah mengambang dalam pelarut, yang melarutkan polimer stiren. Kemampuan cuaca sangat baik. Tahan terhadap kelembapan dan sinar *ultraviolet* bila dibiarkan di luar, tetapi sifat tembus cahaya permukaan rusak dalam

beberapa tahun.

Penggunaan resin jenis ini dapat dilakukan dari proses *hand lay up* sampai dengan proses yang kompleks yaitu dengan proses mekanik. Resin ini banyak digunakan dalam aplikasi komposit pada dunia industri dengan pertimbangan harga relatif murah, *curing* yang tepat, warna jernih, kestabilan dimensional, dan mudah penanganannya.

Serat Alam Sebagai Bahan Komposit

Salah satu serat alam yang dapat digunakan sebagai bahan komposit yaitu serat *agave cantula*. Serat jenis ini berasal dari Tanaman nanas sabrang (*Agave Cantula*) yang memiliki nama lain *Agave Cantula Candalabrum*, *Agave Rumphii*, atau *Manila Maguey* ini merupakan tumbuhan yang hidup tersebar luas di daerah-daerah yang beriklim kering atau tropis. Tanaman ini tumbuh liar atau ditanam sebagai tanaman pagar. Sebagaimana tanaman sejenisnya dalam keluarga *Agaveceae*, *Agave cantula* tidak memiliki batang yang jelas, dan memiliki daun yang kaku dengan panjang 100-175 cm dengan duri di sepanjang tepi daunnya (Prasetyo, 2007).



Gambar 1 Tanaman dan serat agave cantula

Fraksi volume

Salah satu faktor yang sangat penting dalam menentukan karakteristik material komposit adalah kandungan atau persentase antara matriks dan serat. Sebelum melakukan proses pencetakan komposit, terlebih dahulu dilakukan penghitungan mengenai fraksi volume serat (V_f), dan fraksi volume matriks (V_m).

Fraksi volume serat (V_f)

$$V_f = \frac{v_f}{v_c}$$

Dimana:

V_f = Fraksi volume serat (%)

v_f = Volume serat (cm^3)

v_c = Volume komposit (cm^3)

Fraksi volume matriks (V_m)

$$V_m = \frac{v_m}{v_c}$$

Dimana:

V_m = Fraksi volume matriks (%)

v_m = Volume matriks (cm^3)

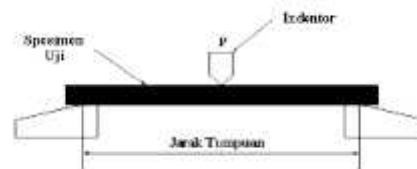
v_c = Volume komposit (cm^3)

Dengan: $V_m = 1 - V_f$

Karena: $v_c = v_f + v_m$ (2.4)

Pengujian bending

Untuk mengetahui kekuatan *bending* (kekuatan lengkung) suatu material dapat dilakukan dengan pengujian *bending* (*bending test*) terhadap material komposit tersebut. Kekuatan *bending* atau kekuatan lengkung adalah tegangan *bending* terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Besar kekuatan *bending* tergantung pada jenis material dan pembebanan. Akibat pengujian *bending*, bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Dalam material komposit kekuatan tekannya lebih tinggi dari pada kekuatan tariknya. Karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, spesimen tersebut akan patah, hal tersebut mengakibatkan kegagalan pada pengujian komposit. Kekuatan *bending* pada sisi bagian atas sama nilai dengan kekuatan *bending* pada sisi bagian bawah.



Gambar 2 Skema uji *three point bending*

(Sumber: Rusmiyatno, 2007)

Pada perhitungan kekuatan *bending* dengan metode *three point bending* ini,

digunakan persamaan sebagai berikut (Rusmiyatno, 2007):

$$b = \frac{PL \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} d}{\frac{b \cdot d^3}{12}}$$

$$b = \frac{12PLd}{8bd^2}$$

$$b = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Sehingga:

$$S = \frac{3PL}{2bd^2}$$

Dimana:

- S = Tegangan *bending* (MPa)
- P = Beban patah (N)
- L = Jarak antara titik tumpu (mm)
- b = Lebar batang uji (mm)
- d = Tebal batang uji (mm)

Untuk mencari *modulus elastisitas bending* menggunakan rumus berikut (Rusmiyatno, 2007):

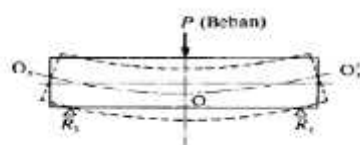
$$E_b = \frac{L^3}{4d^3b} \cdot \frac{P}{m}$$

$$E_b = \frac{L^3 m}{4bd^3}$$

Dengan: $m = \frac{P}{\Delta}$

Dimana:

- E_b = Modulus Elastisitas *Bending* (MPa)
- P = Beban patah (N)
- L = Jarak antara titik tumpu (mm)
- b = Lebar batang uji (mm)
- d = Tebal batang uji (mm)
- Δ = Defleksi (mm)
- m = Kekakuan batang (N/mm)



Gambar 3. Reaksi batang akibat pembebanan (Sumber: Surdia dan Shinroku,1999)

Untuk mencari momen *bending* menggunakan persamaan sebagai berikut (Hartanto, 2009):

$$M_b = \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2}$$

$$M_b = \frac{1}{4} P \cdot L$$

Dimana:

- M_b = Momen *bending* (Nmm)
- P = Beban patah (N)
- L = Jarak antara titik tumpu (mm)

Pengujian *impak*

Prinsip pengujian *impak* ini adalah menghitung energi yang diberikan beban dan menghitung energi yang diserap oleh spesimen. Saat beban dinaikkan pada ketinggian tertentu, beban memiliki energi potensial, kemudian saat menumbuk spesimen energi kinetik mencapai maksimum. Energi yang diserap spesimen akan menyebabkan spesimen mengalami kegagalan. Bentuk kegagalan itu tergantung pada jenis materialnya, apakah patah getas atau patah ulet.

Energi serap benda uji dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$E_{\text{serap}} = G \cdot R \cdot (\cos \alpha - \cos \beta)$$

Dengan: $G = m \cdot g$ (2.15)

Dimana:

- E_{serap} = Energi yang diserap (Joule)
- R = Jari-jari pusat ke titik berat pembentur (m)
- G = Berat beban/pembentur (N)
- m = Massa pembentur (kg)
- g = Gravitasi (m/s²)
- α = Sudut ayunan mematahkan benda uji (°)
- β = Sudut ayunan tanpa benda uji (°)

Ketangguhan *impak* yang dihasilkan (K_{impak}) merupakan perbandingan antara energi serap (E_{serap}) dengan luas penampang (A_o). Ketangguhan *impak* dapat dihitung dengan persamaan:

$$K_{\text{impak}} = \frac{E_{\text{serap}}}{A_o}$$

Dimana:

- K_{impak} = Ketangguhan *Impak* (Joule/mm²)
- E_{serap} = Energi yang diserap (Joule)
- A_o = Luas penampang (mm²)

METODOLOGI PENELITIAN

Proses penyiapan serat

- Serat agave cantula diambil dengan cara diserut.
- Serat yang diperoleh lalu dicuci dan dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.
- Serat yang sudah kering, kemudian dipotong-

potong dengan ukuran ± 5 cm.

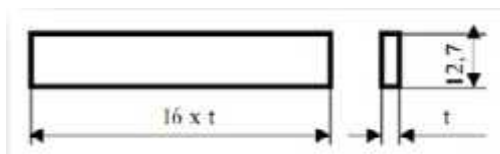
Pembuatan cetakan

Cetakan yang digunakan terbuat dari kayu, dengan ukuran panjang 19 cm, lebar 15 cm dan tebal 0,7 cm.

Proses Pembuatan Spesimen

Persiapkan alat dan bahan

- Serat dan resin ditimbang sesuai dengan fraksi volume masing-masing
- Cetakan yang telah dibuat dioleskan wax agar memudahkan mengeluarkan hasil cetakan.
- Tuangkan serat ke dalam cetakan kemudian diatur hingga merata
- Bahan resin polyester dan katalis yang sudah disiapkan sesuai ukuran, dituangkan ke dalam gelas pencampur dan diaduk hingga merata
- Campuran resin dan katalis lalu dituang ke dalam cetakan sampai merata dengan serat sambil ditumbuk. Tujuan penumbukan ini yaitu agar serat lebih padat dan resin tercampur dengan baik, karena semakin besar fraksi volume serat maka jumlah serat pun semakin banyak.
- Campuran komposit dalam cetakan kemudian ditekan dengan tujuan agar komposit yang dihasilkan lebih padat
- Cetakan kemudian dikeringkan. Dalam proses pengeringan ini digunakan sinar matahari sampai komposit benar-benar kering
- Komposit yang sudah kering, kemudian dikeluarkan dari cetakan dan siap dibentuk spesimen sesuai ukuran menurut jenis pengujian



Gambar 4. Dimensi spesimen uji *bending*

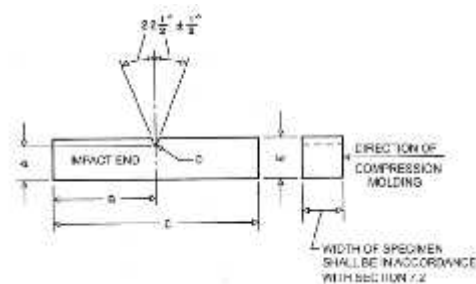
(Sumber: ASTM D 790)

Prosedur Pengujian Spesimen

Pengujian Bending

- Mempersiapkan benda uji
- Menentukan titik tumpuan dan titik tengah benda uji dengan memberi tanda garis

- Menentukan besarnya beban yang digunakan
- Meletakkan spesimen pada meja mesin pengujian *bending* dengan jarak tumpuan dan titik tengah yang telah ditentukan
- Putar *handle load valve* sampai beban menyentuh benda uji, kemudian kunci kembali *handle load valve* dengan memutar *handle unload valve*.
- Atur dial indikator sampai menunjukkan angka nol, kemudian putar *handle load valve* dan catat besar beban yang ditampilkan pada layar digital, ketika dial indikator menunjukkan angka 0,25.
- Apabila besar beban yang ditampilkan dilayar mulai menurun, hentikan pemberian beban dengan memutar *handle unload valve*.
- Selanjutnya menentukan harga *bending*.



Gambar 5. Dimensi spesimen uji impak

(Sumber: ASTM D 256)

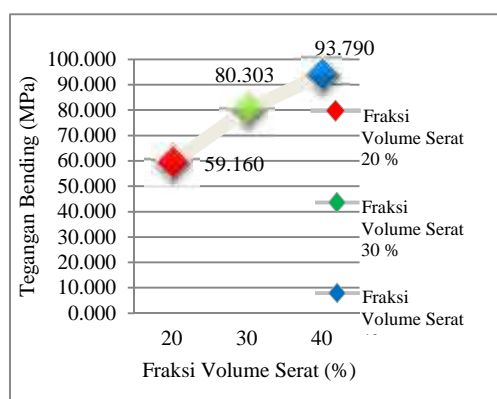
Prosedur Pengujian Impak

- Siapkan benda uji
- Naikan pengangkat pembentur sesuai dengan sudut yang ditentukan dengan memutar handle beban pembentur, kunci pembentur dengan benar
- Lepaskan pengunci pembentur setelah beban dalam tahanan pemberat benda uji (sudut).
- Setelah kembali dari puncak ayunan tersebut dapat diberikan perlahan-lahan dengan rem
- Amati dan tatap jarum yang terdorong, berapa derajat sudut ayunan tanpa benda uji
- Pasanglah pembentur dengan benar sehingga tidak membahayakan
- Pasanglah benda uji pada dudukan, tepatkan dengan penyenter dan lepaskan penyenter tersebut jika sudah benar
- Pembentur dapat dinaikkan perlahan-lahan dengan memutar handle tepat pada sudut yang ditentukan

- Lepaskan pengunci dengan menarik pengunci lengan
- Selesai pembentuk berayun mematahkan benda uji maka pembentuk yang berayun dapat dihentikan dengan menarik pengunci lengan.
- Amati sudut pada dial yang ditunjukkan oleh jarum beban dan diperoleh besar sudut beban mematahkan benda (sudut) dan dapat langsung diketahui besar harga energi serapnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

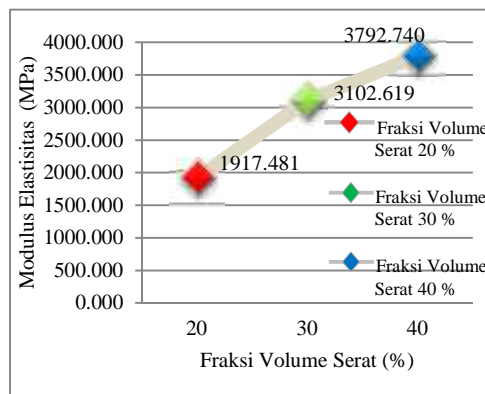
Pengaruh fraksi volume terhadap kekuatan bending dari hasil pengujian *bending*, kemudian diolah dengan menggunakan persamaan-persamaan yang ada, sehingga diperoleh besar tegangan *bending*, modulus elastisitas *bending* dan momen *bending*, kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik serta pembahasan.



Gambar 6. Grafik hubungan antara tegangan *bending* dengan fraksi volume serat

Dari Gambar 6 dapat dilihat bahwa, besar tegangan *bending* komposit untuk masing-masing fraksi volume berbeda. Pada spesimen dengan fraksi volume serat 20% diperoleh tegangan *bending* sebesar 59,160 MPa, spesimen dengan fraksi volume serat 30% diperoleh tegangan *bending* sebesar 80,303 MPa dan spesimen dengan fraksi volume serat 40% diperoleh tegangan *bending* sebesar 93,790 MPa. Perbedaan tegangan *bending* antara masing-masing fraksi volume disebabkan karena semakin tinggi fraksi volume serat maka jumlah serat sebagai penguat akan semakin

banyak. Dengan bertambahnya jumlah serat maka matriks akan mendapat dukungan kekuatan yang lebih sehingga spesimen tidak mudah retak atau patah saat menerima tekanan atau beban yang lebih besar.

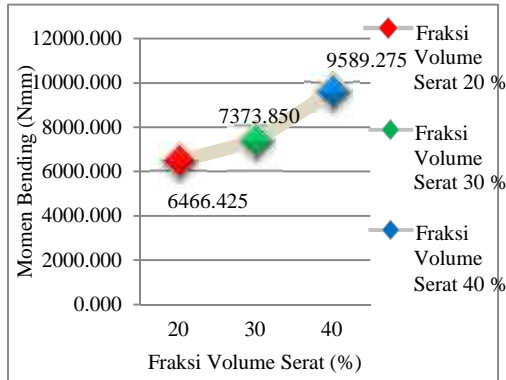


Gambar 7. Grafik hubungan antara modulus elastisitas *bending* dengan fraksi volume serat

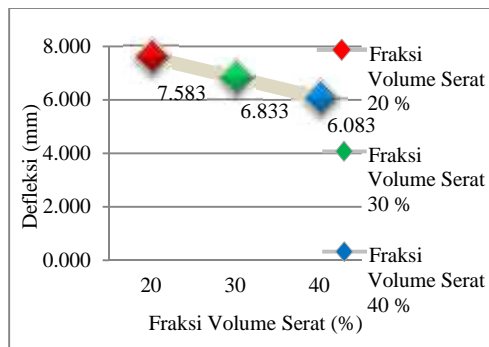
Dari Gambar 7 yang ditampilkan, dapat dilihat bahwa modulus elastisitas meningkat seiring meningkatnya fraksi volume serat. Pada Spesimen dengan fraksi volume serat 20% diperoleh nilai modulus elastisitas sebesar 1917,481 MPa, spesimen dengan fraksi volume 30% diperoleh nilai modulus elastisitas *bending* sebesar yaitu 3102,619 MPa dan spesimen dengan fraksi volume serat 40% diperoleh nilai modulus elastisitas sebesar 3792,740 MPa. Menurut data hasil pengujian, besar beban semakin bertambah seiring meningkatnya fraksi volume, dengan beban tertinggi diperoleh pada spesimen dengan fraksi volume 40%. Meningkatnya modulus elastisitas dipengaruhi oleh jumlah serat penguat, dimana semakin banyak serat penguat maka matriks akan menerima dukungan kekuatan yang lebih sehingga lebih mampu menahan beban yang lebih besar.

Dari Gambar 8 tampak bahwa, momen *bending* cenderung naik seiring dengan meningkatnya fraksi volume serat. Pada spesimen dengan fraksi volume 20% diperoleh momen *bending* sebesar 6466,425 Nmm, spesimen dengan fraksi volume serat 30% diperoleh momen *bending* sebesar 7373,850 Nmm, sedangkan pad sepsimen dengan fraksi volume serat 40% diperoleh momen *bending*

sebesar 9589,275 Nmm. Hal ini diakibatkan oleh peningkatan jumlah serat yang semakin banyak dengan bertambahnya fraksi volume serat sehingga beban yang dibutuhkan untuk melendutkan spesimen uji pun semakin besar.



Gambar 8. Grafik hubungan antara momen *bending* dengan fraksi volume serat



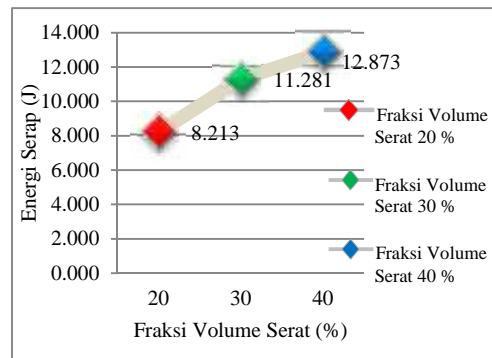
Gambar 9. Grafik hubungan antara defleksi dengan fraksi volume serat

Dari Gambar 9 tampak bahwa, defleksi yang terjadi pada masing-masing fraksi volume berbeda-beda. Defleksi tertinggi terjadi pada spesimen dengan fraksi volume serat 20% yaitu 7,583 mm, sedangkan defleksi terendah terjadi pada spesimen dengan fraksi volume serat 40% yaitu 6,083 mm. Hal ini dikarenakan modulus elastisitas pada spesimen dengan fraksi volume serat 20% lebih kecil dibanding dengan spesimen dengan fraksi volume serat 40% yang memiliki modulus elastisitas yang lebih besar.

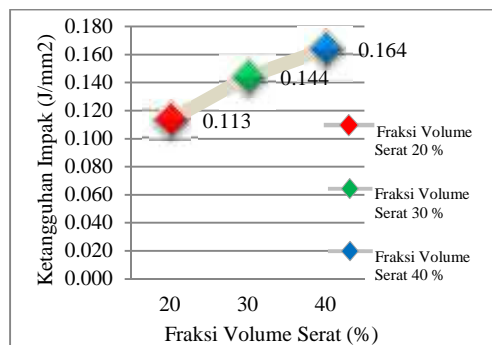
Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Ketangguhan Impak

Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa,

energi serap rata-rata yang diperoleh pada spesimen dengan fraksi volume serat 20% dengan besar energi serap yaitu 8,213 Joule, pada spesimen dengan fraksi volume serat 30% diperoleh besar energi serap yaitu 11,281 Joule, sedangkan pada spesimen dengan fraksi volume serat 40% diperoleh besar energi serap yaitu 12,873 Joule. Dari besar energi yang diserap masing-masing spesimen, energi serap tertinggi diperoleh pada fraksi volume serat 40%. Hal ini disebabkan karena pada fraksi volume serat 40%, jumlah serat yang menopang matriks lebih banyak sehingga komposit lebih kaku dan kuat. Karena memiliki kekakuan yang tinggi karena ditopang oleh serat yang banyak, maka energi serap yang dibutuhkan untuk mematahkan komposit pun lebih besar dibandingkan dengan komposit dengan fraksi volume serat 30% dan 20% yang jumlah serat yang menyokong matriks lebih sedikit menyebabkan komposit lebih rapuh sehingga tidak membutuhkan energi yang besar untuk mematahkan komposit.



Gambar 10. Grafik hubungan antara energi serap dengan fraksi volume serat



Gambar 11. Grafik hubungan antara ketangguhan impak dengan fraksi volume serat

Dari Gambar 11 di atas, tampak bahwa pada spesimen dengan fraksi volume serat 20% diperoleh nilai ketangguhannya impact rata-rata dengan besar $0,113 \text{ J/mm}^2$, pada spesimen dengan fraksi volume 30% diperoleh besar ketangguhan impact yaitu $0,144 \text{ J/mm}^2$, sedangkan pada spesimen dengan fraksi volume 40% diperoleh besar ketangguhan impact yaitu $0,164 \text{ J/mm}^2$. Dari masing-masing nilai terlihat bahwa, spesimen dengan fraksi volume 40% memiliki nilai ketangguhan impact yang lebih besar, hal ini dikarenakan pada fraksi volume serat 40% struktur matriksnya ditopang oleh jumlah serat yang banyak, sehingga lebih kaku dan kuat sehingga membutuhkan energi serap yang banyak untuk mematahkan komposit. Dibandingkan dengan pada fraksi volume serat 20% dan 30% yang jumlah seratnya lebih sedikit, sehingga matriks tidak mampu menahan beban dan lebih mudah patah.

Suatu material dikatakan tangguh apabila memiliki kemampuan menyerap beban kejut yang besar tanpa mengalami retak atau deformasi dengan mudah. Dengan kata lain, semakin besar energi serap suatu komposit maka ketangguhan impact pun semakin besar.

Hasil Foto Makro

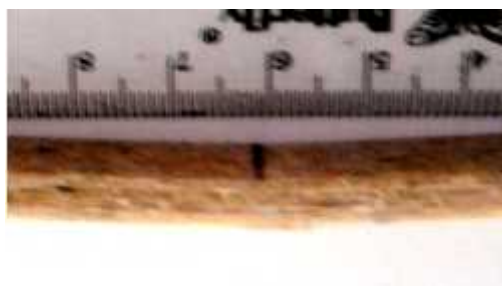
Foto makro patahan spesimen uji bending

Berdasarkan hasil analisa data pada pengujian *bending*, dimana dengan bertambahnya fraksi volume serat menyebabkan meningkatnya kekuatan *bending*. Seperti hasil uji kekuatan *bending* komposit berpenguat serat *agave cantula* didapat kekuatan *bending* paling rendah pada volume serat 20% sebesar 59,160 Mpa, ini dipengaruhi oleh jumlah serat yang sedikit dibandingkan dengan matriks sehingga kurang menahan beban yang diberikan terhadap matriks. Di samping itu adanya pergeseran serat yang terjadi pada spesimen ketika dilakukan pengujian *bending*, pergeseran serat ini menyebabkan spesimen tidak mampu menerima beban yang diberikan, sehingga spesimen menjadi cepat patah. Pada pengujian *bending*, bagian atas spesimen akan mengalami tekanan sedangkan bagian bawah spesimen akan mengalami tegangan tarik pada saat diberi pembebanan,

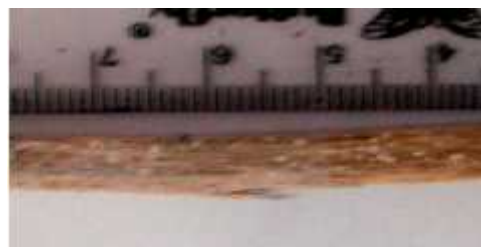
sehingga bentuk patahan spesimen dari hasil foto makro dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. foto makro spesimen dengan fraksi volume 20%



Gambar 13. Foto makro spesimen dengan fraksi volume 30%



Gambar 14. Foto makro spesimen dengan fraksi volume 40%

Pada fraksi volume 30% menunjukkan bahwa kekuatan *bending* sebesar 80,303 Mpa, lebih kuat dari komposit dengan fraksi volume 20% hal ini terjadi karena jumlah serat yang digunakan lebih banyak, sehingga lebih mampu menerima beban yang diberikan lebih besar. Pada pengujian *bending*, bagian atas spesimen akan mengalami tekanan sedangkan bagian bawah spesimen akan mengalami tegangan tarik saat diberi pembebanan, sehingga bentuk patahan spesimen dari hasil foto makro dapat dilihat pada Gambar 13.

Sedangkan komposit dengan fraksi volume serat 40% didapat kekuatan *bending*

sebesar 93,790 Mpa, terjadi penambahan kekuatan dibandingkan dengan volume serat 20% dan 30%, ini dikarenakan jumlah serat lebih banyak sehingga spesimen lebih mampu menahan beban yang lebih besar, sehingga kemungkinan bergesernya serat pada saat pembebanan lebih kecil dan spesimen lebih kuat saat menahan beban yang lebih besar. Pada pengujian *bending*, bagian atas spesimen akan mengalami tekanan sedangkan bagian bawah spesimen akan mengalami tegangan tarik saat diberi pembebanan, sehingga bentuk patahan spesimen dari hasil foto makro dapat dilihat pada Gambar 14.

Foto Makro Patahan Spesimen Uji Impak



Gambar 15 Foto makro spesimen dengan fraksi volume 20%



Gambar 16 Foto makro spesimen dengan fraksi volume 30%



Gambar 17 Foto makro spesimen dengan fraksi volume 40%

Berdasarkan hasil analisa data, dimana dengan bertambahnya fraksi volume serat menyebabkan ketangguhan impact juga semakin bertambah, seperti hasil uji kekuatan impact komposit serat *agave cantula* didapat kekuatan

impact paling rendah pada volume serat 20% sebesar 0,113 J/mm², ini dipengaruhi oleh jumlah serat yang sedikit dibandingkan dengan matriks sehingga kurang menahan beban yang diberikan oleh matriks. Disamping itu adanya pergeseran serat yang terjadi pada spesimen, pada saat dilakukan pengujian impact menyebabkan spesimen tidak mampu menerima energi yang diberikan, sehingga spesimen cepat terjadi patah. Bentuk patahan dari hasil foto makro dapat dilihat pada Gambar 15.

Pada fraksi volume 30% diperoleh kekuatan impact sebesar 0,144 J/mm², lebih kuat dari komposit dengan fraksi volume 20% hal ini terjadi karena jumlah serat yang digunakan lebih banyak, sehingga lebih mampu menerima energi yang diberikan lebih besar. Bentuk patahan hasil foto makro dapat dilihat pada Gambar 16.

Untuk komposit dengan fraksi volume serat 40% didapat kekuatan impactnya 0,164 J/mm², disini terjadi penambahan kekuatan dibandingkan dengan volume serat 20% dan 30%, ini dikarenakan jumlah serat lebih banyak sehingga spesimen lebih kaku. Hal ini menandakan kalau semakin banyaknya serat yang dipakai maka pengaruhnya terhadap kekuatan dari spesimen itu sendiri juga akan semakin meningkat, sehingga kemungkinan bergesernya serat pada saat mendapat beban lebih kecil sehingga spesimen lebih kuat saat menahan beban dan tidak mudah patah. Bentuk patahan spesimen dari hasil foto makro dapat dilihat pada Gambar 17.

KESIMPULAN

Dari data-data hasil perhitungan yang diperoleh dari pengujian *bending* dan impact komposit *polyester* berpenguat serat *agave cantula*, dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Kekuatan *bending* tertinggi diperoleh pada komposit dengan fraksi volume serat 40% dengan besar nilai yaitu 93,790 MPa sedangkan tegangan *bending* terendah diperoleh pada komposit dengan fraksi volume serat 20% dengan besar nilai yaitu 59,160 MPa.
- Ketangguhan impact tertinggi diperoleh pada komposit dengan fraksi volume serat 40%

dengan besar nilai yaitu 0,164 Joule/mm² sedangkan ketangguhan impak terendah diperoleh pada komposit dengan fraksi volume serat 20% dengan besar nilai yaitu 0,113 Joule/mm².

- Kekuatan bending dan ketangguhan impak akan meningkat seiring bertambahnya fraksi volume serat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abanat J. D. J., Anindito P., Yudy S. I., (2012), "Pengaruh Fraksi Volume Serat Pelepah Gebang (*Corypha Utan Lamarck*) Terhadap Sifat Mekanik Pada Komposit Bermatriks Epoksi", Jurnal Rekayasa Mesin Volume 2 No. 2.
- [2] ASTM D 256, "Standard Test Methods For Determining The Izod Pendulum Impact Resistance Of Plastics", West Conshohockem, PA 19426-2959, United State.
- [3] ASTM D 790, "Standard Test Methods For Flexure Properties Of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Material", West Conshohockem, PA 19426-2959, United State.
- [4] Boimau K., (2009), Pengaruh Fraksi Volume dan Panjang Serat terhadap Sifat Bending Komposit Poliester yang Diperkuat Serat Batang Pisang, Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) ke-9.
- [5] Callister, W. D., (2007), Material Science and Engineering, 7nd edition, Jhon Wolley & Sons, Inc., New York
- [6] Fatikh C. W. A., (2011), "Pengaruh Filler Serat Pisang Abaca Terhadap Kekuatan Bending Pada Biokomposit Dengan Matriks Berbasis Ubi Kayu", Jurnal Teknik Mesin Volume 1 No.1, Politeknik Kediri, Kediri.
- [7] Febrianto A. R., (2011), "Studi Mengenai Sifat Mekanis Komposit Polylactic Acid (PLA) Diperkuat Serat Rami", Penelitian Mandiri, Universitas Gadjja Mada, Yogyakarta.
- [8] Gibson, R. F., (1994), Principle of Composite Materials Mechanics, McGraw-Hill, New York.
- [9] Habibi, Y., El-Zawawy, W.K., Ibrahim, M.M., Dufresne, A., (2008), Processing and characterization of reinforced polyethylene composites made with lignocellulosic fibers from Egyptian agroindustrial residues, Composites Science and Technology, doi: 10.1016/j.compscitech.2008.01.008
- [10] Hartanto, L., (2009), Studi Perlakuan Alkali dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatriks Polyester BQTN 157, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [11] I Gede W., Nasri H. S., Sujita, (2012), "Studi Kekuatan Bending Dan Struktur Mikro Komposit Polyethylene Yang Diperkuat Oleh Hybrid Serat Sisal Dan Karung Goni", Universitas Mataram, Mataram.
- [12] Joseph, P. V., (2001), Studies on short Sisal Fibre reinforced Isotactic Polypropylene Composites. PhD thesis. Mahatma Gandhi University, India.
- [13] Kabir, M. M., Wang, H., Aravinthan T., Cardona, F., Lau K., (2011), effects of natural fibre surface on composite properties: a review, Centre of Excellence in Engineered Fibre Composite (CEEFC), Faculty of Engineering and Surveying, University of Southern Queensland, Toowoomba, Australia
- [14] Kaw, A. K., (2006), Mechanics of Composite Materials, 2nd edition, CRC Press LLC, USA
- [15] Kusumastuti A., (2009), "Aplikasi Serat Sisal sebagai Komposit Polimer", Jurnal Kompetensi Teknik, Volume 1, No. 1, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [16] Lokantara I P., (2012), "Analisis Kekuatan Impact Komposit Polyester-Serat Tapis Kelapa Dengan Variasi Panjang Dan Fraksi Volume Serat Yang Diberi Perlakuan NaOH", Dinamika Teknik Mesin Volume 2 No. 1, Udayana, Bali.

- [17] Nasmi H. S., Achmad Z., Fitratul W., (2011), "Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Serat Pelepah Kelapa Terhadap Ketangguhan Impak Komposit Polyester", Jurnal Volume 1 No. 2 Edisi Juli 2011, Universitas Mataram, Mataram.
- [18] Oroh J., Sapupu F. P., Lumintang R., (2013), "Analisa Sifat Mekanik Material Komposit Dari Serat Sabut Kelapa", Jurnal Teknik Mesin, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- [19] Prasetyo A. J., (2007), "Pengaruh Penggunaan Serat Agave Cantula Roxb Terhadap Kuat Desak Gypsum Interior Menggunakan Eksperimen Taguchi", Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [20] Rahman M. B. N., Totok S., (2010), "Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Peningkatan Kekuatan Impak Komposit Berpenguat Serat Nanas-Nanasan (Bromeliaceae) Kontinyu Searah dengan Matriks Unsaturated Polyester", Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 13 No. 2.
- [21] Ristadi A. F., (2001), Studi Mengenai Sifat Mekanis Komposit Polylactic Acid (PLA) Diperkuat Serat Rami, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [22] Rusmianto F., (2007), "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Komposit Nylon/Epoxy Resin Serat Pendek Random", Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- [23] Setyawan P. D., Nasmi H. S., Dewa D. G. P., (2012), "Pengaruh Orientasi Dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (Ananas Comosus) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Tak Jenuh (Up)", Universitas Mataram, Mataram.
- [24] Surdia T., Saito S., (1999), Pengetahuan Bahan Teknik, Prandinya Paramita, Jakarta.

