

Pengaruh Perlakuan *Silane* Dan NaOH Pada Permukaan Serat Kontinyu Limbah Epulur Sagu (*Metroxylon Sp*) Terhadap Daya Serap Air Dan Kekuatan Bending

Josef Matheus, Yudy Surya Irawan, Rudy Soenoko
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jalan. Mayjend Haryono 167, Malang 65145. Indonesia
Phone: +62-341-587710, Fax: +62-341-551430
E-mail : ceceplopulalan@gmail.com

Abstract

Utilization of composite materials at this moment is growing, along with increasing use of these materials in widespread ranging from a simple household appliances to the industrial sector. The purpose of this study is to determine the mechanical properties and water absorption of continuous fiber composites sago pith waste, on a percentage variation in respective volume fraction 10%, 30%, and 50%. The fiber is treated by immersion treatment with 5% NaOH alkaline 2 hours and 2% solution of silane for 30, 60, and 90 minutes. Mechanical properties of the composite test results that at 47.37 MPa tensile strength and bending strength of 72.27 MPa with a percentage of the volume fraction (50%), under fiber soaking time (30 minutes) are in the same value. The smaller the value of water uptake, it is contained in immersion treatment of sago pith waste continuous fibers with a percentage of 50% and the volume fraction of fiber soaking time 90 minutes.

Keywords: Composites, mechanical properties, water absorption, sago pith waste, volume fraction.

PENDAHULUAN

Kemajuan material komposit berpenguat serat alam semakin banyak digunakan karena mempunyai nilai perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat dan ringan sehingga trend perkembangan komposit dewasa ini beralih dari komposit dengan material penguat sintetis ke komposit dengan material penyusun dari alam, baik untuk matriks maupun seratnya (penguat). Contoh pemakaian ini pada industri *otomotif* seperti bumper mobil, bodi mobil, industri pesawat terbang, peralatan rumah tangga dan sampai pada pembuatan rangka serta bodi perahu dan lain-lain.

Sifat mekanis dan daya serap air dari suatu material sangat mempengaruhi kekuatan dari material itu sendiri, salah satu masalah terutama dalam penggunaan komposit pada daerah yang berlembab atau berhubungan langsung dengan air akan menurunkan nilai kekuatan material baik dalam waktu yang relatif pendek maupun panjang. Serat alam memiliki beberapa keuntungan dibanding dengan serat sintetis, seperti bobot yang lebih

ringan, dapat diolah secara alami, dan ramah terhadap lingkungan, serta mempunyai kekakuan yang lebih tinggi dan tidak menyebabkan iritasi pada kulit.

Banyak serat alam yang memiliki selulosa antara lain serat kelapa, serat kenaf, serat empulur sago, serat tebu, serat rami, dan lain-lain [1].

Tanaman sago dengan bahasa latin (*metroxylon sp*) artinya tanaman yang menyimpan pati pada batangnya (Metro : empulur, *xylon*; *xylem*, sago; pati) merupakan tanaman asli Indonesia yang berasal dari Maluku dan Papua. Batang sago mempunyai nilai ekonomis yang tinggi karena seluruh bagian mulai dari daun, batang, tangkai daun, batang pohon sampai kulitnya memiliki banyak sekali manfaatnya [2].

Penelitian yang membahas tentang penyerapan air terhadap sifat mekanik dari komposit yang diperkuat dengan serat kenaf menyimpulkan bahwa penyerapan kelembaban meningkat karena kandungan selulosa yang tinggi, sifat tarik di temukan

menurun dengan peningkatan serapan prosentase kelembaban [3].

Penelitian tentang efek gabungan dari perlakuan silane *alkiltrialkoxysilane* dan *dialkildialkoxysilane* dengan proses *unpyrolyzed* dan *pyrolyzed* pada *cementitious composites* berpenguat serat ampas tebu telah dilakukan. Perlakuan serat dengan dua jenis silane bervariasi dari 0.5% sampai 8% dari volume serat. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa efek dari *pirolis* dan perlakuan *silane* 6% selama 2 jam meningkatkan ketahanan serapan air, porositas dan sifat *adhesi* yang cukup baik pada serat ampas tebu dengan matriks [4].

Serat ijuk dengan *epoxy* komposit yang direndam dalam air laut selama 30 hari memiliki nilai kekuatan impak dan lentur yang tinggi dibanding dengan komposit yang tidak mendapat perlakuan [5].

Penyerapan air pada komposit mempengaruhi sifat mekanik dari serat rami. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa prosentase penyerapan kelembaban meningkat sebagai akibat dari fraksi volume serat oleh karena kandungan selulosa yang tinggi. Sifat kekuatan tarik dan lentur lebih menurun karena adanya peningkatan daya serap air [6].

Salah satu serat alami yang akan diamati dalam penelitian ini adalah serat kontinyu limbah empulur sagu. Untuk meningkatkan sifat mekanis dan daya serap air komposit, serat ini mendapat perlakuan perendaman 5% NaOH selama 120 menit dan kemudian perlakuan perendaman 2% *silane* selama 30, 60 dan 90 menit.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental. Prosentase fraksi volume serat kontinyu limbah empulur sagu dan resin *polyester* masing-masing divariasikan 10%, 30%, 50% dan 90%, 70%, 50%. Waktu perendaman serat kontinyu limbah empulur sagu pada larutan 5% NaOH adalah 120 menit. Sedangkan, waktu perendaman serat kontinyu limbah empulur

sagu pada larutan 2% *silane* adalah 30, 60, dan 90 menit.

Dalam penelitian ini akan diperoleh data uji kekuatan tarik, *bending*, dan daya serap air.

PROSEDUR PENELITIAN

Penyiapan serat.

Serat yang digunakan adalah serat kontinyu limbah empulur sagu. Ada 2 tahapan yang dilakukan :

- Pengambilan serat kontinyu limbah empulur sagu dari batang sagu yang telah ditebang.
- Perlakuan awal perendaman serat dengan larutan 5% NaOH selama 120 menit dan kemudian perlakuan perendaman selanjutnya dengan larutan 2% *silane* selama 30, 60 dan 90 menit.

Perlakuan perendaman serat dengan larutan 5% NaOH.

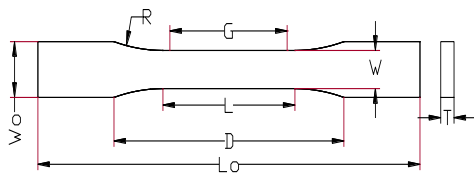
Serat kontinyu limbah empulur sagu setelah dipisahkan dari batang pohon sagu, dibersihkan dan dikeringkan pada udara terbuka. Setelah kering, awal perlakuan perendaman serat kedalam larutan 5% NaOH per liter *aquades* atau sesuai dengan kebutuhan dengan waktu perendaman serat 120 menit. Setelah itu serat diangkat dan dicuci dengan air bersih kemudian dibiarkan sampai kering pada temperatur ruang.

Perlakuan serat dengan larutan 2% silane

Serat yang sudah kering setelah proses perlakuan dengan NaOH selama 120 menit, kemudian serat kontinyu limbah empulur sagu direndam lagi kedalam larutan 2% *silane* per liter *aquades* atau sesuai kebutuhan. Lama perlakuan perendaman serat adalah 30, 60, dan 90 menit.

Pengujian kekuatan tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik komposit yaitu dengan membentuk spesimen sesuai standar ASTM D638-03 (tipe-1) dan di tarik hingga putus.



Gambar 1. Spesifikasi speimen uji tarik standar ASTM D638-03 (tipe-1)

Hubungan linier antara tegangan regangan untuk suatu batang yang mengalami tarik atau tekan sehingga diperoleh modulus elastisitas metarial yang dinyatakan sebagai :

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

Dengan hubungan antara beban tarik dan tegangan adalah :

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

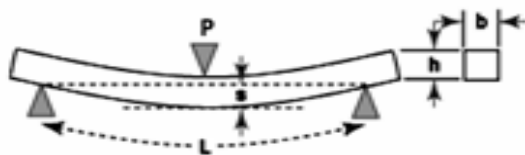
Dengan P = Beban tarik (N)
 A = Luas penampang (mm^2)
 σ = Tegangan (MPa)

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

$$\varepsilon = \Delta l / l_0 \tag{3}$$

Pengujian kekuatan bending

Pengujian dilakukan dengan melakukan beban tegak lurus benda uji secara perlahan-lahan sampai spesimen mencapai titik leleh.



Gambar 2. Spesifikasi spesimen uji bending standar ASTM D790-03 (*three point*)

Dalam material komposit kekuatan tekannya lebih tinggi dari pada kekuatannya tariknya. Karena tidak mampu menahan tegangan tarik yang diterima, komposit 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. Kekuatan *bending* dapat dinyatakan sebagai :

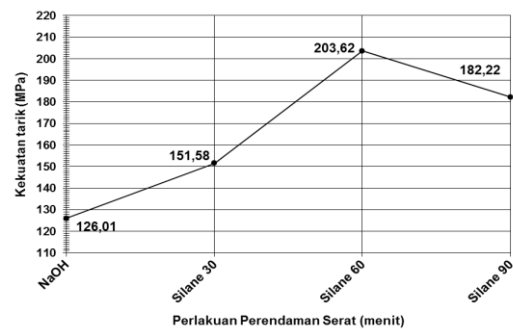
$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bh^2} \tag{4}$$

dengan σ_b = Tegangan *bending* (MPa)
 P = Beban /Load (N)
 L = Panjang *Span* (mm)
 b = Lebar/ *Width* (mm)
 h = Tebal / *Depth* (mm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Pengujian Kekuatan Tarik Serat Kontinyu Limbah Empulur Sagu

Berdasarkan hasil pengujian dan pengolahan data maka diperoleh grafik hubungan kekuatan tarik rata-rata dan waktu masing-masing perlakuan perendaman serat sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik hubungan kekuatan tarik dan waktu perlakuan

Sebagai pembanding nilai kekuatan tarik serat dengan perlakuan perendaman serat pada larutan NaOH dan *silane* menunjukkan bahwa kekuatan tarik mulai meningkat ketika serat mengalami perendaman dengan larutan *silane*. Oleh karena itu dalam penelitian ini serat yang digunakan sebagai penguat komposit

adalah serat yang mendapat perlakuan perendaman dengan larutan 2% silane 30, 60 dan 90 menit yang nantinya menentukan kekuatan mekanis komposit dan daya serap air.

Sebagai bukti pada gambar 3. bahwa grafik kekuatan tarik rata-rata dari serat tunggal mulai meningkat ketika mendapat perlakuan perendaman serat dengan larutan 5% alkalin NaOH selama 120 menit yakni sebesar 126.01 MPa, kemudian ketika serat diberi perlakuan perendaman dengan larutan 2% silane selama 30, 60 dan 90 menit kekuatan tarik rata-rata semakin naik dan nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada perlakuan perendaman serat dengan larutan silane 60 menit yaitu 203.62 MPa. Nilai kekuatan rata-rata menurun pada perlakuan perendaman serat dengan waktu 90 menit, hal ini karena perendaman serat yang terlampau lama mengakibatkan kerusakan sel-sel pengikat antara inti dinding serat.

Pembahasan Data Hasil Foto Scanning Electron Microscope (SEM) Serat Tunggal Kontinyu Limbah Empulur Sagu.

❖ **Serat Tanpa perlakuan NaOH**



Gambar 4. a). Penampang memanjang serat b). Penampang melintang serat

Serat tunggal tanpa perlakuan perendam dengan larutan pada gambar 4a, menunjukkan permukaan memanjang serat yang masih terlapisi kotoran dan pati serta kasar sedangkan (gambar 4b), penampang melintang terlihat rongga yang masih terbuka, dinding rongga tipis dan terdapat kotoran dan pati didalamnya.

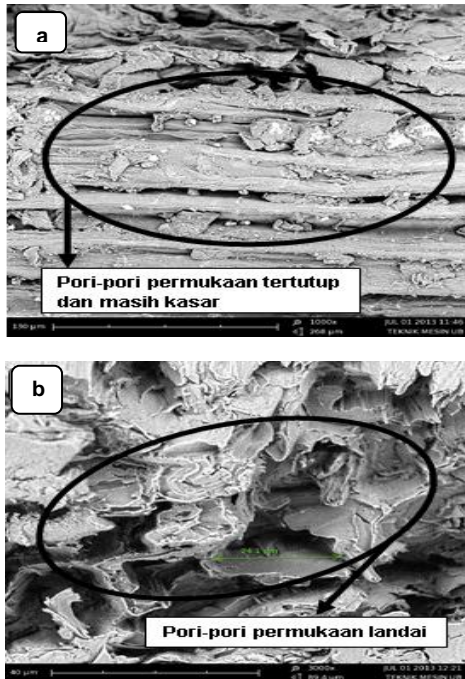
Gambar 5a, adalah serat yang mendapat perlakuan perendaman larutan 5% NaOH selama 120 menit. Bila dilihat dari penampang memanjang, permukaan serat sudah mulai bersih namun masih ada terdapat sisa kotoran-kotoran dan pati yang menempel pada permukaan rongga-rongga serat sedangkan pada penampang melintang (gambar 5b), pori-pori juga masih terbuka, tidak teratur dan belum terjadi keseragaman. Dengan konfigurasi permukaan seperti ini belum menghasilkan daya *interface bounding* yang maksimal serat dan matriks polyester.

❖ **Serat Dengan Perlakuan 5% NaOH Selama 2 Jam**



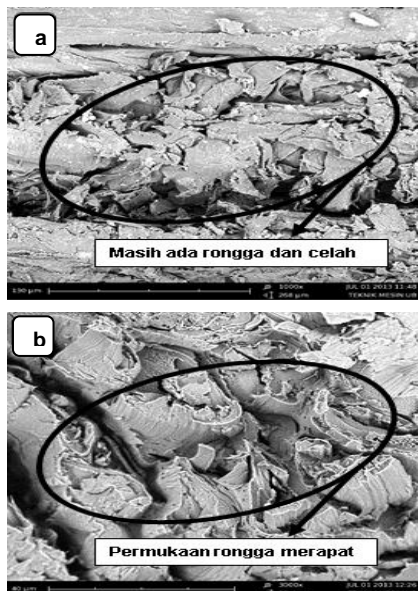
Gambar 5. a). Penampang memanjang serat b). Penampang melintang serat

Serat Dengan Perlakuan 2% Silane selama 30 Menit



Gambar 6. a). Penampang memanjang serat b). Penampang melintang serat

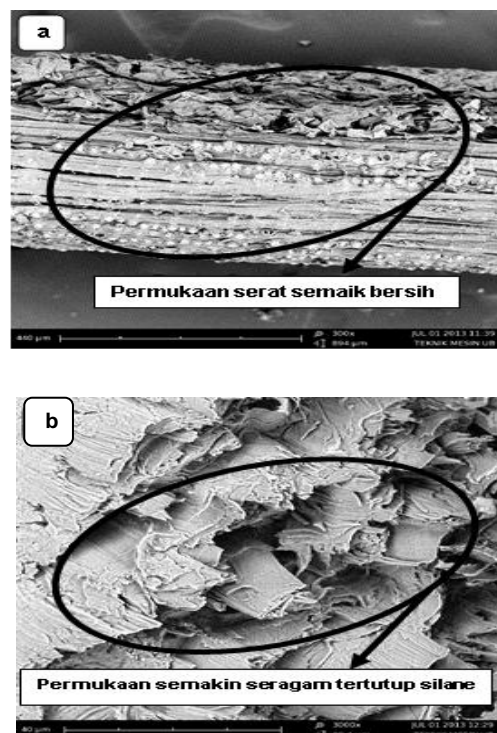
❖ **Serat Dengan Perlakuan 2% Silane selama 60 Menit**



Gambar 7. a). Penampang memanjang serat b). Penampang melintang serat

Pada gambar 6a, perlakuan perendaman dengan larutan *silane* 30 menit. Penampang memanjang konfigurasi permukaan serat sudah terlapisi oleh lautan *silane* dan membentuk alur-alur arah memanjang serat dan permukaan masih kasar sedangkan jika dilihat pada penampang melintang serat (gambar 6b), rongga, pori-pori sudah mulai mengecil dan tertutup serta terlihat juga dinding-dinding sel mulai menebal. Dengan konfigurasi permukaan seperti ini sangat menguntungkan dan berpengaruh terhadap daya ikat antarmuka serat dan matriks jika diberi beban tegak lurus penampang serat namun melemahkan jika diberikan beban ditarik searah memanjang serat.

❖ **Serat Dengan Perlakuan 2% Silane selama 90 Menit**

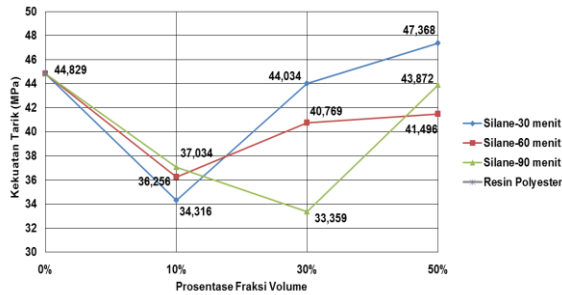


Gambar 8. a). Penampang memanjang serat b). Penampang melintang serat

Gambar 8a adalah hasil foto SEM serat kontinu limbah empulur sagu yang diberi perlakuan perendaman dengan *silane* selama 90 menit terlihat bahwa permukaan serat nampak terbentuk alur-alur keretakan yang memanjang dan juga

permukaan serat masih terdapat pati, Gambar 8b, lempengan-lempengan pada dinding serat waktu perendaman yang lama, keadaan ini terjadi dari tarik menarik antara reaksi molekul-molekul larutan *silane* dengan dinding sel serat yang akan melemahkan penampang serat.

Pembahasan Pengujian Tarik Komposit



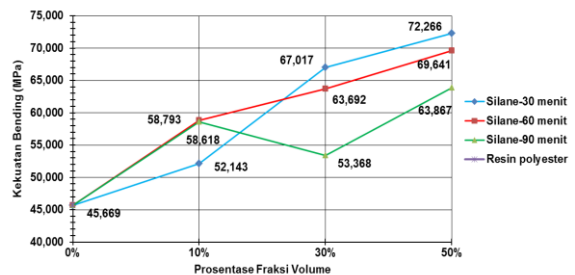
Gambar 9. Grafik Hubungan Kekuatan Tarik dan Prosentase Fraksi Volume

Dari gambar 9 menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit dari masing-masing prosentase fraksi volume terhadap perlakuan perendaman serat dengan *silane*. Kekuatan maksimum yang tertinggi yaitu 47.37 MPa pada prosentase fraksi volume 50% dengan lama perlakuan perendaman pada silane 30 menit. Jika dilihat dari hasil foto SEM penampang memanjang gambar 5.6a dan gambar 5.6b yakni perlakuan perendaman serat selama 30 menit, rongga-rongga serta alur-alur arah memanjang permukaan serat tempat mengumpulnya kotoran, pati sugu menjadi lebih bersih dan terisi oleh lapisan *silane*. Bila dilihat dari penampang melintang serat, pori-pori serat juga mulai mengecil dan padat karena terjadi resapan cairan *silane* kedalam serat. Hal ini yang membuktikan bahwa ketika serat dicetak bersama resin *polyester* (komposit) terjadi reaksi kimia yang menimbulkan ikatan antarmuka (*interface*) molekul-molekul *polimer* dengan *silane* serta serat sehingga membuat rantai-rantai ikatan yang sangat kuat yang menyebabkan bertambahnya nilai kekuatan tarik komposit.

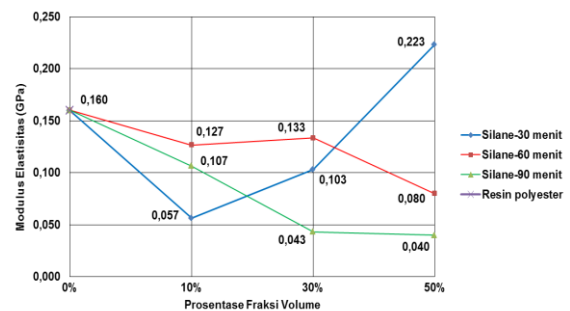
Kenaikan nilai kekuatan tarik yang berbanding lurus dengan jumlah fraksi volume serat menunjukkan bahwa semakin tinggi fraksi volume serat, maka kekuatan

tariknya semakin tinggi sebab semakin banyak fraksi volume serat akan memiliki kekuatan yang lebih tinggi dari matriksnya untuk menahan beban. Tetapi, peningkatan fraksi volume serat memiliki batas maksimum karena akan mempengaruhi ikatan permukaan serat dengan matriks, tatanan serat, waktu perendaman serat dan metode pembuatan komposit. Ada juga faktor-faktor teknis tidak bisa dihindari yang mempengaruhi kekuatan komposit menurun seperti bentuk serat, temperatur komposit, arah penempatan serat ketika proses cetak bersama matriks dan terjadinya *void*.

Pembahasan Pengujian Bending



Gambar 10. Grafik Hubungan Kekuatan Bending dan Prosentase Fraksi Volume



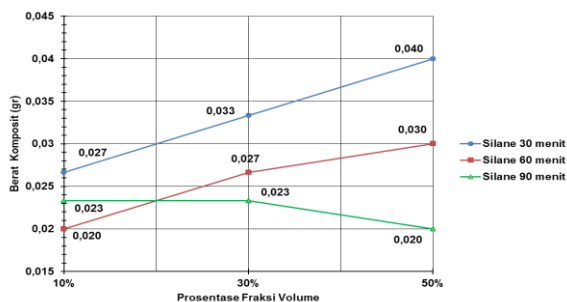
Gambar 11. Grafik Hubungan Modulus Elastisitas dan Prosentase Fraksi Volume

Dari gambar 10 terlihat bahwa kekuatan *bending* maksimum terjadi pada prosentase fraksi volume 50% dengan perlakuan perendaman serat pada *silane* 30 menit, yaitu 72.27 MPa. Ini berarti bahwa dalam komposit, kekuatan *bending* yang di terima pada matriks dipindahkan

dan didistribusi ke serat sebagai penguat melalui bidang antarmuka (*interface*).

Bidang antarmuka yang lemah menghasilkan komposit dengan kekakuan dan kekuatan rendah meskipun ketahanan terhadap patahan cukup baik. Sedangkan bidang antarmuka yang kuat menghasilkan kekuatan dan kekakuan yang tinggi dengan resiko seringkali ketahanan patahannya rendah, misalnya mudah rapuh atau getas. Bila dikaitkan dengan penyerapan serat terhadap *silane* (gambar 6a,b foto SEM serat tunggal perlakuan perendaman 30 menit) terlihat masih ada permukaan serat yang masih kasar dan rongga serat masih terbuka sehingga kekuatan perekatan matriks untuk mengikat serat sangat kuat dan mempengaruhi kekuatan *bending* pada komposit. Bila ikatan matriks dan serat sempurna, maka ikatan bidang antarmuka dan *adhesi* juga akan mempengaruhi kekuatan *bending* komposit.

Pembahasan Pengujian Daya Serap Air.



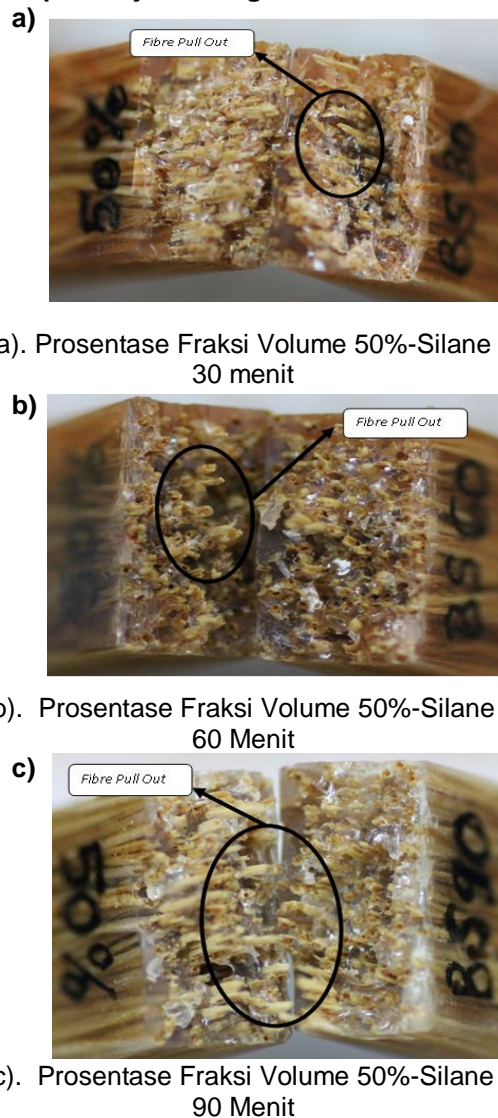
Gambar 12. Grafik Hubungan Daya Serap Air dan Prosentase Fraksi Volume

Diketahui bahwa sifat dasar serat alam adalah *hidrofilik* yang menjadikan kenaikan berat akibat daya serap air, ini karena pada struktur permukaan serat masih terlihat rongga-rongga yang masih terbuka memudahkan terjadinya penyerapan air.

Dari gambar 12 menunjukkan bahwa nilai serapan air semakin kecil yang terdapat pada perlakuan perendaman serat kontinyu limbah empulur sagu dengan prosentase fraksi volume 50% dan waktu perendaman serat 90 menit. Hal ini terbukti bahwa struktur permukaan dan rongga

serat semakin kecil serta terlihat seragam oleh pengaruh perlakuan perendaman dengan *silane*.

Pembahasan Pola Patahan Foto Makro Komposit Uji Bending.



a). Prosentase Fraksi Volume 50%-Silane 30 menit

b). Prosentase Fraksi Volume 50%-Silane 60 Menit

c). Prosentase Fraksi Volume 50%-Silane 90 Menit

Gambar 13. Pola patahan foto makro komposit uji bending

Berdasarkan gambar 13a,b dan c, pengamatan secara makroskopis pada penampang patahan komposit dengan variasi prosentase fraksi volume dan waktu perendaman, menunjukkan bahwa ada terjadi mekanisme *fibre pull out*, dimana pada ujung patahan komposit terlihat ada

pemutusan serat bahkan kondisi serat terlepas dari matriksnya.

Mekanisme *fibres pull out* terjadi akibat ikatan antarmuka pada matriks *polyester* kurang maksimal dimana ketika komposit diberi beban sampai batas maksimum maka terjadi retak, kemudian rambatan retak menimbulkan patahan yang menyebar pada daerah ikatan antarmuka serat dengan matriks yang kurang maksimal dan serat tidak mampu menahan kenaikan laju tegangan sehingga serat putus dan terlepas dari ikatan antarmuka matriks.

Komposit yang mengalami putus tanpa mekanisme *fibres pull out* dan terjadi pada daerah tarik (*gauge length*), dimana mengindikasikan bahwa serat maupun matriks *polyester* masih mampu menerima beban secara bersama-sama.

Susunan dan penyebaran serat yang kurang merata berpengaruh terhadap sifat mekanis komposit, oleh karena itu bila jumlah serat semakin banyak serta sulit mengatur dalam menempati ruang cetakan karena volume matriks lebih sedikit dan ditunjang dengan sifat getas matriks sehingga ikatan antarmuka tidak maksimal dan menyebabkan elastisitas komposit menjadi menurun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Prosentase fraksi volume serat mempengaruhi kekuatan tarik dan *bending*, dimana kekuatan tarik tertinggi yaitu 47.37 MPa yang diperoleh pada komposit dengan prosentase fraksi volume 50% dengan perlakuan perendaman serat selama 30 menit, sedangkan nilai kekuatan *bending* tertinggi yakni 72.27 MPa terdapat pada prosentase fraksi volume 50% dengan perlakuan perendaman *silane* 30 menit.
2. Nilai serapan air semakin kecil yang terdapat pada perlakuan perendaman serat kontinyu limbah empulur sagu dengan prosentase fraksi volume 50% waktu perendaman serat 90 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Putu Lokantara., 2009, Studi perlakuan serat serta penyerapan air terhadap kekuatan tarik komposit tapis kelapa /*polyester*, *Jurnal ilmiah teknik mesin.*, Vol 3, No 1.
- [2] Louhenapessy. JE.,2006, Makalah potensi dan pengolahan sagu di Maluku. Lokakarya kerja sama fakultas pertanian, BAPPEDA Propinsi Maluku, Dinas pertanian propinsi Maluku dan BPPT Maluku, Ambon.
- [3] Rasdhy.,2009, Water absorption and tensile properties of soil buried kenaf fibre reinforced unsaturated polyester composites, *Journal of Food, Agriculture & Environment.*, Vol. 7, 3-4.
- [4] Bilba., 2008, Silane treatment of bagasse fibre reinforcement of cementitious composites, *International Journal of Materials Engineering.*
- [5] Ishak., 2009, The effect of sea water treatment on the impact and flexural strength of sugar palm fibre reinforced epoxy composites. *International Journal of Materials Engineering.*, Vol.4.
- [6] Dhakal., 2006, Effect of water absorption on the mechanical properties of hemp fibre reinforced unsaturated polyester composites, *Composites Science and Technology.*