

## STUDI SIFAT MEKANIK DAN MORFOLOGI KOMPOSIT SERAT DAUN NANAS-EPOXY DITINJAU DARI FRAKSI MASSA DENGAN ORIENTASI SERAT ACAK

Sri Hastuti Firman<sup>1</sup>, Muris, dan Subaer

Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar

Jalan Daeng Tata Raya, Makassar 90223

<sup>1</sup>e-mail: srihastuti\_firman@yahoo.co.id

**Abstract:** *Study of Mechanical Properties and Morphology of Epoxy-Pineapple Fiber Leaves Composite as Mass Fraction with Random Fiber orientation. This research study examines the mechanical properties and morphology of epoxy-pineapple fiber leaves komposit as mass fraction with random fiber orientation. The purpose of this study was to determine the effect of pineapple leaf fiber on mechanical properties and morphology of composites. Composit with best structure of morphology is a composite with a mass of 0.7 g pineapple leaf fiber, it is concluded from SEM image which shows that the interface between matrix and aggregate is good. This indicates that the composite with a mass of pineapple leaf fibers has the highest flexural bending strength (flexural strength) compared to composites with a mass of 1.2 g and 1.7 g. This result is supported by the results of composites bending test using Testometric M500-25CT tool. Composites with a mass of 0.7 g pineapple leaf fibers, which is the highest one, is 5.74 MPa.*

**Abstrak:** **Studi Sifat Mekanik dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas-Epoxy Ditinjau dari Fraksi Massa dengan Orientasi Serat Acak.** Penelitian ini mengkaji tentang Studi Sifat Mekanik Dan Morfologi Komposit Serat Daun Nanas-Epoxy Ditinjau Dari Fraksi Massa Dengan Orientasi Serat Acak. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan serat daun nanas terhadap sifat mekanik dan morfologi komposit. Struktur morfologi komposit yang paling baik adalah komposit dengan massa serat daun nanas 0,7 g, hal ini diketahui dari citra SEM yang menunjukkan interface antar matriks dan agregat yang baik. Hal ini menandakan bahwa komposit dengan massa serat daun nanas memiliki kuat lentur lentur (Flexural Strength) tertinggi dibandingkan komposit dengan massa 1,2 g dan 1,7 g. Pernyataan ini didukung dari hasil uji lentur komposit dengan menggunakan alat Testometric M500-25CT. Komposit dengan massa serat daun nanas 0,7 g memiliki kuat lentur tertinggi yaitu 5,74 MPa.

**Kata Kunci:** epoxy, komposit, serat daun nanas, kekuatan lentur

Dewasa ini, material komposit masih menjadi topik pembicaraan yang menarik oleh para ilmuwan fisika. Hal ini disebabkan komposit diperlukan diberbagai bidang seperti bidang elektronik, transportasi, kedokteran/ medis, biologi dan yang lainnya.

Saat ini perkembangan komposit di Indonesia masih diarahkan pada bahan-bahan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui kembali. Untuk itu perlu dikembangkan bahan baku material penguat komposit yang dapat diperbaharui dan ramah lingkungan, seperti serat alam. Dengan penambahan bahan penguat (seperti serat) pada konsentrasi tertentu, komposit dapat menghasilkan sifat mekanik,

termal dan struktur yang lebih baik dibandingkan sifat material penyusunnya.

Nanas (*Ananas Comosus*) merupakan salah satu alternatif tanaman penghasil serat yang selama ini hanya dimanfaatkan buahnya sebagai sumber bahan pangan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), rata-rata produksi nanas di Indonesia adalah 1,5 juta ton/hari. Melihat banyaknya produksi tanaman nanas per tahun, tentunya daun nanas akan berpotensi besar untuk menjadi limbah.

Serat daun nanas memiliki kekuatan tarik hampir dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan *fiber glass*. Untuk itulah dalam penelitian ini penulis berinisiatif untuk memanfaatkan serat daun nanas.

Selain bahan penguat, hal lain yang perlu untuk diperhatikan adalah pengikat dari serat (matriks). Pemilihan matriks yang tepat akan memberikan efek yang baik pula untuk sifat mekanik dan struktur mikro komposit. Salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai matriks yaitu *epoxy*.

Resin *epoxy* mengandung struktur *epoxy* atau *oxirene*. Resin ini berbentuk cairan kental atau hampir padat yang digunakan untuk material ketika hendak dikeraskan. Resin *epoxy* jika direaksikan dengan *hardener* akan membentuk *polimer crosslink*. *Hardener* untuk sistem *curing* pada temperatur ruang dengan resin *epoxy* pada umumnya adalah senyawa *poliamida* yang terdiri dari dua atau lebih grup amina (Daulay, S. A. 2014).

Keunggulan dari matriks *epoxy resin* yaitu memiliki ketahanan korosi yang lebih baik dari pada polyester pada keadaan basah. Selain itu, *epoxy* memiliki sifat mekanik, listrik, kestabilan dimensi dan penahan panas yang baik (Darmansyah, 2010).

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental murni dan bersifat laboratories yang mengarah pada studi sifat mekanik dan morfologi komposit berbahan dasar *epoxy-resin* dengan agregat serat daun nanas.

Dalam penelitian ini dibuat empat sampel dengan massa epoxy resin 7 g dan hardener 3,5 g yang dibuat konstan. Selain itu diberi perlakuan variasi massa serat yang berbeda-beda. Massa serat yang digunakan yaitu 0 g, 0,7 g, 1,2 g dan 1,7 g.

Penyediaan serat daun nanas dilakukan dengan cara sebagai berikut. Daun nanas yang dipilih adalah yang berwarna hijau tua, kemudian dipotong hingga 10-15 cm. Setelah itu daun nanas direbus menggunakan *Termoline* pada suhu 250 °C selama dua jam. Setelah direbus

daun nanas diserut dengan menggunakan pisau *cutter*, kemudian akan diperoleh serat daun nanas. Sebagian serat daun nanas yang diperoleh kemudian direndam dengan larutan NaOH 0,1 Molar yang dicampur 250 ml air selama satu jam. Setelah itu dicuci dengan aquades dan di *curing* dalam oven Memmert pada suhu 70 °C selama 90 menit. Kemudian, serat sebelum dan sesudah direndam larutan NaOH dilakukan uji tarik untuk mengetahui kuat tarik tertinggi dari serat dengan perlakuan yang berbeda.

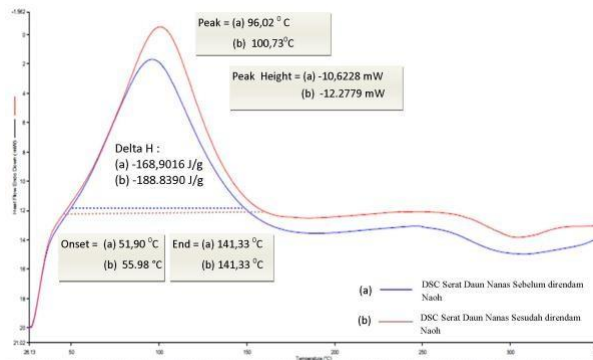
Selanjutnya pembuatan komposit dengan variasi massa yaitu sebagai berikut. *Epoxy resin* 7 g dan *hardener* 3,5 g dituangkan ke dalam piringan kecil, kemudian diaduk dengan cepat dan dicampurkan serat daun nanas yang telah direndam larutan NaOH yang telah dipotong dengan ukuran 2 cm sebesar 0,7 g. Setelah itu diaduk hingga tercampur merata, kemudian dimasukkan ke dalam cetakan. Setelah itu diberi perlakuan yang sama untuk serat daun nanas 1,2 g dan 1,7 g.

Jumlah keseluruhan sampel yang disintesa sebanyak empat buah yang meliputi variasi massa. Sampel tersebut selanjutnya dikarakterisasi menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk mengetahui pengaruh penambahan serat daun nanas terhadap morfologi komposit. Selain itu, komposit diuji lentur (*flexural strength*) menggunakan alat *Testometric* untuk mengetahui pengaruh penambahan serat daun nanas terhadap sifat mekanik dari komposit. Untuk mengetahui karakteristik dari serat daun nanas sebelum dan sesudah direndam larutan NaOH maka dikarakterisasi dengan menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC). Pengujian yang terakhir adalah uji tarik, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tarik dari serat daun nanas yang telah direndam dengan NaOH dan serat yang tidak direndam NaOH.

## HASIL DAN DISKUSI

### A. Differential Scanning Calorimetry (DSC) daun nanas

Tujuan dari penggunaan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang sifat termal yang diterima oleh bahan.



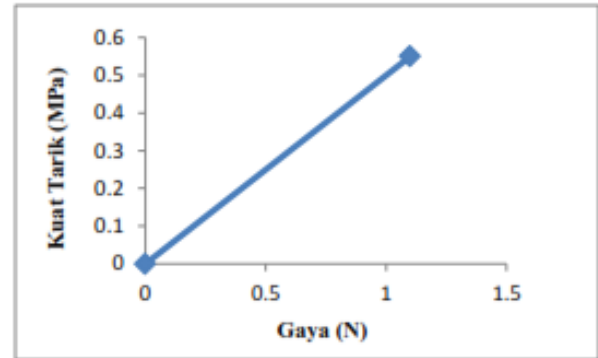
**Gambar 1.** Karakterisasi dari serat daun nanas sebelum dan sesudah direndam larutan NaOH.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa proses berlangsung secara eksotermik, hal ini menunjukkan bahwa serat daun nanas melepas panas ke lingkungan. Informasi lain yang dapat diperoleh dari grafik tersebut adalah perubahan entalpi serat daun nanas sebelum direndam NaOH yang berlangsung pada daerah antara 51,90 °C hingga 141,33 °C yang membentuk puncak adalah -188,8390 J/g. Sedangkan besarnya perubahan entalpi serat daun nanas setelah direndam NaOH yang berlangsung pada daerah antara 55,98 °C hingga 141,33 °C yang membentuk puncak adalah -168,9016 J/g. Karena diperoleh nilai perubahan entalpi yang negatif berarti selulosa serat daun nanas sebelum dan sesudah direndam larutan NaOH tidak menyerap kalor dari lingkungan atau bersifat eksoterm.

### B. Hasil data uji tarik

Berikut ini adalah grafik hubungan antara gaya yang diberikan dengan kuat tarik serat daun nanas sebelum direndam larutan NaOH.

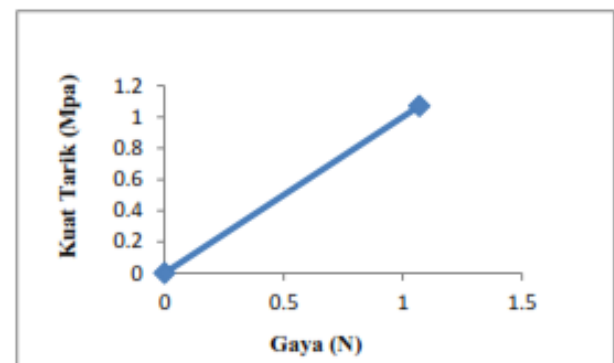
Pengujian tarik serat daun nanas dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik di laboratorium fisika Universitas Negeri Makassar.



**Gambar 2.** Hasil pengukuran kuat tarik serat daun nanas sebelum direndam larutan NaOH.

Gambar 2 adalah serat daun nanas yang belum direndam larutan NaOH memiliki kuat tarik maksimum sebesar 0,55 MPa ketika diberi gaya 1,1 Newton. Hal ini berarti bahwa jika diberi gaya yang lebih besar atau sama dengan 1,1 Newton, maka serat daun nanas akan putus.

Berikut ini adalah grafik hubungan antara gaya yang diberikan dengan kuat tarik serat daun nanas sebelum direndam larutan NaOH. Pengujian tarik serat daun nanas dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik di laboratorium fisika Universitas Negeri Makassar.



**Gambar 3.** Hasil pengukuran kuat tarik serat daun nanas yang telah direndam larutan NaOH

Gambar 3 memperlihatkan serat daun nanas yang telah direndam NaOH memiliki kuat tarik maksimum sebesar 1,07 MPa ketika diberi gaya

1,07 Newton. Hal ini berarti bahwa jika diberi gaya yang lebih besar atau sama dengan 1,107 Newton, maka serat daun nanas akan putus.

Berdasarkan grafik dalam gambar 2 dan 3 tersebut, dapat disimpulkan bahwa serat daun nanas yang telah direndam NaOH memiliki kuat tarik yang lebih besar dibandingkan kuat tarik serat daun nanas yang belum direndam NaOH. Kuat tarik serat daun nanas yang belum direndam NaOH dan serat yang telah direndam NaOH berturut-turut adalah 0,55 MPa dan 1,07 MPa.

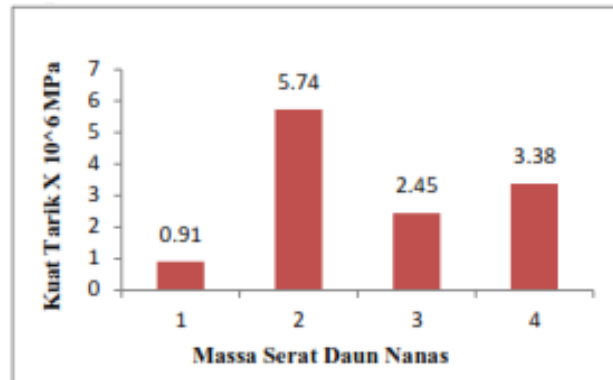
### C. Hasil Pengujian Kekuatan Lentur (*Flexural Strength*) epoxy resin, hardener dan Komposit Serat Daun Nanas

Sampel yang diuji lentur terdiri dari empat sampel dengan variasi massa serat yang berbeda-beda untuk mengetahui pengaruh kuat lentur dari keempat sampel ketika agregat di variasikan dan matriks dibuat konstan. Berikut ini adalah komposisi dari keempat sampel yang diuji lentur.

**Tabel 1.** Komposisi sampel uji lentur

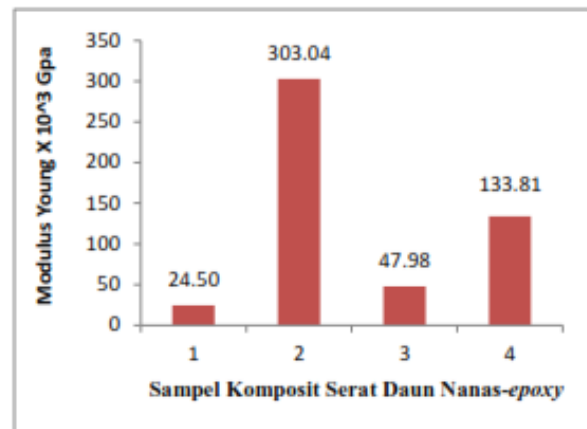
Sampel	Epoxy resin (g)	Hardener (g)	Serat daun nanas (g)
1	7,00	3,50	0
2	7,00	3,50	0,70
3	7,00	3,50	1,20
4	7,00	3,50	1,70

Salah satu pengujian mekanik komposit adalah pengujian kekuatan lentur. Pengujian ini dilakukan di laboratorium teknik mesin Universitas Negeri Makassar dengan menggunakan alat Testometric M500-25CT. Gambar 4 berikut ini adalah grafik hasil uji lentur sampel dengan variasi massa.



**Gambar 4.** Hasil pengukuran kuat lentur (*flexural strength*) epoxy resin, hardener dan Komposit serat daun nanas yang berbeda-beda.

Gambar 4 memperlihatkan bahwa epoxy resin 7 g yang dicampur dengan hardener 3,5 g memiliki kuat lentur 0,91 MPa. Kuat lentur komposit dengan serat 0,7 g adalah 5,74 MPa, komposit dengan serat 1,2 g adalah 2,45 MPa, komposit dengan serat 1,7 g adalah 3,38 MPa.

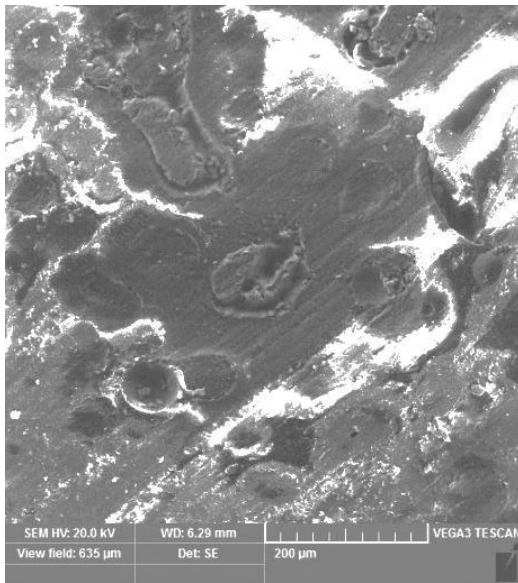


**Gambar 5.** Hasil modulus young epoxy resin, hardener dan komposit dengan variasi massa serat

Gambar 5 memperlihatkan bahwa epoxy resin 7 g yang dicampur hardener 3,5 g memiliki modulus Young (modulus elastisitas) 24,50 MPa. Sedangkan komposit dengan matriks epoxy resin 7 g dan hardener 3,5 g dengan massa serat daun nanas 0,7 g memiliki modulus elastisitas 303,04 MPa massa serat daun nanas 1,2 g memiliki modulus elastisitas 47,98 MPa dan massa serat daun nanas 1,7 memiliki modulus elastisitas 133,81 MPa.

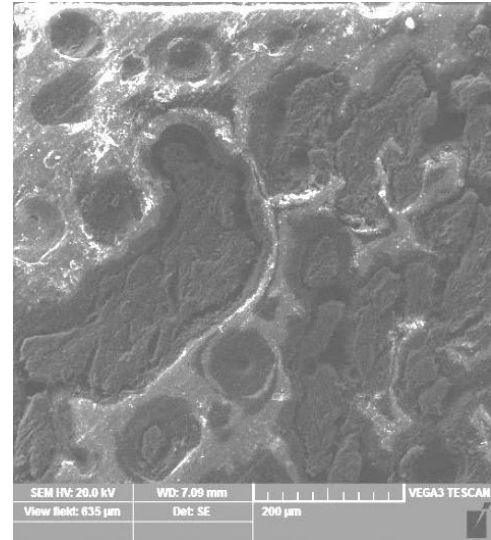
#### D. Hasil Karakterisasi Bahan Menggunakan *Scanning Elektron Microscopy* (SEM)

Karakterisasi komposit serat daun nanas epoxy menggunakan *Scanning Elektron Microscopy* (SEM) bertujuan untuk mengetahui morfologi dari komposit. Berikut ini adalah citra SEM komposit dengan massa serat daun nanas 0,7 g.



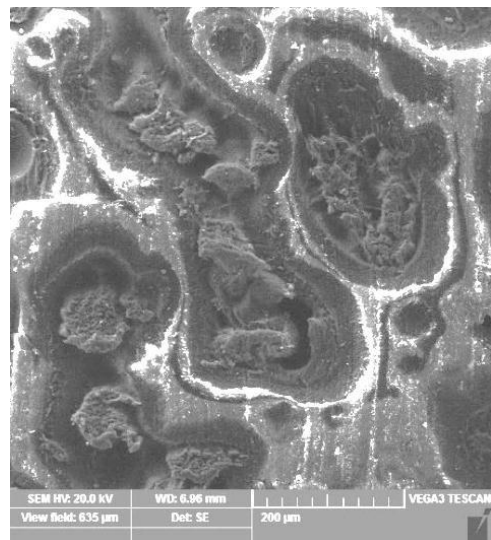
**Gambar 6.** Hasil karakterisasi SEM *epoxy resin* 7 g, *hardener* 3,5 g dan serat daun nanas 0,7 g sebelum uji lentur dengan scale bar 200µm.

Gambar 6 adalah citra SEM komposit serat daun nanas-epoxy pada scale bar 200µm. Dari gambar 6 tersebut dapat diperoleh informasi bahwa matriks dan agregat berikatan dengan baik. Hal ini diketahui dari *interface* antara matriks dan agregat yang baik. Selain itu, serat daun nanas terdistribusi dengan baik dengan matriksnya. Ikatan antara matriks dan agregat yang baik menandakan bahwa komposit ini memiliki regangan elastis yang kecil, pernyataan ini didukung dari nilai modulus young (modulus elastisitas) komposit yang besar.



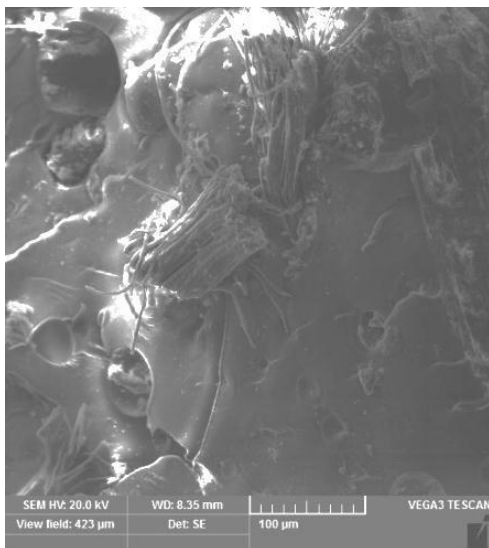
**Gambar 7.** Hasil karakterisasi SEM *epoxy resin* 7 g, *hardener* 3,5 g dan serat daun nanas 1,2 g sebelum uji lentur dengan scale bar 200 µm

Gambar 7 memperlihatkan citra SEM komposit serat daun nanas-*epoxy* pada scale bar 200µm. Dari gambar di atas dapat diperoleh informasi bahwa matriks dan agregat tidak berikatan dengan baik, hal ini ditandai pada *interface* antara matriks dan agregat yang tidak beraturan, dari gambar terlihat sebagian serat berkumpul di beberapa tempat sehingga pada daerah tersebut matriks tidak dapat mengikat agregat dengan baik.



**Gambar 8.** Hasil karakterisasi SEM *epoxy resin* 7 g, *hardener* 3,5 g dan serat daun nanas 1,7 g sebelum uji lentur dengan scale bar 200µm

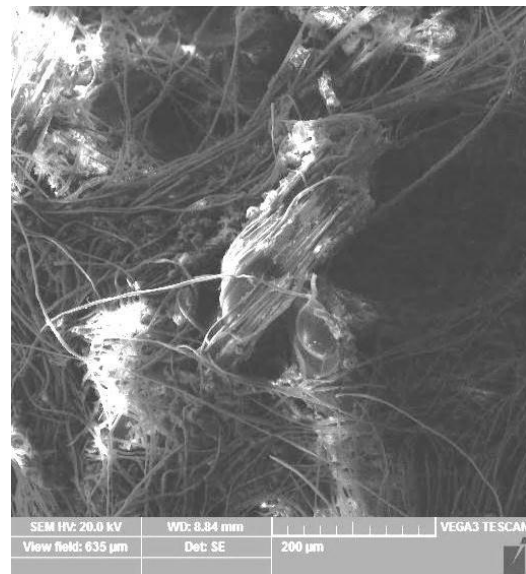
Gambar 8 memperlihatkan citra SEM komposit serat daun nanas-*epoxy* pada *scale bar* 200 $\mu$ m. Dari gambar di atas dapat diperoleh informasi bahwa matriks dan agregat tidak berikatan dengan baik. Hal ini ditunjukkan pada *interface* antara matriks dan agregat yang tidak beraturan, selain itu serat daun nanas tidak terdistribusi baik dengan matriks sehingga terdapat serat yang sangat berdempetan dengan serat yang lainnya sehingga matriks tidak dapat mengikat serat dengan baik. Akibatnya muncul celah kosong (*void*) pada komposit yang menurunkan kekuatan dari komposit karena ketika komposit menerima beban maka tegangan akan berpindah ke daerah *void*.



**Gambar 9.** Hasil karakterisasi SEM *epoxy resin* 7 g, *hardener* 3,5 g dan serat daun nanas 0,7 g setelah uji lentur

Gambar 9 adalah citra SEM komposit serat daun nanas-*epoxy* dengan *scale bar* 100  $\mu$ m. Pada gambar di atas tidak memperlihatkan banyak *void* seperti komposit dengan massa serat 1,2 g, hal ini menunjukkan bahwa matriks dan agregat berikatan dengan baik. Setelah komposit di uji lentur, terlihat bahwa matriks dan agregat masih berikatan cukup baik, hal ini karena antara matriks dan agregat tidak menimbulkan *void* yang berukuran besar

sehingga komposit ini lebih kuat dari komposit dengan massa serat 1,2 g dan 1,7 g.

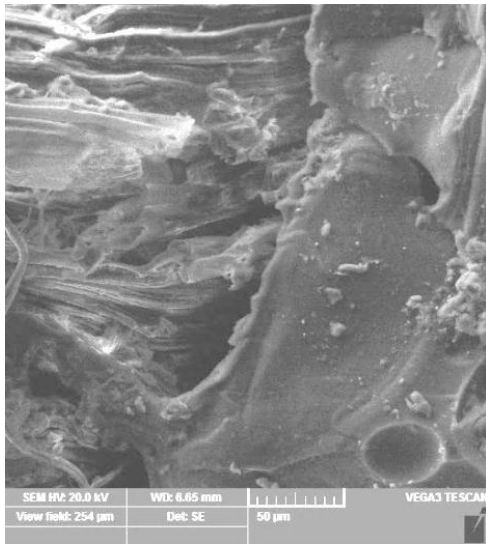


**Gambar 10.** Hasil karakterisasi SEM *epoxy resin* 7 g, *hardener* 3,5 g dan serat daun nanas 1,2 g setelah uji lentur

Gambar 10 adalah citra SEM komposit serat daun nanas-*epoxy* dengan *scale bar* 200  $\mu$ m. Pada gambar di atas memperlihatkan beberapa *void* dengan ukuran yang berbeda-beda, timbulnya *void* pada komposit diakibatkan banyaknya jumlah serat daun nanas sehingga matriks tidak dapat mengikat agregat dengan baik. Setelah komposit di uji lentur, terlihat banyak serat yang tercabut dari matriksnya, hal ini karena terlalu banyak jumlah serat daun nanas sehingga matriks tidak mampu lagi mengikat agregat.

Citra SEM untuk untuk komposit serat daun nanas-*epoxy resin* dengan kandungan serat daun nanas 1,7 gram ditunjukkan dalam Gambar 11. Berdasarkan gambar 11 tersebut, diperoleh informasi bahwa ketika komposit diuji lentur, matriks komposit, dalam hal ini epoxy resin, *hardener* patah sebelum seratnya patah. Selain itu, massa serat 1,7 g ini tidak mampu diikat dengan baik oleh matriks, akibatnya banyak serat yang berkumpul di satu tempat/tumpang

tindih sehingga menimbulkan celah (*void*) di tempat lain. Hal ini yang mengurangi kekuatan komposit, karena ketika komposit menerima beban maka tegangan akan berpindah ke daerah *void*. Pernyataan ini sejalan dengan nilai modulus yang komposit kecil.



**Gambar 6.** Hasil karakterisasi SEM epoxy resin 7 g, hardener 3,5 g dan serat daun nanas 1,7 g setelah uji lentur

## SIMPULAN

- Citra SEM menunjukkan bahwa matriks dan agregat tidak berikatan dengan baik pada penambahan serat di atas 0,7 g. Akibatnya, timbul celah kosong (*void*) yang mengurangi kekuatan komposit.
- Komposit dengan massa serat 0,7 g memiliki kuat lentur tertinggi yaitu 5,74 MPa dibandingkan komposit dengan massa serat daun nanas 1,2 g dan 1,7 g.

## DAFTAR RUJUKAN

Carly. (2012). *Analisis Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Serat Gelas Jenis Woven Dengan Matriks Epoxy dan Polyester Berlapis Simetri dengan Metoda Manufaktur Hand Lay-Up*. Jurnal Teknis Vol. 7, No.1, April 2012.

Darmansyah. (2010). *Evaluasi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Material Komposit Serat/Resin Berbahan Dasar Serat Nata De Coco Dengan Penambahan Nanofiller*, Tesis, Program Pasca Sarjana Teknik Kimia UI, Depok, 2010.

Delni Sriwita, A. (2014). *Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nanas-Poliyester Ditinjau dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat*. Jurnal Fisika Unand Vol. 3, No 1, Januari 2014.

Chandramohan. (2011). *A Review On Natural Fibers*. IJRRAS Vol 8 Issue 2, 194-195.

Maryanti, B. (2011). *Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.2, No. 2 Tahun 2011 : 123-129, 124.

Subaer. (2012). *Pengantar Fisika Material*. Makassar: Universitas Negeri Makassar.

Syahrinal Anggi Daulay, F. W. (2014). *Pengaruh Ukuran Partikel dan Komposisi Terhadap Sifat Kekuatan Bentur Komposit Epoksi Berpengisi Serat Daun Nanas*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 3, No. 3 (September 2014).

Wahyudil Hayat, S,Y. (2013). *Pengaruh kerapatan Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi Papan Partikel Serat Daun Nenas (Ananas Comosus L Merr)*. Pillar Of Physics, Vol. 1. April 2013, 44-51.