

Pengaruh Fraksi Berat Serat Daun Nanas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit *Polyester*

I Gede Sudiarsa, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, I Wayan Surata.
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Dunia teknik merupakan salah satu bidang yang menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Penggunaan serat daun nanas sebagai bahan komposit merupakan langkah yang tepat didalam mengembangkan material komposit. Tumbuhan ini sangat luas penyebarannya, sehingga dapat ditemukan didaerah tropik dan daerah subtropik serta daerah yang mempunyai keadaan iklim basah maupun kering. Dalam penelitian ini dilakukan investigasi sifat-sifat mekanis material biokomposit serat daun nanas dengan matriks polyester sebagai pengikat dan penguat dengan tujuan mampu memproduksi biokomposit berpenguat serat daun nanas (*ananas comosus*) dengan matriks polyester serta mengetahui sifat-sifat mekanis material biokomposit serat daun nanas yang meliputi kekuatan tarik dan kekuatan lentur dengan menggunakan variasi fraksi berat serat 10%,15% dan 20%. Dari hasil pengujian, variasi fraksi berat serat mempengaruhi sifat mekanik komposit. Hasil pengujian tarik kekuatan tertinggi terdapat pada specimen dengan fraksi berat serat 20% sebesar 24,870 MPa. Nilai kekuatan lentur tertinggi terjadi pada fraksi berat serat 20% sebesar 77,505 MPa.

Kata Kunci: fraksi berat, serat daun nanas, kekuatan tarik, kekuatan lentur, polyester.

Abstract

The world of engineering is one of the areas that show a very rapid development. The use of pineapple leaf fiber as a composite material is an appropriate step in developing composite materials. This plant is very wide spread, so it can be found in tropical and subtropical regions and areas that have wet and dry climatic conditions. This research investigated the mechanical properties of pineapple fiber biocomposite material with polyester matrix as binder and reinforcement in order to produce biocomposite with pineapple leaf fiber (*ananas comosus*) with polyester as its matrix and to obtain the mechanical properties of pineapple leaf fiber biocomposite material including tensile strength and bending strength by using weight fraction variation of 10%, 15% and 20% fiber. Based on the test results, weight fraction variations influence the composite mechanical properties. The highest tensile strength test results are found on specimen with fraction of fiber weight 20% is 24,870 MPa. The highest bending strength value occurred at a fraction of 20% fiber weight of 77,505 MPa.

Keyword: heavy fraction, ineapple fiber, tensile strenght, flexural strength, polyester

1. Pendahuluan

Berkembangnya suatu ilmu pengetahuan dan teknologi dapat memunculkan suatu penemuan-penemuan baru diberbagai bidang. Khususnya didalam dunia teknik yang merupakan salah satu bidang dengan perkembangannya yang sangat pesat, sehingga dapat memunculkan suatu pemikiran untuk mengkaji material baru yang memiliki sifat mekanis lebih baik, seperti bahan baru komposit. Dalam penelitian ini bahan komposit yang digunakan yaitu dari serat alam yakni serat daun nanas. Keuntungan serat alam daun nanas yaitu jumlahnya berlimpah, dapat diperbaharui, massa jenis ringan, harganya murah, terurai di alam, dapat di daur ulang, tidak membahayakan kesehatan, dan ramah lingkungan[2].

Pada penelitian ini dilakukan investigasi sifat-sifat mekanis material biokomposit serat daun nanas dengan matriks polyester sebagai pengikat.

Beberapa permasalahan yang akan dikaji, yaitu bagaimana memproduksi biokomposit berpenguat serat daun nanas (*ananas comosus*)[1], dengan

matriks polyester serta mengetahui sifat-sifat mekanis material biokomposit serat daun nanas yang meliputi kekuatan tarik dan kekuatan lentur dengan menggunakan variasi fraksi berat serat 10%,15% dan 20%.

Adapun tujuan dari pembuatan jurnal ini antara lain:

1. Mampu memproduksi biokomposit berpenguat serat daun nanas (*ananas comosus*) dengan matriks polyester.
2. Mengetahui sifat-sifat mekanis material biokomposit serat daun nanas yang meliputi kekuatan tarik dan kekuatan lentur.

2. Dasar Teori

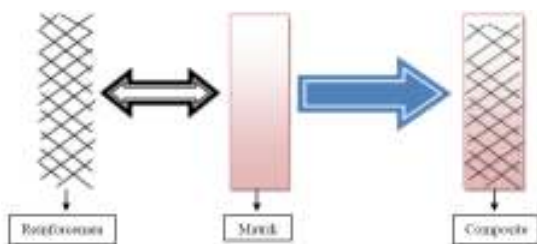
2.1 Komposit

Material komposit merupakan suatu material yang kompleks bila terkomposisikan dari dua material atau lebih yang digabungkan/disatukan secara bersamaan, dapat membentuk suatu produk yang berguna, yang didesain untuk menghasilkan kualitas maupun sifat

terbaik. Penguat biasanya bersifat elastis, dan mempunyai kekuatan tarik yang baik namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi penyusun dari komposit, yaitu berupa penguat (*reinforcement*) dan pengikat (*matrix*).

2.2 Matrik

Material komposit tersusun atas dua tipe material penyusun yakni matriks dan fiber (*reinforcement*). Keduanya memiliki fungsi yang berbeda[3], fiber berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit, sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan fiber dan menjaganya agar tidak berubah posisi. Campuran keduanya akan menghasilkan material yang keras, kuat, namun ringan[5], berikut contoh gambar matrik 1 :



Gambar 1. Matrik

2.3 Serat Daun Nanas (*Ananas Comosus*)

Dalam pengujian yang akan dilakukan yaitu menggunakan daun nanas sebagai bahan dasar komposit yang diambil seratnya untuk proses pengujian. Daun nanas (*ananas comosus*) yang di pilih untuk proses pengambilan serat adalah daun yang sudah tua kemudian direndam kurang lebih 5-7 hari menggunakan air murni (H_2O) dan NaOH sehingga akan mempermudah dalam proses pengambilan serat[4]. Berikut adalah gambar 2 proses pengambilan serat pada daun nanas:



Gambar 2. Proses pengambilan serat daun nanas (*ananas comosus*)

3. Metode Penelitian

3.1 Penyiapan Bahan

Berikut adalah gambar 4 penyiapan bahan sebelum pencetakan dan gambar 3 serat daun nanas sebelum dipotong dan setelah dipotong 3 cm:

1. Serat Daun Nanas



Gambar 3. Serat daun nanas sebelum dipotong dan setelah dipotong 3cm.

2. Poliester



Gambar 4. Resin Polyester Yucalac tipe 157, Gliserin dan katalis

3.2 Range Pengujian

Fraksi berat serat nanas yang dipakai pada pengujian ini adalah sebagai berikut :

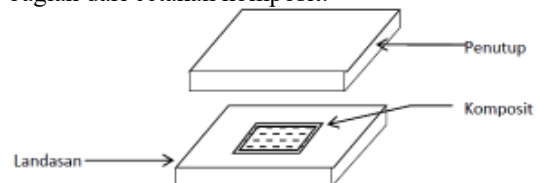
1. 10% Fraksi berat serat
2. 15% Fraksi berat serat
3. 20% Fraksi berat serat

3.3 Penyiapan Alat

1. Timbangan yang digunakan untuk menimbang serat dan polyester adalah timbangan digital.
2. Cetakan yang digunakan yaitu kaca bening, baja dengan ketebalan 3mm dan beban pemberat. Kaca bening sebagai landasan dan penutup, baja dengan ketebalan 3mm sebagai alat cetakan komposit, serta beban sebagai pemberat.
3. Alat bantu lain yang digunakan, meliputi : Gunting, kuas, penggaris, sikat paku, ampelas, gelas ukur dan gerinda pemotong.

3.4 Pencetakan Komposit

Dari gambar 5 dibawah menunjukkan bagian-bagian dari cetakan komposit:



Gambar 5. Bagian-bagian cetakan.

4. Hasil dan Pembahasan

Adapun hasil dan pembahasan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

4.1 Serat *single fiber* daun nanas

Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil kekuatan Tarik. Perhitungan kekuatan tarik maksimum diambil menggunakan serat *single fiber* pada tabel dibawah spesimen 1 yaitu sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A_n}$$

$$\sigma = \frac{m \times 9,8 \text{ m/s}^2}{\frac{\pi}{4} d^2}$$

$$\sigma = \frac{0,36 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2}{\frac{\pi}{4} \times 0,103 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 420,899 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{4 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$\varepsilon = 8,00 \%$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{420,899 \text{ MPa}}{8,00 \%$$

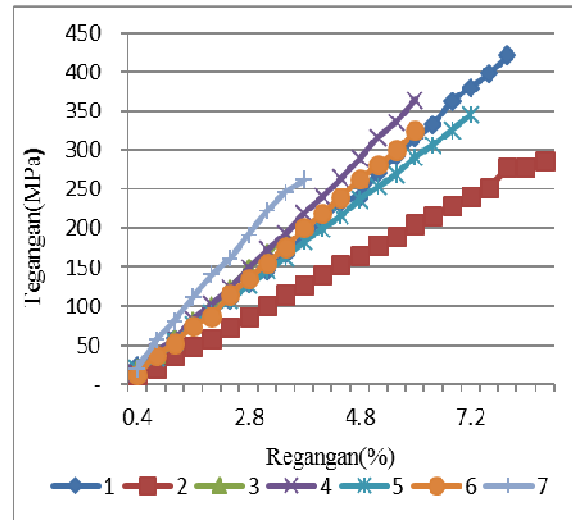
$$E = \frac{420,899 \text{ MPa}}{0,080}$$

$$E = 5,261 \text{ GPa}$$

Tabel 1. Perhitungan Kekuatan Tarik *Single fiber*.

<i>Single Fiber</i> Daun Nanas			
Spesimen	ε (%)	σ (MPa)	E (GPa)
1	8,000	420,899	5,261
2	8.800	286,624	3,257
3	3.200	187,207	5,850
4	6.000	364,010	6,067
5	7.200	344,623	4,786
6	6.000	324,586	5,410
7	3.600	262,252	7,285
Rata-rata	0,061	312,886	5,417

Berdasarkan data diatas, didapatkan grafik hubungan antara kekuatan Tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas yaitu seperti gambar berikut:



Gambar 6. Grafik Tegangan Regangan Tarik *Single Fiber* Daun Nanas

4.2 Hasil Perhitungan Uji

4.2.1 Hasil Perhitungan Uji Tarik

Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil kekuatan tarik. Regangan Maksimum dan Modulus Elastisitas seperti ditampilkan pada tabel 2 Perhitungan kekuatan tarik maksimum diambil menggunakan fraksi berat 10% pada tabel 2 dibawah spesimen 1 yaitu sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A_n}$$

$$\sigma = \frac{m \times 9,8 \text{ m/s}^2}{\frac{b \times t}{4}}$$

$$\sigma = \frac{113 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2}{\frac{25 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}}{4}}$$

$$\sigma = 14,765 \text{ MPa}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{2,9 \text{ mm}}{170 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$\varepsilon = 1,706 \%$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$E = \frac{14,765 \text{ MPa}}{1,706 \%$$

$$E = \frac{14,765 \text{ MPa}}{0,017}$$

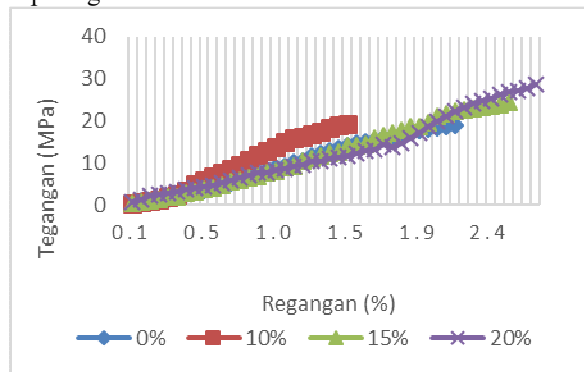
$$E = 865,554 \text{ MPa}$$

$$E = 0,866 \text{ GPa}$$

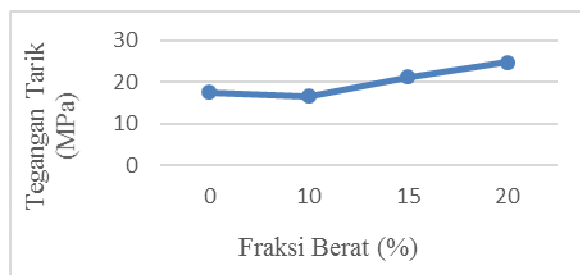
Tabel 2. Perhitungan Kekuatan Uji Tarik Komposit Serat Daun Nanas

Fraksi Berat			
Fraksi Berat Serat 0%			
Spesimen	ϵ (%)	σ (MPa)	E (MPa)
1	3,000	18,163	605,422
2	2,176	18,947	870,523
3	1,529	15,549	1016,687
Rata-rata	2,235	17,553	830,877
Fraksi Berat Serat 10%			
Spesimen	ϵ (%)	σ (MPa)	E (MPa)
1	1,706	14,765	865,554
2	1,471	19,208	1306,144
3	1,294	15,941	1231,830
Rata-rata	1,490	16,638	1134,509
Fraksi Berat Serat 15%			
Spesimen	ϵ (%)	σ (MPa)	E (MPa)
1	1,412	17,248	1221,733
2	2,529	24,304	960,856
3	2,235	22,213	993,754
Rata-rata	2,059	21,255	1058,781
Fraksi Berat Serat 20%			
Spesimen	ϵ (%)	σ (MPa)	E (MPa)
1	2,176	24,565	1128,677
2	2,647	21,429	809,553
3	2,706	28,616	1057,548
Rata-rata	2,510	24,870	998,593

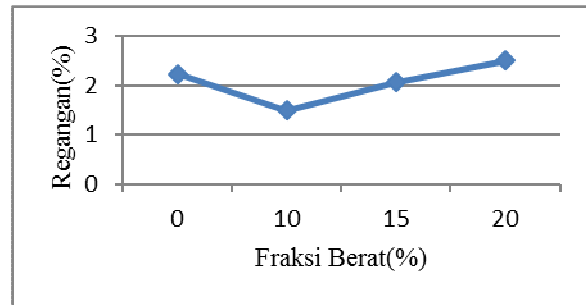
Berdasarkan data diatas, didapatkan grafik hubungan antara kekuatan Tarik, regangan tarik dan modulus elastisitas dengan variasi fraksi berat, yaitu seperti gambar berikut :



Gambar 7. Grafik Tegangan dan Regangan Tarik



Gambar 8. Grafik Fraksi Berat Terhadap Tegangan Tarik



Gambar 9. Grafik Fraksi Berat Terhadap Regangan Tarik

Dari gambar 9 diatas menunjukkan adanya hubungan antara kekuatan tarik komposit dengan fraksi berat serat yang variatif, dimana kekuatan tarik dengan fraksi berat serat 0%, 10% dan fraksi berat serat 15% lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan tarik fraksi berat serat 20% sebesar 24,870 MPa. Kekuatan tarik fraksi berat serat 15% sebesar 21,255 MPa, fraksi berat serat 0% sebesar 17,553 MPa dan kekuatan tarik terendah terjadi pada fraksi berat serat 10% sebesar 16,638 MPa.

4.2.2 Hasil Perhitungan Uji Lentur

Setelah dilakukan pengujian Uji Lentur didapatkan hasil kekuatan Lentur. Regangan Maksimum dan Modulus Elastisitas seperti ditampilkan pada tabel 3 Perhitungan kekuatan Lentur maksimum diambil menggunakan fraksi berat serat 10% pada tabel dibawah spesimen 1 yaitu sebagai berikut:

$$\sigma_L = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2}$$

$$\sigma_L = \frac{3 \cdot (7,53 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \cdot 48 \text{ mm}}{2 \cdot 12,7 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_L = 46,484 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_L = \frac{6 \cdot \delta \cdot d}{L^2}$$

$$\epsilon_L = \frac{6 \cdot 3 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm}}{48 \text{ mm}^2} \times 100\%$$

$$\epsilon_L = 2,34 \%$$

$$E_L = \frac{L^2 \cdot m}{4 \cdot b \cdot d^3}$$

$$E_L = \frac{48 \text{ mm}^2 \cdot (\frac{P}{\epsilon})}{4 \cdot 12,7 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm}^3}$$

$$E_L = \frac{48 \text{ mm}^2 \cdot (\frac{73,794 \text{ N}}{3 \text{ mm}})}{4 \cdot 12,7 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm}^3}$$

$$E_L = \frac{48 \text{ mm}^2 \cdot 24,598 \text{ N/mm}}{4 \cdot 12,7 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm}^3}$$

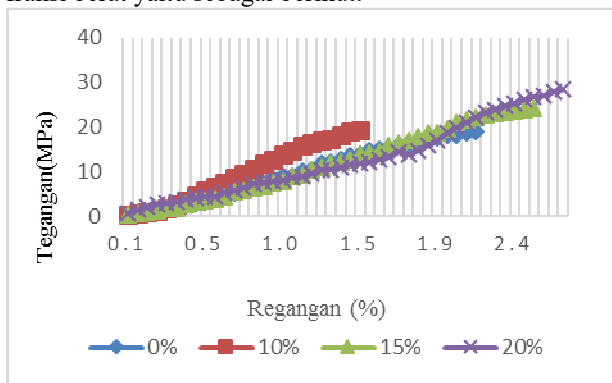
$$E_L = 1983,335 \text{ MPa}$$

$$E_L = 1,983 \text{ GPa}$$

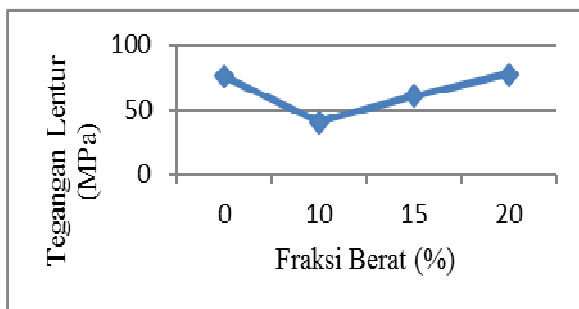
Tabel 3. Perhitungan Kekuatan Uji Lentur Komposit Serat Daun Nanas

Fraksi Berat			
Fraksi Berat Serat 0%			
Spesimen	ϵ_L (%)	σ_L (MPa)	EL (MPa)
1	76,484	74,01	1141,467
2	76,653	76,85	1171,15
3	76,653	76,857	1171,15
Rata-rata	6,597	75,910	1161,256
Fraksi Berat Serat 10%			
Spesimen	ϵ_L (%)	σ_L (MPa)	EL (MPa)
1	2,340	46,484	1983,335
2	2,030	36,576	1800,683
3	1,950	39,509	2022,843
Rata-rata	2,107	40,856	1935,620
Fraksi Berat Serat 15%			
Spesimen	ϵ_L (%)	σ_L (MPa)	EL (MPa)
1	2,810	56,485	2008,357
2	3,590	61,362	1801,080
3	3,910	64,541	1894,835
Rata-rata	3,437	60,796	1901,424
Fraksi Berat Serat 20%			
Spesimen	ϵ_L (%)	σ_L (MPa)	EL (MPa)
1	2,500	65,529	2621,153
2	3,050	84,542	2774,724
3	3,200	82,443	2573,845
Rata-rata	2,917	77,505	2656,574

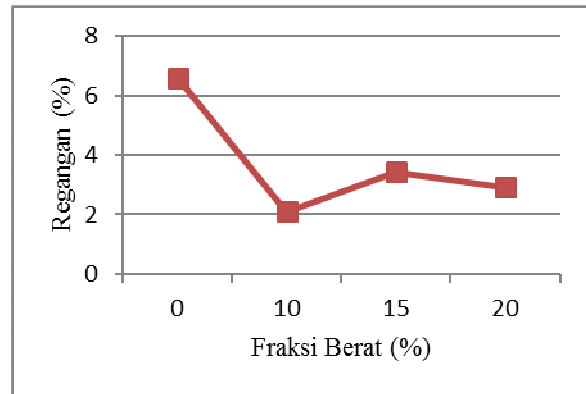
Berdasarkan data diatas, didapatkan grafik hubungan antara kekuatan Lentur, regangan maksimum dan modulus elastisitas dengan variasi fraksi berat yaitu sebagai berikut:



Gambar 10. Grafik Tegangan dan Regangan Lentur



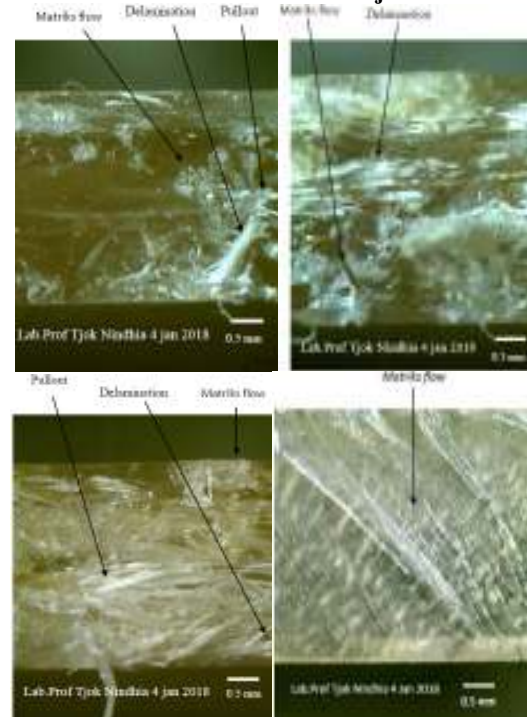
Gambar 11. Grafik Fraksi Berat Terhadap Tegangan Lentur



Gambar 12. Grafik Fraksi Berat Terhadap Regangan Lentur

Dari gambar 10 diatas menunjukkan grafik tegangan dan regangan lentur komposit daun nanas, dan gambar 11 diatas menunjukkan adanya hubungan antara tegangan Lentur komposit dengan fraksi berat serat yang variatif, dimana kekuatan Lentur komposit dengan nilai tertinggi terjadi pada fraksi berat serat 20% sebesar 77,505 MPa, sedangkan kekuatan fraksi berat serat 0% , 10% dan fraksi berat serat 15% lebih rendah daripada fraksi berat serat 20%. Fraksi berat serat 0% sebesar 75,910 MPa, fraksi berat serat 15% sebesar 60,796 MPa dan kekuatan yang lebih rendah yaitu fraksi berat serat 10% sebesar 40,856 Mpa, pada gambar 12 diatas menunjukkan grafik regangan lentur terhadap komposit serat daun nanas.

4.2.3 Hasil Foto Makro Patahan Uji Tarik



Gambar 13. fraksi Berat Serat 10%,15%, 20% dan 0%

Dari gambar 13 makro diatas dapat diartikan sebagai berikut:

- A. *Overload* adalah Putusnya serat yang diakibatkan karena batas batas kekuatan serat dan ikatan yang kuat antara matrik dan serat.
- B. *Pullout* adalah ikatan matrik dan serat tidak kuat, sehingga mengakibatkan serat terlepas dari matrik..
- C. *Delamination* adalah Tingginya tegangan *Interlaminar*.
- D. *Matrik Flow* adalah Berlebihnya matrik yang menyebabkan adanya prgeseran pada alur matrik.

reinforced plastics?. *Composite Science and Technology*. Vol. 63, 1259-1264.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan komposit dengan teknik *hand lay up* diperlukan ketelitian dalam pengaturan partikel untuk menghindari terjadinya area kosong pada komposit yang dapat mengurangi kekuatan pada komposit.
2. Pengaruh variasi fraksi berat serat daun nanas didapatkan sifat mekanik dari kekuatan tarik tertinggi terdapat pada *specimen* fraksi berat serat 20% sebesar 24,870 MPa. Terendah pada fraksi berat serat 10% yaitu 16.638 MPa. Nilai kekuatan Lentur tertinggi terjadi pada fraksi berat serat 20% sebesar 77,505 MPa, fraksi berat serat 10% sebesar 40,856 MPa. Diakibatkan kurangnya serat pada matrik, dan kurang meratanya serat pada patahan yang disebut dengan *crack deflection*, yang dapat dilihat pada struktur micro.

Daftar Pustaka

- [1] Hidayat, Praktino. 2008. Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. Jurnal Industri. Volume 13 No 2. Hal 31-35.
- [2] Joshi, S.V., Drzal, L.T., Mohanty, A.K., Arora, S. 2004. Are Natural Fiber Composites Environmentally Superior to Glass Fiber Reinforced Composite?. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, Elsevier, Vol. 35, 371-376.
- [3] Jones, M. R., 1975, *Mechanics of Composite Material*, Mc Graww Hill Kogakusha, Ltd.
- [4] Kibry. 1963. Vegetable Fibres, Leonard Hill, London.
- [5] Wambua, P., Ivens, J., Verpoest, I. 2003. Natural fibres: can they replace glass in fibre