

Pengaruh Volume, Arah Serat Dan Panjang Serat Nanas Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Plastik Jenis *High Density Polyethylene*

BENY SAPUTRA HASAN BASRI, TUMPAL OJAHAN RAJAGUKGUK, YUSUP
HENDRONURSITO

ABSTRACT

Composite materials are currently starting to develop in the automotive industry which provide various advantages such as specific gravity, light weight, recyclability and as a filler material for eco-efficiency. The research used by varying the fiber fraction (fv) of pineapple by 5%, 10% and 15%; fiber direction 0°, 45° and random, fiber length 6.6 cm, 10 cm, 20 cm, with experiments using the Orthogonal Taguchi method to determine the parameters for making composites, while Analysis of Variance (ANOVA) to determine the best variation. This study aims to determine the effect of volume fraction parameters, direction, and length of pineapple fiber as a filler on the tensile test and bending test. The best tensile test results were found in specimen number two with fv 5%, direction 45° and length 10 cm with a value of 196.358 kgf/mm². The best bending test results are in specimen number two with fv 5%, direction 45 and length 10 cm with a value of 4.094 kgf/mm². The results of the analysis of variance (ANOVA) greatly affect the tensile strength and bending strength which shows the results of the second specimen with a fiber percentage value of 59.01%, fiber direction 21.27%, fiber length 16.95% while for bending strength with a fiber percentage value 75.05%, fiber direction 16.99%, fiber length 6.71%. The best bond in composite materials using pineapple fiber filler with HDPE matrix greatly affects the tensile strength and bending strength.

Keywords: composite, pineapple fiber, tegangan tarik, tegangan bending, *taguchi*, ANOVA

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi seiring perkembangan jaman memicu pergeseran penggunaan material sintetis ke material yang ramah lingkungan. Teknologi hijau didesain negara-negara maju dan berkembang untuk mengoptimalkan pertumbuhan ekonomi dengan memperhatikan kondisi lingkungan dengan memanfaatkan sumber daya alam, tidak terkecuali material yang ramah lingkungan. Dalam mendukung tercapainya teknologi hijau banyak dikembangkan material komposit yang berpenguat serat alam (Okariwan dkk., 2016).

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan potensi sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan sebagai material penyusun komposit (Banowati dkk., 2017).

Di Lampung PT.GGP menghasilkan produksi nanas 2000-3500 ton/hari. Dari hasil tersebut menghasilkan limbah daun nanas yang berlebih. Ketersediaan yang melimpah dan kurang adanya pemanfaatan dari limbah tersebut maka penulis memanfaatkan limbah tersebut sebagai filler penguat komposit.

HDPE memiliki rantai polimer tanpa cabang panjang yang membuatnya sangat padat dan karenanya, lebih kuat dan lebih tebal dari PET. HDPE umumnya digunakan sebagai kantong plastik, botol susu, wadah jus, botol shampoo, dan botol obat. Tidak hanya dapat didaur ulang, HDPE relatif lebih stabil daripada PET. HDPE dianggap sebagai pilihan yang lebih aman untuk penggunaan makanan dan minuman, meskipun beberapa penelitian menunjukkan bahwa jenis plastik ini melepaskan senyawa kimia yang dapat mengganggu sistem hormon manusia ketika terpapar sinar ultraviolet

Komposit adalah suatu jenis bahan baru hasil percampuran yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya, dengan adanya perbedaan dari material penyusunnya maka komposit antar material harus berikatan dengan kuat, sehingga perlu adanya penambahan penguat (Nayiroh, 2013).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini yaitu membuat spesimen komposit dengan parameter yang telah ditentukan. Material pembentuk komposit yang digunakan terdiri dari *matriks* plastik HDPE, *filler* serat nanas, arah serat nanas dan panjang serat

nanas. Pengujian mekanik berupa uji kuat tarik dengan standar *ASTM D638-3* dan uji bending dengan standar *ASTM D790-02*, uji daya serap air dan uji densitas.

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \quad (1)$$

dengan σ = tegangan (kg.f/mm²), P = beban maksimum (kg.f), A_0 = luas penampang (mm²).

$$\sigma_f = 3PL/2bd^2 \quad (2)$$

Metode *Taguchi* menggunakan matriks khusus yang disebut Matriks *Ortogonal* atau *Orthogonal Array* (OA). Matriks standar ini merupakan langkah untuk menentukan jumlah eksperimen minimal. Bagian terpenting dari

dengan σ_f = tegangan bending (kgf/mm²)

P = beban yang diberikan (kg.f)

L = panjang antar tumpuan (mm)

b = lebar spesimen (mm)

d = tebal spesimen (mm)

Matriks Ortogonal terletak pada pemilihan kombinasi level variabel-variabel input masing-masing eksperimen. Karakteristik kualitas adalah hasil suatu proses yang berkaitan dengan kualitas produk yang melalui proses tersebut.

Metode analisis Anova digunakan untuk membantu mempermudah analisis hasil uji tarik dan uji 3 point bending. Hal ini untuk mengetahui pengaruh signifikan dan kontribusi variabel bebas terhadap variabel tetap.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik mekanik komposit yang telah dibuat dengan parameter seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1. Parameter pembuatan komposit

No Sampel	Volume Serat(%)	Arah Serat (°)	Panjang Serat(cm)
Sampel 1	5	0	20
Sampel 2	5	45	10
Sampel 3	5	ACAK	6,6
Sampel 4	10	0	10
Sampel 5	10	45	6,6
Sampel 6	10	ACAK	20
Sampel 7	15	0	6,6
Sampel 8	15	45	20
Sampel 9	15	ACAK	10

Pembuatan komposit:

1. Komposit dibuat menggunakan metode hot press pada sebuah cetakan 20 x 10 x 1 cm³.
2. Penekanan menggunakan hidrolik dengan tekanan 3 ton.
3. Setelah proses penekanan, komposit dibentuk menjadi spesimen uji tarik berdasarkan ASTM D638-4 dan uji 3 point bending mengacu pada standar ASTM D790-02..

Uji Anova menghitung secara statistik (F-ratio), untuk menguji pernyataan "Apakah kelompok yang dibandingkan memiliki kesamaan atau tidak?".

HASIL DAN PEMBAHASAN

Papan komposit HDPE berpenguat serat nanas ditunjukkan pada Gambar 1.



GAMBAR 1. Komposit HDPE Berpenguat Serat nanas

Spesimen uji tarik berdasarkan ASTM D638-3 ditunjukkan pada Gambar 2.



GAMBAR 2. Spesimen uji tarik (ASTM D638-3)

Spesimen uji bending ASTM D790 - 02 ditunjukkan pada Gambar 3.



GAMBAR 3. Spesimen uji 3 point bending (ASTM D790 - 02)

Hasil Uji Tarik

Hasil pengujian tarik dari spesimen uji ditunjukkan pada Tabel 2.

TABEL 2. Hasil pengujian tarik komposit

No Spesimen	Luas Area A (mm ²)	Beban Maksimum F (N)	Tegangan Maksimum σ (N/mm ²)	Regangan Maksimum ϵ (%)	Modulus Elastisitas E (N/mm ²)
Spesimen 1	126	161,390	1,281	7,646	0,168
Spesimen 2	126	196,358	1,558	8,993	0,173
Spesimen 3	130	163,830	1,260	5,824	0,216
Spesimen 4	112	167,942	1,499	5,838	0,257
Spesimen 5	108	137,930	1,277	3,686	0,346
Spesimen 6	117	83,509	0,714	8,902	0,080
Spesimen 7	117	96,706	0,827	5,186	0,159
Spesimen 8	120	88,904	0,741	3,174	0,233
Spesimen 9	120	64,705	0,539	6,536	0,082

Tegangan tarik terbesar yang dapat diterima oleh papan komposit adalah sebesar 1,558 N/mm² yang diperoleh dari spesimen uji nomor 2, regangan tarik terbesar yang dapat di terima oleh papan komposit adalah sebesar 1,558 N/mm² yang diperoleh dari spesimen uji nomor 2, dan modulus elastisitas terbesar yang dapat di peroleh ddari papan komposit adalah 0,346 N/mm² yang dapat di peroleh dari spesimen uji 5.

Volume serat 15% memiliki rata-ratategangan dan regangan tarik yang paling rendah, sedangkan volume serat 5% memiliki rata-rata tegangan dan regangan tarik yangpaling tinggi. Semakin kecil persentase serat yang digunakan makasemakin tinggi tegangan tarik komposit . Dengan demikian volume yang paling kecil memberikan kekuatan tarik semakin tinggi.

Hasil Uji Three Point Bending

Pada setiap kelompok spesimen menunjukkan tren yang sama, dengan kekuatan tarik tertinggi diperoleh ketika menggunakan serat dengan persentase terkecil.

Hasil pengujian 3 point bending spesimen uji papan komposit ditunjukkan pada Tabel 3.

TABEL 3. Hasil pengujian *three point bending*

No Spesimen	B	D	L	F	M	I	Σ
	mm	Mm	mm	Kg.f	kg.mm	mm ⁴	kg/mm ²
Spesimen 1	21	9	80	45,716	914,312	1275,75	3,225
Spesimen 2	22	9	80	60,799	1215,970	1336,50	4,094
Spesimen 3	25	9	80	64,091	1281,810	1518,75	3,798
Spesimen 4	20	10	80	16,274	325,473	1666,67	0,976
Spesimen 5	22	8	80	33,925	678,496	938,67	2,891
Spesimen 6	24	12	80	14,919	298,389	3456,00	0,518
Spesimen 7	19	11	80	36,470	729,395	2107,42	1,904
Spesimen 8	20	10	80	41,793	835,863	1666,67	2,508
Spesimen 9	20	10	80	32,711	654,214	1666,67	1,963

Kekuatan bending tertinggi diperoleh pada spesimen 2 sebesar 4,049 kg/mm², sedangkan kekuatan bending terkecil diperoleh pada spesimen 6 sebesar 0,518 kg/mm². spesimen uji nomor 2. Spesimen uji ini menggunakan serat nanas sebesar 5%, arah serat 45°, panjang serat 10cm. Sedangkan spesimen uji nomor 6. Spesimen uji ini menggunakan serat nanas sebesar 10%, arah serat acak, panjang serat 20cm. Kekuatan bending komposit sangat dipengaruhi oleh ikatan antar filler dengan matriks. Ketika

ikatan antar filler dengan matriks tidak kuat menyebabkan komposit menjadi rapuh dan mudah patah.

Anova Terhadap Tegangan Tarik

Hasil Anova menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS 17. Hasil dari uji Anova ditunjukkan pada Tabel 4.

TABEL 4. Analisis dari varian terhadap hasil uji tarik

Source	DF	Seq SS	Contribution(%)	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Volume Serat	2	2,9909	59,01	2,9909	1,49547	21,28	0,045
Arah Serat	2	1,0778	21,27	1,0778	0,53889	7,67	0,115
Panjang Serat	2	0,8590	16,95	0,8590	0,42949	6,11	0,141
Error	2	0,1406	2,77	0,1406	0,07028		
Total	8	5,0683	100,00				

Dari Tabel 4 diperoleh bahwa kontribusi terbesar diperoleh dari parameter volume serat nanas sebesar 59,01% lebih besar dari kontribusi parameter arah serat yang hanya bernilai 21,27%. Serta panjang serat sebesar 16,95% Hal ini memberikan gambaran bahwa parameter volume serat memberikan kontribusi terbesar terhadap nilai tegangan tarik. *Error* yang terjadi pada data yang diberikan dari hasil pengujian hanya sebesar 2,77%. Data nilai *P-value* dari analisis *anova* pada Tabel 4 diatas juga dapat digunakan untuk menganalisa seberapa signifikan suatu parameter terhadap respon, dalam hal ini tegangan tarik. Nilai *P-value* terkecil atau kurang dari 5% menunjukkan pengaruh yang signifikan dibandingkan *P-value* yang lebih besar dari 5%. Dari data di atas diperoleh nilai *P-value* terkecil diperoleh dari parameter

volume serat yaitu sebesar 0,045. Parameter volume serat lebih berpengaruh secara signifikan terhadap tegangan tarik komposit dibandingkan dengan parameter arah serat. Namun, nilai *P-value* dari persentase juga dibawah 5% atau sebesar 0,0115 dan panjang serat 0,141 menunjukkan bahwa kedua parameter juga berpengaruh secara signifikan terhadap tegangan tarik walaupun tidak sebesar volume serat. volume serat memberikan pengaruh dominan terhadap tegangan tarik komposit matriks HDPE yang diperkuat serat nanas.

Koefisien determinasi dari analisis of variance terhadap tegangan tarik dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5. Nilai regresi berganda data uji tarik

<i>S</i>	<i>R-sq</i>	<i>R-sq(adj)</i>	<i>PRESS</i>	<i>R-sq(pred)</i>
0,265106	97,23%	88,91%	2,84640	43,84%

Koefisien determinasi berganda atau *R-square* berfungsi untuk mengukur kebaikan sesuai (*goodness of fit*) dari persamaan regresi. Nilai *R-square* pada analisis sebesar 97,23% mengindikasikan kecocokan model yang lebih baik.

Anova Terhadap Tegangan Bending

Hasil Anova menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS 17. Hasil dari uji Anova ditunjukkan pada Tabel 6.

TABEL 6. Analisis dari varians untuk tegangan bending

<i>Source</i>	<i>DF</i>	<i>Seq SS</i>	<i>Contribution(%)</i>	<i>Adj SS</i>	<i>Adj MS</i>	<i>F-Value</i>	<i>P-Value</i>
Volume Serat	2	622,48	75,05	622,48	311,238	60,03	0,016
Arah Serat	2	140,88	140,88	140,88	70,438	13,59	0,069
Panjang Serat	2	55,67	55,67	55,67	27,833	5,37	0,157
Error	2	10,37	1,25	10,37	5,184		
Total	8	829,39	100,00				

Dari Tabel 5 diperoleh bahwa kontribusi terbesar diperoleh dari parameter volume serat nanas sebesar 75,05% lebih besar dari kontribusi parameter arah serat yang hanya bernilai 16,99% serta panjang serat 6,71%. Hal ini memberikan gambaran bahwa parameter volume serat nanas memberikan kontribusi terbesar terhadap nilai tegangan *bending*. *Error* yang terjadi pada data yang diberikan dari hasil pengujian sebesar 1,25%. *Error* lebih besar dari 5% atau 0,05 menunjukkan bahwa terdapat parameter lain yang berpengaruh terhadap tegangan *bending*. Dilihat dari komposisi papan komposit yang terdiri dari 2 material berbeda yaitu plastik HDPE dan serat nanas, Menunjukkan bahwa volume serat nanas memberikan pengaruh lebih besar dibandingkan dengan parameter arah serta

panjang serat terhadap tegangan *bending*.

Data nilai *P-value* dari analisis *anova* pada Tabel 5 diatas juga dapat digunakan untuk menganalisa seberapa signifikan suatu parameter terhadap respon, dalam hal ini tegangan *beding*. Nilai *P-value* terkecil atau kurang dari 5% menunjukkan pengaruh yang signifikan dibandingkan nilai *P-value* yang lebih besar dari 5%. Dari data di atas diperoleh nilai *P-value* terkecil diperoleh dari parameter volume serat nanas yaitu sebesar 0,016. Sedangkan *P-value* dari parameter arah serat 0,069, dan panjang serat sebesar 0,157.

Koefisien determinasi dari analisis of variance terhadap tegangan *bending* dapat dilihat pada Tabel 7.

TABEL 7. Nilai regresi berganda data tegangan *bending*

<i>S</i>	<i>R-sq</i>	<i>R-sq(adj)</i>	<i>PRESS</i>	<i>R-sq(pred)</i>
0,451997	96,53%	86,10%	8,27421	29,63%

Koefisien determinasi berganda atau *R-square* berfungsi untuk mengukur kebaikan suai (*goodness of fit*) dari persamaan regresi. Nilai *R-square* pada analisis sebesar 96,53% mengindikasikan kecocokan model yang lebih baik.

KESIMPULAN

Fraksi volume filler serat nanas memberikan kontribusi dan berpengaruh terhadap kekuatan tarik komposit. Dari 3 fraksi volume yang di pakai, maka pada fraksi volume paling rendah lah yang mendapatkan hasil yang semakin tinggi tegangan tarik dan tegangan *bending* komposit nya. Pada penelitian ini, semakin kecil panjang serat nya maka tegangan tarik maupun tegangan *bending* akan semakin tinggi.

Tegangan tarik tertinggi sebesar 1,558 kg.f/mm² yang diperoleh dari spesimen yang dibuat

dengan perbandingan berat dari plastik HDPE : Volume Serat Nanas sebesar 95%:5%, dengan variasi arah serat 45°, dan panjang serat 10cm. tegangan *bending* terbesar yaitu 4,094 kg.f/mm² yang diterima oleh spesimen papan komposit yang dibuat dengan persentase serat nanas 5% dengan arah serat 45° dan panjang 20cm daya serap air terkecil yaitu sebesar 0,095% yang diterima oleh spesimen *massa* jenis spesimen terkecil yaitu sebesar 0,567 yang diterima oleh papan komposit yang dibuat dengan persentase serat nanas 10% dengan arah serat acak dan panjang 20cm papan komposit yang dibuat dengan persentase serat nanas 5% dengan arah serat 0° dan panjang 20cm

Volume serat memberikan pengaruh terhadap kenaikan tegangan tarik. Fraksi volume serat nanas yang kecil memberikan kerapian matriks yang bagus dikarenakan plastik hdpe dapat

mengikat *filler* sehingga papan komposit menjadi lebih padat dan kuat.

Arah serat dan panjang panjang serat memberikan kontribusi sebesar terhadap tegangan Tarik dan beding, tetapi belum bisa melebihi kontribusi volume serat. Namun demikian, ketiga parameter ini memberikan pengaruh signifikan terhadap tegangan Tarik dan bending yang ditandai dengan P-value masing-masing sebesar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Malahayati yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Pusat Penelitian Teknologi Mineral - BRIN Tanjung Bintang. Dalam pembuatan makalah ini penulis menyatakan bahwa semua penulis merupakan kontributor utama.

DAFTAR PUSTAKA

- Banowati, L., Prasetyo, W. A., & Gunara, D. M. (2017). Analisis Perbandingan Kekuatan Tarik Orientasi Unidirectional Pada Struktur Komposit Serat Mendong Dengan Menggunakan Epoksi Bakelite Epr 174. *INFOMATEK: Jurnal Informatika, Manajemen dan Teknologi*. Vol. 19 (2). (pp. 57-64).
- Hendronursito, Y., Agustam, C., Rajaguguk, T. O., Birawidha, D. C., Amin, M., & Al Muttaqii, M. (2020). Optimasi Perlakuan Panas dan Proses Stir Casting Komposit Al-Basalt terhadap Sifat Mekanik Menggunakan Metoda Taguchi. *Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik*. Vol. 10(2). (pp. 66-73).
- Hendronursito, Y., Rajaguguk, T. O., Safii, R. N., Sofii, A., Isnugroho, K., Birawidha, D. C., Muhammad A, and Al Muttaqii, M. (2020, March). Analysis of aluminium basalt particulate composite using stirring casting method through taguchi method approach. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 807, No. 1. (pp. 012003). IOP Publishing
- Hendronursito, Y., Saputra, A. A., Rajaguguk, T.O., Sumardi, S., Supriyatna, Y. I., Isnugroho, K., Birawidha, D. C., Amin, M., (2021). Pengaruh Sintering Serbuk Batuan Basalt sebagai Bahan Penguat pada Komposit Polyester terhadap Sifat Fisik dan Mekanik. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 12(2). (pp. 391-399).
- Hestiawan, H. (2014). Studi Pengaruh Fraksi Volume dan Susunan Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Resin Berpenguat Serat Rotan (Calamus Trachycoleus). *Mechanical*. Vol. 5(1).
- Lumintang, R. C., Soenoko, R., & Wahyudi, S. (2011). Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serbuk Batang dan Serat Sabut Kelapa. *Rekayasa Mesin*. Vol 2 (2). (pp. 145-153).
- Okariawan, I. D. K., Fajar, M., & Hidayatullah, S. (2016). Optimasi kekuatan tarik komposit polyester diperkuat serat sisal dengan filler serbuk gergaji kayu sengan menggunakan metode respon surface. *Dinamika Teknik Mesin*, Vol. 6 (2).
- Setiawan, A., Savetlana, S., & Ibrahim, G. A. (2013). Pengaruh Ukuran Butir Serbuk Fly Ash Terhadap Kekuatan Impact Bahan Komposit Bermatriks Epoxy. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. Vol. 1(4).
- Setyanto, R. H. (2012). Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 11 (1).
- Turmanova, S., Genieva, S., & Vlaev, L. (2012). Obtaining some polymer composites filled with rice husks ash-a review. *International Journal of Chemistry*. Vol. 4(4). (pp. 62-89).
- Yolanda, L., Shofiyani, A., & Zaharah, T. A. (2017). uji Permselektivitas Ion Cr (III) pada Membran Komposit Kitosan Tercetak Ion. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*. Vol. 6(4).
- Zhang, R. L., Huang, Y. D., Liu, L., Tang, Y. R., Su, D., & Xu, L. W. (2011). Effect of emulsifier content of sizing agent on the surface of carbon fibres and interface of its composites. *Applied Surface Science*. Vol. 257(8). (pp. 3519-3523).
- Zulkarnain, I. (2011). Geochemical Evidence of Island-Arc Origin for Sumatra Island; A New Perspective based on Volcanic Rocks in Lampung Province, Indonesia. *Indonesian Journal on Geoscience*. Vol 6(4). (pp. 213-225).

PENULIS:

Beny Saputra Hasan Basri

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Malahayati, Bandar Lampung

Email: beny.saputrasahsan@gmail.com

Tumpal Ojahan Rajagukguk

Dosen Program Studi Teknik Mesin, Fakultas
Teknik, Universitas Malahayati, Bandar
Lampung

Yusup Hendronursito

Peneliti, Pusat Penelitian Teknologi Mineral -
BRIN, Lampung Selatan