PEMBUATAN KOMPOSIT SERAT BATANG PISANG KEPOK BERMATRIKS *POLYESTER* DENGAN METODE *VACUUM BAGGING*

Martiandes Hutagaol[1], Warman Fatra[2] , Zuchra Helwani[3]
Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau
[1]martiandes.hutagaol7831@student.unri.ac.id,[2]warman_fatra@yahoo.com,
[3]zuchra.helwani@lecturer.unri.ac.id

Abstract

Various types of bananas with good quality thrive in various regions in Riau. Banana fiber has good potential to be developed as an engineering material by engineering composite materials. The making of composites using kepok banana stem fiber was carried out using the vacuum bagging method. The fiber was heated with temperature variations of 70 ° C, 80 ° C and 90 ° C and time of 2, 3 and 4 hours, then the fiber was extracted with a length of 30 cm. The composite fiber arrangement is continuous. To determine the experimental design and variables that have a significant effect on tensile strength, flexural strength and impact resistance, the statistical method Response Surface Methodology (RSM) is used. The results showed that the increased tensile strength was significantly influenced by the volume fraction of banana fiber, temperature and heating time of the fiber. The highest tensile strength value of 89.855 MPa and the highest flexural strength value of 327.76 MPa were obtained at a volume fraction of 38% banana fiber, heating temperature 70 ° C and heating time of 4 hours. The highest impact resistance value of 2.56 J was obtained at a volume fraction of 28% banana fiber, heating temperature of 70 ° C and heating time of 2 hours.

Keywords: *Banana Fiber*, NaOH, *Response Surface Methodology, Vacuum Bagging*.

1. Pendahuluan

Pada saat ini penelitian tentang komposit telah menghasilkan beberapa produk seperti *furniture, aerospace*, komponen otomotif dengan campuran matriks dan serat sintetis. Berbagai upaya telah dilakukan oleh para peneliti untuk membuat 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. 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 pisang [1].

Serat pisang didapatkan dari batang pisang, dimana pada umumnya batang pisang masih belum sepenuhnya dimanfaatkan dan kebanyakan masih menjadi limbah. Untuk meningkatkan nilai dari batang pisang tersebut salah satunya diaplikasikan menjadi pengisi pada komposit. Pada serat alam memiliki beberapa masalah terhadap komposit salah satunya yang selalu dihadapi dalam pembuatan komposit adalah kurang kompaknya ikatan antara serat yang bersifat hidrofilik dengan matriks yang hidrofobik. Salah satu upaya untuk mengatasinya adalah dengan menggunakan zat kimia berupa NaOH (Natrium Hidroksida) yang berfungsi untuk meningkatkan kompatibilitas antara kedua bahan tersebut sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik komposit [2]

Dengan dasar penelitian di atas, maka didapatkan hipotesis awal penelitian ini dimana permasalahan lemahnya ikatan antarmuka di antara serat dan matriks pada komposit serat batang pisang kepok yang akan

dilakukan dapat diatasi dengan melakukan pemanasan pada serat, dimana susunan serat yang digunakan adalah *continuous.* Penelitian ini menggunakan *filler* serat batang pisang kepok dan jenis matriks yang digunakan adalah polyester. Resin ini juga mempunyai kemampuan berikatan dengan bahan yang lain dengan baik. Banyak cara untuk membuat material komposit salah satu cara yang digunakan yaitu dengan proses *vacuum bagging.* Penggunaan RSM sebagai metode rancangan percobaan dilakukan untuk menentukan pengaruh variabel independen terhadap kekuatan tarik, kekuatan lentur dan ketahanan impak. Diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan nilai ekonomis dari limbah serat pisang kepok dan memberikan kontribusi terhadap kemajuan ilmu material yang ramah lingkungan dimasa yang akan datang.

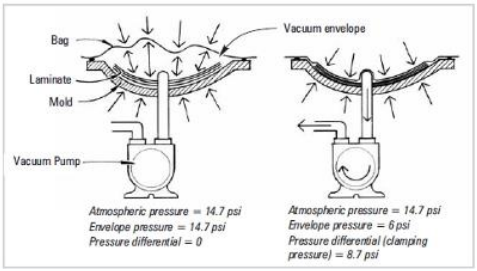
2. Metodologi

2.1 Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai pengisi (Matriks) dan lainnya sebagai fasa penguat (*Reinforcement*). Komposit umumnya digunakan karena memiliki sifat yang diinginkan yang tidak dapat dicapai oleh salah satu bahan penyusun yang bekerja sendiri, contoh yang paling umum adalah komposit berserat yang terdiri atas serat penguat yang tertanam dalam pengikat atau bahan matriks. Penguat partikel atau serpihan juga digunakan tetapi mereka tidak begitu efektif seperti serat [3].

2.2 Vacuum Bagging

Pada proses pembuatan komposit dilakukan beberapa metode untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, salah satunya adalah *vacuum bagging*. Metode ini merupakan pengembangan dari metode *hand lay up.* Dengan metode *vacuum bagging* cetakan berisi komposit akan dimasukkan ke dalam kantong kedap udara kemudian udara di dalam kantong tersebut akan dipompa keluar. *Vacuum bagging* menggunakan tekanan atmosfer sebagai penjepit untuk menekan lapisan laminasi secara bersamaan dan tekanan yang sama rata [4]. Skema vacuum bagging dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 *Vacuum Bagging*
[4]

2.3 Tanaman Pisang

Tanaman pisang merupakan tanaman yang mudah dibudidayakan baik di lahan khusus maupun ditanam sembarangan, karena hampir semua lapisan masyarakat Indonesia mengenal tanaman pisang dan penyebaran tanaman pisang mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Serat tandan pisang merupakan serat alam yang berasal dari pohon pisang. Pohon pisang jenis tumbuhan yang mudah sekali tumbuh terutama di dataran di Indonesia. Kelebihan pohon pisang salah satunya adalah dapat tumbuh lebat waktu musim penghujan dan juga mampu bertahan dengan baik di musim kemarau. Mudahnya pohon pisang tumbuh menyebabkan banyak sekali limbah yang tidak digunakan secara optimal, termasuk tandan pisang yang ada pada pohon pisang masih dikatakan sebagai limbah dan belum dimanfaatkan secara baik untuk diolah dalam bentuk komposit [5].

2.4 Natrium Hidroksida (NaOH)

Natrium hidroksida juga dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik [6]. Larutan ini dilarutkan dengan air untuk menghilangkan minyak yang masih terdapat dalam serat. Natrium hidroksida murni adalah padatan putih yang tersedia di pelet, serbuk, butiran dan sebagai larutan jenuh 50%, ini adalah higroskopis dan mudah menyerap karbon dioksida dari udara sehingga harus disimpan dalam wadah kedap udara.

2.5 Resin *Polyester*

Polimer termoset yang banyak digunakan antara lain resin *epoxy*, *polyester*, dan phenol. *Polyester* merupakan resin cair dengan viskositas relatif rendah, mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu diatur dan tidak perlu diberi penekanan untuk pencetakan [7].

2.6 Persiapan Perlakuan Serat

Alkali *treatment* dilakukan menggunakan NaOH sebesar 5% direndam selama 2 jam bertujuan untuk menghilangkan zat lignin yang terkandung didalam serat [8], dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2 Perendaman Serat

2.7 Pemanasan Serat

Serat yang sudah dipotong kemudian dilakukan pemanasan di dalam oven dengan variasi temperatur 70°C, 80°C dan 90°C serta variasi waktu yaitu 2, 3 dan 4 jam.

2.8 Pembuatan Spesimen

Setelah pelat komposit didapat, selanjutnya pelat dilakukan pemotongan menggunakan gerinda tangan dan mini grinder. Pemotongan pelat komposit dilakukan hingga didapatkan spesimen pengujian tarik, lentur dan impak sesuai dengan standar spesimen uji. Spesimen yang didapat sebanyak 60 spesimen untuk setiap pengujian masing-masing berjumlah 20 spesimen.

2.9 *Response Surface Methodology* (RSM)

Response surface methodology merupakan suatu metode matematika atau statistik yang berguna untuk pemodelan dan analisis masalah dimana respon yang dapat dipengaruhi oleh beberapa variabel dan tujuannya adalah untuk mengoptimalkan respon. Untuk desain RSM orde dua digunakan rancangan *Central Composite Design* (CCD). CCD merupakan suatu rancangan percobaan statistik pada RSM yang digunakan untuk membangun model polynomial suatu fungsi matematis dari variabel bebas (X1, X2, X3,….Xn) terhadap respon (y) yang terbentuk [9].

2.10 Pengujian Tarik, Lentur dan Impak pada Komposit Serat Pisang Kepok

Pengujian Tarik menggunakan mesin *Universal Hydraulic Testing Machine* didapat berupa gaya tarik maksimum dari komposit. Beban tarik yang di dapat diolah untuk mendapatkan kekuatan tarik maksimum dari komposit serat pisang kepok. Setelah didapat gaya tarik maksimum dari pengujian maka akan diolah menjadi kekuatan tarik maksimum. Standar pengujian yang digunakan adalah ASTM D 638 – 14. Pengujian lentur dilakukan untuk mengetahui besarnya beban kekuatan lentur dari material komposit. Pengujian dilakukan dengan memberi beban lentur secara perlahan-lahan sampai spesimen mengalami patah. Pengujian dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau menggunakan mesin uji Tensilon RTF 2430 dengan kapasitas 300 kN. Pengujian impak merupakan salah satu pengujian sifat mekanik yang dilakukan terhadap spesimen yang akan digunakan, dimana spesimen akan menerima beban secara cepat atau tiba-tiba. Pengujian telah dilakukan dengan menggunakan mesin uji impak Zwick Roell HIT 5,5P dengan kapasitas 4 joule.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Software Design-Expert* 11.0.0. Analisis statik yang dilakukan berupa pengujian simultan model regresi. Uji simultan (keseluruhan) pada konsep regresi linier adalah pengujian mengenai kesesuaian model regresi. Uji simultan bertujuan untuk menguji apakah antara variabel-variabel bebas X dan variabel terikat Y, terdapat hubungan yang signifikan.

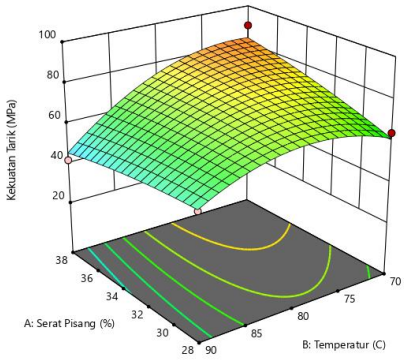
3.1 Pengujian Tarik

Hasil yang didapat dari pengujian tarik berupa kekuatan tarik. Berikut adalah hasil pengujian tarik spesimen uji komposit serat pisang kepok dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Kekuatan Tarik

STD	Run	Persentase Volume (%)	Temperatur (°C)	Waktu (Jam)	Kekuatan Tarik (MPa)
9	1	25	80	3	51,78
14	2	33	80	4,68	72,31
12	3	33	97	3	34,89
10	4	41,5	80	3	77,17
11	5	33	65	3	38,81
8	6	38	90	4	41,83
6	7	38	70	4	89,85
5	8	28	70	4	64,18
3	9	28	90	2	39,85
4	10	38	90	2	53,45
18	11	33	80	3	57,32
19	12	33	80	3	70,10
13	13	33	80	1,32	51,35
16	14	33	80	3	63,68
7	15	28	90	4	54,39
1	16	28	70	2	35,82
17	17	33	80	3	60,30
15	18	33	80	3	75,58
2	19	38	70	2	73,77
20	20	33	80	3	60,28

Dari hasil pengujian tarik ini didapatkan nilai kuat tarik tertinggi komposit serat pisang kepok sebesar 89,85 MPa dengan fraksi serat pisang 38% : 63% matriks, temperatur pemanasan 70°C dan waktu pemanasan selama 4 jam, dari penelitian ini pengujian tarik mengalami peningkatan yang cukup signifikan nilai kuat tarik meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi serat pisang yang digunakan pada spesimen komposit serat pisang. Hal ini terjadi dikarenakan daya ikat antara matriks dengan serat pelepah batang pisang sebagai *filler* menjadi lebih baik. Grafik pengaruh persentase dan pemanasan dapatdilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh Persentase Serat Pisang Kepok dan Temperatur Pemanasan Serat Terhadap Kuat Tarik.

3.2 Pengujian Kuat Lentur

Kekuatan lentur adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi yang besar atau kegagalan. Pengujian bending memberikan bagian atas spesimen mengalami tekanan, sedangkan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Tabel kekuatan lentur dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Kekuatan Lentur

STD	Run	Persentase Volume (%)	Temperatur (°C)	Waktu (Jam)	Kekuatan Lentur (MPa)
9	1	25	80	3	166,96
14	2	33	80	4,68	144,07
12	3	33	97	3	166,68
10	4	41,5	80	3	233,84
11	5	33	65	3	131,67
8	6	38	90	4	213,43
6	7	38	70	4	327,76
5	8	28	70	4	131,99
3	9	28	90	2	155,26
4	10	38	90	2	179,6
18	11	33	80	3	193,46
19	12	33	80	3	198,19
13	13	33	80	1,32	168,48
16	14	33	80	3	193,79
7	15	28	90	4	128,21
1	16	28	70	2	168,03
17	17	33	80	3	192,11
15	18	33	80	3	197,48
2	19	38	70	2	196,73
20	20	33	80	3	197,4

Dari hasil pengujian lentur ini di dapatkan nilai kuat lentur tertinggi komposit serat pisang kepok sebesar 327,76 MPa dengan fraksi serat pisang 38% : 63% matriks, temperatur pemanasan 70°C dan waktu pemanasan selama 4 jam. Hal ini disebabkan terjadi peningkatan sifat serat sebagai penguat komposit seiring dengan penurunan pemanasan temperatur minimum. Perlakuan panas pada serat menyebabkan penguapan air terikat di dalam sel serat melalui bidang kontak antar serat hingga ke permukaan komposit, oleh sebab itu ikatan serat menjadi lebih baik

3.3 Pengujian Impak

Pengujian impak komposit serat pisang kepok bermatriks *polyester* adalah pengujian mekanis untuk mengetahui energi serap yang dapat diterima dari spesimen uji dan ketangguhan menahan beban kejut, dimana pengujian impak menggunakan standar ASTM D 6110-10. Tabel kekuatan lentur dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Pengujian Impak

STD	Run	Persentase Volume (%)	Temperatur (°C)	Waktu (Jam)	Energi Impak (Joule)
9	1	25	80	3	2,05327
14	2	33	80	4,68	0,93943
12	3	33	97	3	1,0313
10	4	41,5	80	3	1,58694
11	5	33	65	3	0,80403
8	6	38	90	4	1,33473
6	7	38	70	4	1,35389
5	8	28	70	4	1,23871
3	9	28	90	2	0,73156
4	10	38	90	2	1,04097
18	11	33	80	3	1,50647
19	12	33	80	3	0,95394
13	13	33	80	1,32	1,77431
16	14	33	80	3	0,96845
7	15	28	90	4	1,64346
1	16	28	70	2	2,56111
17	17	33	80	3	0,92008
15	18	33	80	3	1,67632
2	19	38	70	2	1,33952
20	20	33	80	3	1,30117

Dari hasil pengujian impak ini didapakan nilai harga impak tertinggi komposit serat pisang kepok sebesar 2,561 Joule dengan fraksi serat pisang 28% : 73% matriks, temperatur pemanasan 70°C dan waktu pemanasan selama 2 jam. Hal ini terjadi dikarenakan kenaikan kristal pada selulosa setelah perlakuan panas sehingga terjadi degradasi struktur *amorphous* pada serat, oleh karena itu terjadi penataan ulang struktur kristal pada serat sehingga dapat meningkatkan ikatan permukaan antara serat dan matriks menjadi lebih baik.

4. Simpulan

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa simpulan yaitu sebagai berikut:

1. Kekuatan tarik tertinggi adalah komposit dengan perbandingan serat pisang 38% : 62% yaitu 89,85 MPa. Kekuatan lentur tertinggi pada komposit serat pisang adalah dengan perbandingan serat 38% : 62% yaitu 327,76 MPa. Energi impak tertinggi yang dihasilkan pada komposit serat pisang adalah dengan perbandingan 28% : 72% yaitu 2,561 joule.
2. Temperatur pemanasan tertinggi pada serat pisang yang didapatkan untuk pengujian tarik, pengujian lentur dan energi impak adalah komposit dengan temperatur 70°C.
3. Waktu pemanasan pada serat pisang yang tertinggi pada pengujian tarik dan pengujian lentur adalah komposit dengan waktu 4 jam dan untuk energi impak tertinggi yang didapatkan adalah komposit dengan waktu 2 jam.

5. Daftar Pustaka

[1] H. Wona, K. Boimau, and E. U. K. Maliwemu, "Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula," *J. Tek. Mesin Undana*, vol. 02, no. 01, pp. 39–50, 2015, [Online]. Available: http://ejournal-fst-unc.com/index.php/LJTMU ISSN.

[2] J. Munif, *Pengaruh Variasi Naoh Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Mesokarp Kelapa*. 2016.

[3] Gibson, F.R., 1994, "*Principles of Composite material Mechanis", International Edition*", McGraw-Hill Inc, New York.

[4] A. Rahadiyanto, "Perbaikan Proses Pembuatan Produk Komposit dengan Metode Vacuum Bagging," p. 9, 2018.

[5] S. Harkiah, "Pembuatan Dan Uji Mekanik Komposit Berbahan Dasar Tandan Pisang Kepok (Musa paradisiaca)," 2018.

[6] D. Kesumayadi, J. Fisika, F. Sains, And U. Diponegoro, "Studi Pengendapan Perak Pada Limbah Fixer yang Telah Jenuh dengan Metode Pembakaran dan Pengendapan Naoh Dan Na 2 S," Vol. 4, No. 1, Pp. 111–115, 2015.

[7] A. T. Wijaya, S. Pengaruh, V. Resin, T. Laju, and K. Pada, "Studi Pengaruh Variasi Resin terhadap Laju Korosi pada Material Fiberglass Reinforced Plastic (FRP)," vol. VI, no. 2460, pp. 209–216, 2020.

[8] J. Mechanical *et al.*, "Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Kekuatan Tarik Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Digunakan pada Komposit Serat Tkks," vol. 5, pp. 38–44, 2014.

[9] Montgomery, D. C. (2013). Design and Analysis of Experiments Eighth Edition (8th ed.). John Wiley & Sons, Inc