

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Deskripsi Data

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kekuatan tarik, kekuatan bending, modulus elastisitas dan densitas yang diperoleh dari setiap variasi pengeringan serat untuk pembuatan spesimen komposit bambu, sehingga data yang akan diambil adalah densitas dan sifat mekanik komposit. Sifat mekanik spesimen diukur mengacu pada ASTM D3039 untuk uji tarik dan ASTM D790 untuk uji bending dengan data yang diperoleh adalah kekuatan maksimal gaya tarik dan tekan yang dapat diterima spesimen.

2. Data Penurunan Massa

Data hasil penurunan massa akibat pengeringan diambil dari massa serat dengan cara pengukuran terhadap pengurangan antara massa serat awal dan massa serat setelah perlakuan pengeringan pada masing-masing variasi suhu pengeringan. Ukuran material serat yang digunakan adalah 256x25,6x4 (mm) untuk spesimen uji tarik, dan 127x12,7x3,2 untuk uji bending, dimana satu material ini dapat dibagi menjadi 4 bagian material serat.

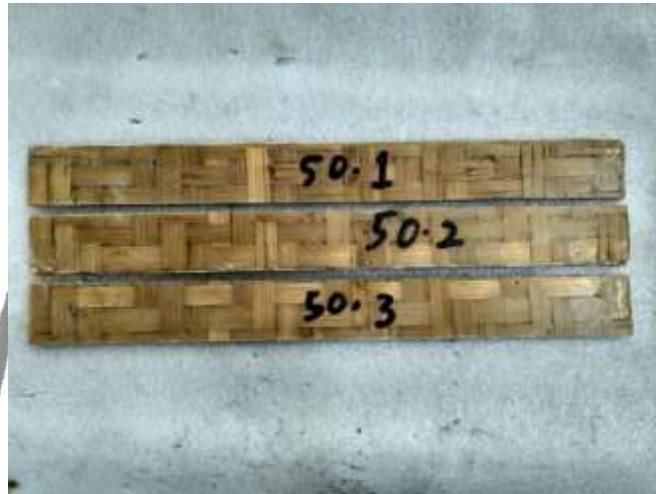
Tabel 4.1 Massa Serat Spesimen Uji Tarik Akibat Variasi Perlakuan Pengeringan

Suhu	Massa Serat (1)	Massa Serat (2)	Massa Serat (3)	Kadar Air (%) = [{(2)-(3)}/(2)]x100%
50 ⁰ C	33,298 gr	52,966 gr	30,825 gr	41,80%
100 ⁰ C	33,150 gr	52,630 gr	29,466 gr	44,01%
150 ⁰ C	33,174 gr	52,837 gr	28,030 gr	46,95%
200 ⁰ C	33,282 gr	53,303 gr	27,954 gr	47,56%

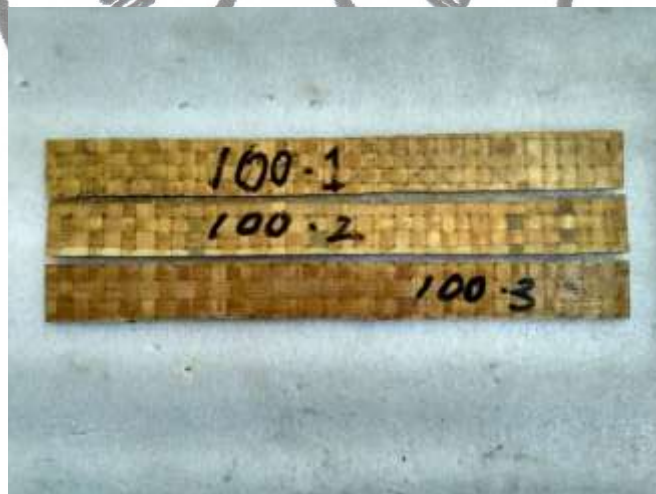
Tabel 4.2 Massa Serat Spesimen Uji Bending Akibat Variasi Perlakuan Pengeringan

Suhu	Massa Serat (1)	Massa Serat (2)	Massa Serat (3)	Kadar Air (%) = [{(2)-(3)}/(2)]x100%
50 ⁰ C	7,406 gr	12,485 gr	6,869 gr	44,98%
100 ⁰ C	7,399 gr	12,376 gr	6,684 gr	45,99%
150 ⁰ C	8,232 gr	14,272 gr	6,310 gr	55,78%
200 ⁰ C	8,207 gr	14,079 gr	6,088 gr	56,75%

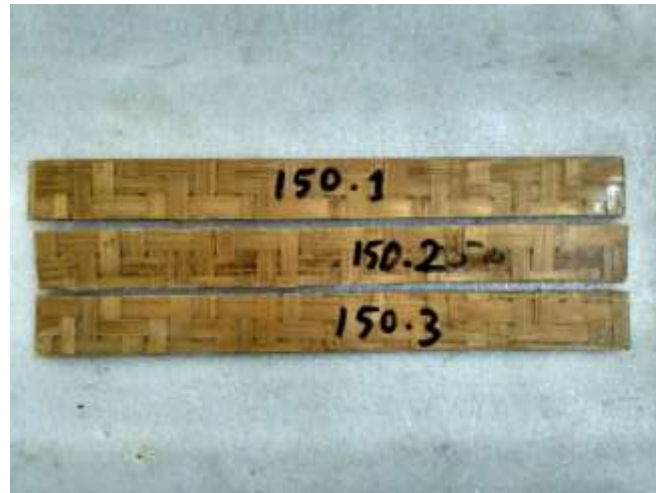
Data penelitian diambil dari setiap spesimen dengan variasi perlakuan pengeringan serat dari suhu 50°C, 100°C, 150°C, dan 200°C. Setiap satu kali pembuatan dalam satu cetakan dihasilkan 3 spesimen uji yang digunakan untuk pengujian tarik dan pengujian bending.



Gambar 4.1 Spesimen Uji Tarik Perlakuan Pengeringan 50°C



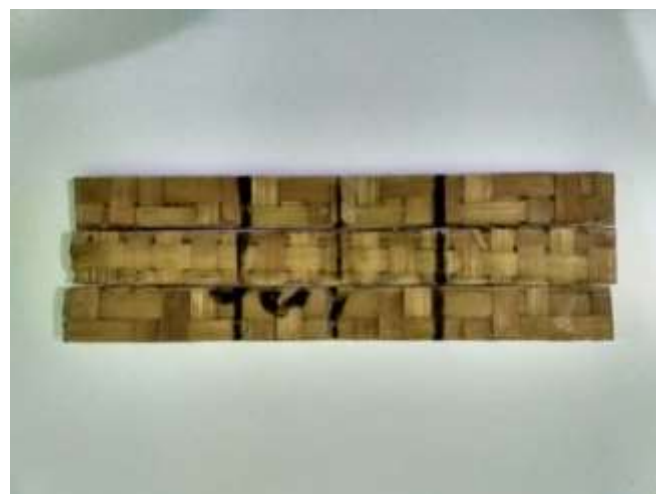
Gambar 4.2 Spesimen Uji Tarik Perlakuan Pengeringan 100°C



Gambar 4.3 Spesimen Uji Tarik Perlakuan Pengeringan 150°C



Gambar 4.4 Spesimen Uji Tarik Perlakuan Pengeringan 200°C



Gambar 4.5 Spesimen Uji Bending Perlakuan Pengeringan 50°C



Gambar 4.6 Spesimen Uji Bending Perlakuan Pengeringan 100°C



Gambar 4.7 Spesimen Uji Bending Perlakuan Pengeringan 150°C



Gambar 4.8 Spesimen Uji Bending Perlakuan Pengeringan 200°C

3. Nilai Densitas

Sebelum dilakukan pengujian tarik dan bending spesimen diukur terlebih dahulu untuk mendapatkan data kerapatan (*density*) komposit dari masing-masing spesimen perlakuan suhu pengeringan. Nilai densitas spesimen didapatkan dengan perbandingan antara massa dengan volume masing-masing spesimen, sehingga akan didapatkan nilai densitas dari setiap variasi perlakuan pengeringan. Nilai densitas setiap variasi diambil dari 3 spesimen.

Tabel 4.3 Nilai Densitas Uji Tarik

Suhu	No	Ukuran Spesimen			Volume (mm ³)	Massa (g)	Densitas (Kg/m ³)	Rata -rata
		Panjang	Lebar	Tebal				
50 ^o C	1	257	25,8	4,1	27185,4	26,13	961,17	950. 05
	2	257	25,9	4,1	27290,8	25,89	948,67	
	3	257	25,7	4,1	27080,0	25,68	940,30	
100 ^o C	1	258	25,8	4,0	26625,6	25,32	950,96	959. 82
	2	258	25,8	4,0	26625,6	25,82	969,74	
	3	257	25,7	4,0	26419,6	25,33	958,75	
150 ^o C	1	258	25,9	4,0	26728,8	26,94	1007,90	101 7.85
	2	257	25,8	4,1	27185,4	27,82	1023,34	
	3	258	25,8	4,1	27291,2	27,90	1022,30	
200 ^o C	1	257	25,8	4,0	26522,4	27,75	1046,28	103 6.79
	2	258	25,9	4,0	26728,8	27,79	1039,70	
	3	257	26,0	4,0	26728,0	27,38	1024,39	

Tabel 4.4 Nilai Densitas Uji Bending

Suhu	No	Ukuran Spesimen			Volume (mm ³)	Massa (g)	Densitas (Kg/m ³)	Rata -rata
		Panjang	Lebar	Tebal				
50 ^o C	1	126,2	12,8	3,4	5492,2	4,96	903,09	915. 88
	2	126,2	12,7	3,3	5289,0	4,80	907,54	
	3	126,3	12,6	3,4	5410,7	5,07	937,03	
100 ^o C	1	128,7	12,9	3,5	5810,8	5,59	962,00	936. 87
	2	127,9	12,8	3,4	5566,2	5,21	936,00	
	3	128,7	12,7	3,6	5884,2	5,37	912,61	
150 ^o C	1	126,9	12,9	3,2	5238,4	5,00	954,49	953. 65
	2	126,8	12,6	3,2	5112,5	4,83	944,74	
	3	126,8	12,4	3,3	5188,6	4,99	961,72	
200 ^o C	1	126,7	12,8	3,1	5027,5	4,68	930,88	939. 28
	2	126,6	12,8	3,1	5023,5	4,74	943,56	
	3	126,7	12,8	3,0	4865,3	4,59	943,41	

4. Nilai Tegangan Maksimal Kekuatan Tarik

Gaya maksimal kekuatan tarik didapatkan melalui pengujian menggunakan mesin UTM 100 Ton dengan prosedur pengujian ASTM D3039. Gaya maksimal kekuatan tarik digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari setiap variasi spesimen. Data tegangan maksimal kekuatan tarik dan modulus elastisitas uji tarik berturut-turut ditunjukkan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Nilai Tegangan Maksimal Kekuatan Tarik

Variasi Suhu Pengeringan	Sampel	Tegangan Maks (σ) MPa	Rata-rata Tegangan Maks MPa	Standar Deviasi
50°C	1	27,73	27,13	0.536687
	2	26,69		
	3	26,98		
100°C	1	35,76	34,33	1.23553
	2	33,62		
	3	33,62		
150°C	1	39,73	39,50	1.419049
	2	37,98		
	3	40,79		
200°C	1	11,14	11,14	0.485009
	2	11,63		
	3	10,66		

Tabel 4.6 Nilai Modulus Elastisitas Uji Tarik

Variasi Suhu Pengeringan	Sampel	Modulus Elastisitas Uji Tarik (E) MPa	Rata-rata Elastisitas Maks MPa	Standar Deviasi
50°C	1	644,88	668,62	35.96814
	2	650,97		
	3	710,00		
100°C	1	1153,55	1272,00	166.0029
	2	1200,71		
	3	1461,74		
150°C	1	2337,06	2188,30	290.0151
	2	2373,75		
	3	1854,09		
200°C	1	928,33	935,2	118.7841
	2	1057,27		
	3	820,00		

5. Nilai Tegangan Maksimal Kekuatan Bending

Gaya maksimal kekuatan bending dilakukan pengujian menggunakan mesin UTM 2 Ton dengan prosedur pengujian ASTM D790. Gaya maksimal kekuatan bending digunakan untuk mengetahui kekuatan bending dan modulus elastisitas dari setiap variasi spesimen. Data tegangan maksimal kekuatan bending dan modulus elastisitas uji bending berturut-turut ditunjukkan pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Nilai Tegangan Maksimal Kekuatan Bending

Variasi Suhu Pengeringan	Sampel	Tegangan Maks (σ) MPa	Rata-rata Tegangan Maks MPa	Standar Deviasi
50°C	1	12,38	13,01	0.557524289
	2	13,23		
	3	13,43		
100°C	1	20,78	21,20	0.915368778
	2	20,57		
	3	22,25		
150°C	1	37,99	36,32	2.218655749
	2	33,80		
	3	37,16		
200°C	1	24,14	24,21	0.52848841
	2	24,77		
	3	23,72		

Tabel 4.8 Nilai Modulus Elastisitas Uji Bending

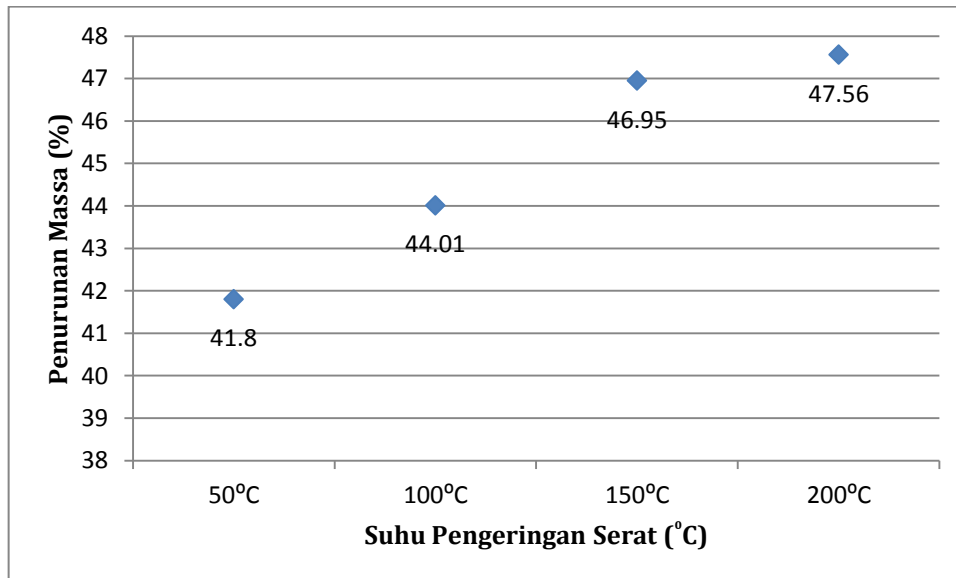
Variasi Suhu Pengeringan	Sampel	Modulus Elastisitas Uji Tarik (E) MPa	Rata-rata Elastisitas Maks MPa	Standar Deviasi
50°C	1	154,81	156,96	5.181129
	2	153,20		
	3	162,87		
100°C	1	212,86	255,33	84.97131
	2	199,96		
	3	353,16		
150°C	1	456,36	431,64	24.20297
	2	430,56		
	3	407,99		
200°C	1	806,30	764,64	39.35461
	2	728,09		
	3	759,53		

B. Pembahasan

1. Spesimen Uji Tarik

a. Penurunan Massa Serat Uji Tarik

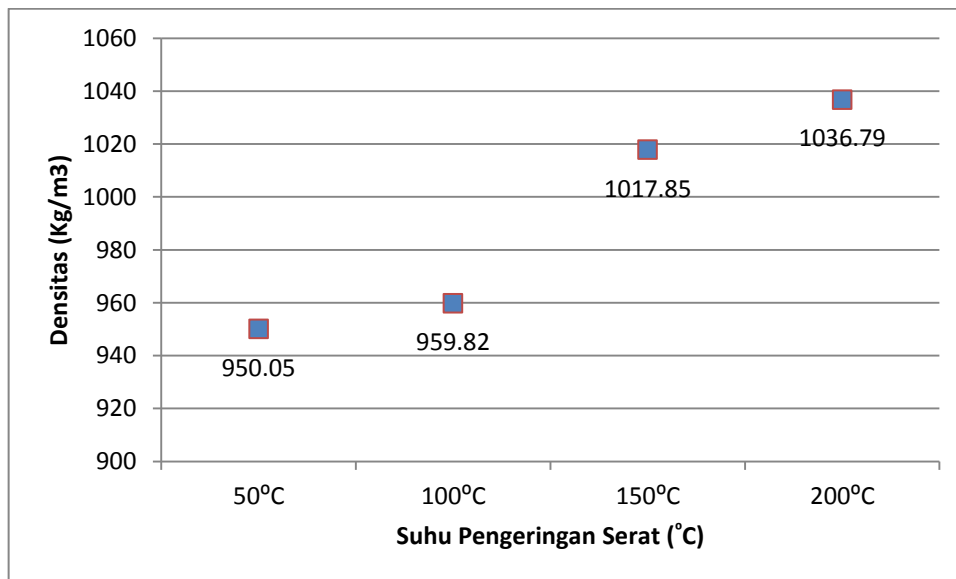
Grafik hasil pengukuran penurunan massa dari serat spesimen uji tarik komposit dari masing-masing variasi dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9. Penurunan Massa (%) Serat Bambu Spesimen Uji Tarik Akibat Perlakuan Termal

Grafik diatas menunjukkan pengaruh suhu pengeringan terhadap hilangnya kadar air di dalam serat bambu untuk spesimen uji tarik. Grafik tersebut menunjukkan bahwa laju desorpsi air meningkat dengan peningkatan perlakuan suhu pengeringan. Penurunan massa serat akibat variasi pengeringan suhu 50°C, 100°C, 150°C, dan 200°C berturut-turut yaitu 41,80% , 44,01%, 46,95%, 47,56% dari massa awal serat anyaman bambu sebelum diperlakukan termal. Penurunan massa terendah terjadi pada suhu 50°C sebesar 41,80% dan penurunan massa tertinggi terjadi pada suhu 200°C sebesar 47,56%.

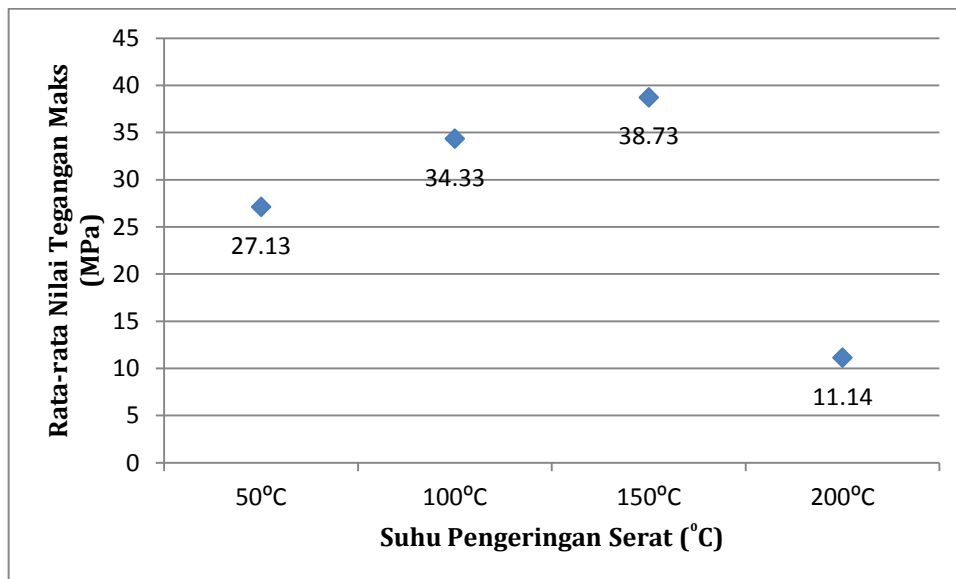
b. Densitas Komposit Uji Tarik



Gambar 4.10. Densitas Komposit Spesimen Uji Tarik berdasarkan Variasi Suhu Pengeringan Serat

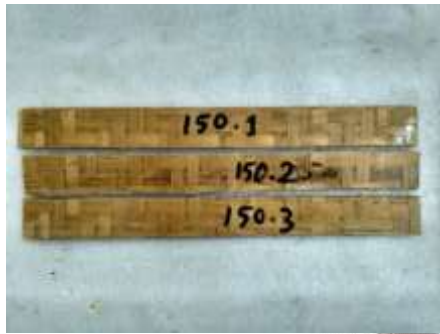
Grafik diatas menunjukkan densitas komposit serat bambu spesimen uji tarik sebagai fungsi dari suhu pengeringan. Dari angka itu, jelas bahwa densitas akan meningkat seiring meningkatnya suhu pengeringan yang menyebabkan persentase massa serat menurun. Massa jenis serat bambu lebih rendah dari massa jenis epoksi (Rao & Rao, 2007), menyebabkan semakin banyak epoksi yang digunakan untuk membuat komposit, dengan kata lain komposit semakin padat karena berkurangnya void. Dapat dikatakan bahwa densitas komposit polimer bambu dipengaruhi oleh kehilangan massa dari proses pengeringan. Kelembaban yang relatif rendah menyebabkan lebih sedikitnya void yang terjadi di komposit. Kelembaban merupakan sumber void yang signifikan (Grunenfelder & Nutt, 2010).

c. Tegangan Tarik Komposit Uji Tarik



Gambar 4.11. Tegangan Tarik Komposit Serat Bambu berdasarkan Variasi Pengeringan Serat

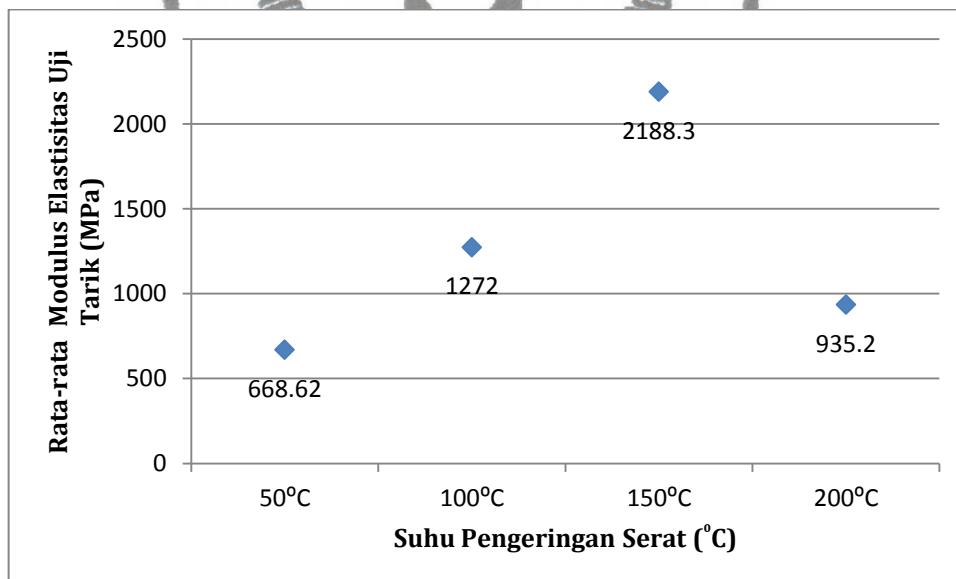
Grafik diatas menunjukkan kekuatan tarik komposit serat bambu dari masing-masing variasi perlakuan pengeringan. Kekuatan tarik meningkat dengan meningkatnya perlakuan suhu pengeringan. Peningkatan kekuatan tarik lebih tinggi setelah mencapai 150°C dibandingkan dengan suhu pengeringan 50° C dan 100° C. Namun, dalam kondisi perlakuan suhu pengeringan 200°C kekuatan tarik menurun. Dari hasil ini, serat bambu pada komposit dengan suhu pengeringan suhu 150° C menghasilkan kekuatan mekanik yang lebih baik bila dibandingkan dengan pengeringan pada suhu 50° C, 100° C, dan 200° C. Secara keseluruhan, bambu yang diperlakukan termal ditemukan memiliki stabilitas dimensi yang lebih besar daripada bambu tanpa perlakuan termal. Perubahan struktural yang disebabkan oleh suhu menyebabkan penurunan drastis dalam sifat mekanik bambu. Pada 180°C bambu mengalami perubahan besar dalam strukturnya (Colla, 2011). Perubahan struktural yang terjadi pada serat bambu menyebabkan unsur-unsur pada bambu komposit juga berubah. Perubahan fisik dari komposit dengan suhu pengeringan 200°C dapat diketahui dari perubahan warna yang menjadi coklat kehitaman, dan dari serat maupun spesimen komposit uji yang telah jadi menjadi rapuh apabila dilakukan pematangan.



Gambar 4.12 Spesimen serat 150°C Gambar 4.13 Spesimen Serat 200°C

Hal ini dapat dilihat dengan perbandingan fisik yang ditunjukkan pada Gambar 4.12 spesimen serat 150°C dan Gambar 4.13 spesimen serat 200°C diatas. Perbedaan yang signifikan antara spesimen serat 150°C dengan spesimen serat 200°C setelah proses pengeringan dengan durasi yang sama.

d. Modulus Elastisitas Komposit Uji Tarik



Gambar 4.14. Modulus Elastisitas Komposit Serat Bambu Uji Tarik berdasarkan Variasi Pengeringan Serat

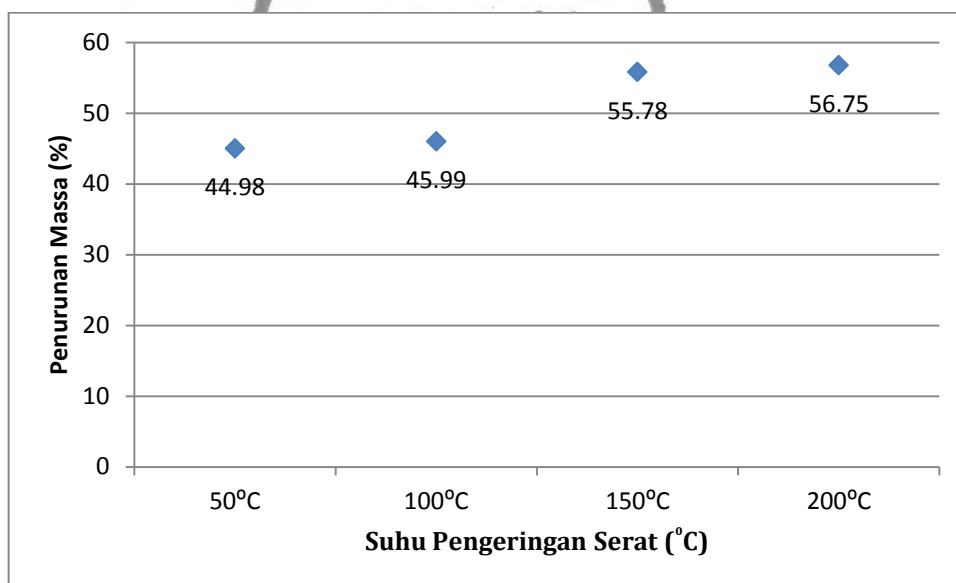
Grafik diatas menyajikan efek pada modulus elastisitas dari berbagai variasi komposit spesimen uji tarik. Modulus elastisitas meningkat dengan meningkatnya suhu pengeringan serat hingga suhu 150°C dan setelah itu menurun di bawah kondisi pengeringan 200°C. Hasil modulus elastisitas pada grafik di atas

berbanding lurus dengan sifat mekanik yang dihasilkan dalam komposit polimer bambu uji tarik. Dari kedua grafik tersebut, dapat dikatakan bahwa suhu optimal dari perlakuan fisik serat bambu untuk spesimen uji tarik komposit adalah pada suhu 150° C.

2. Hasil Pengujian Bending

a. Penurunan Massa Serat Uji Bending

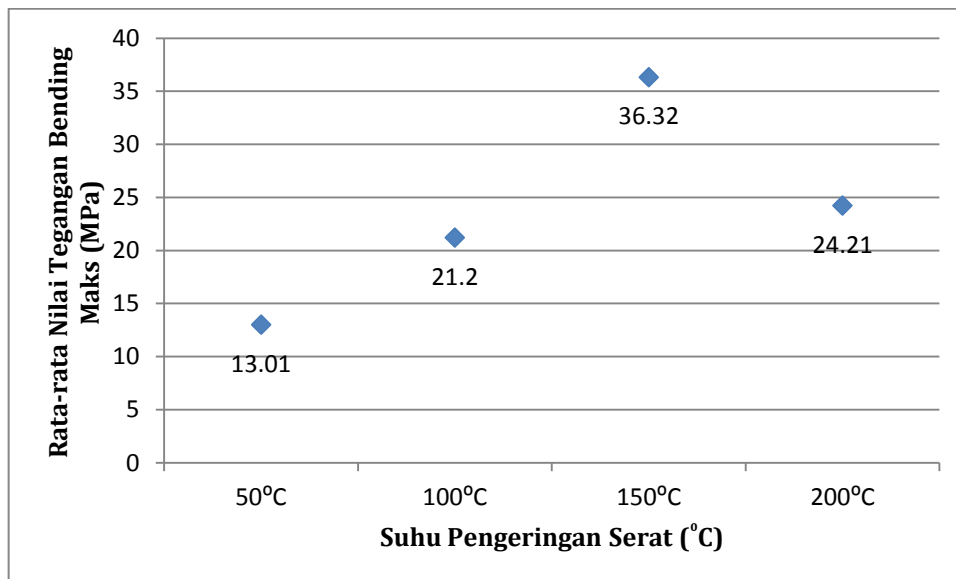
Grafik hasil pengukuran penurunan massa dari serat spesimen uji bending komposit dari masing-masing variasi dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.15. Penurunan Massa (%) Serat Bambu Spesimen Uji Bending Akibat Perlakuan Termal

Grafik diatas menunjukkan pengaruh suhu pengeringan terhadap hilangnya kadar air di dalam serat bambu untuk spesimen uji bending. Grafik tersebut menunjukkan bahwa adanya peningkatan penurunan massa yang hilang akibat perlakuan suhu pengeringan. Penurunan massa serat akibat variasi pengeringan suhu 50°C, 100°C, 150°C, dan 200°C berturut-turut yaitu 44,98% , 45,99%, 55,78%, 56,75% dari massa awal serat anyaman bambu sebelum diperlakukan termal. Penurunan massa terendah terjadi pada suhu 50°C sebesar 44,98% dan penurunan massa tertinggi terjadi pada suhu 200°C sebesar 56,75%.

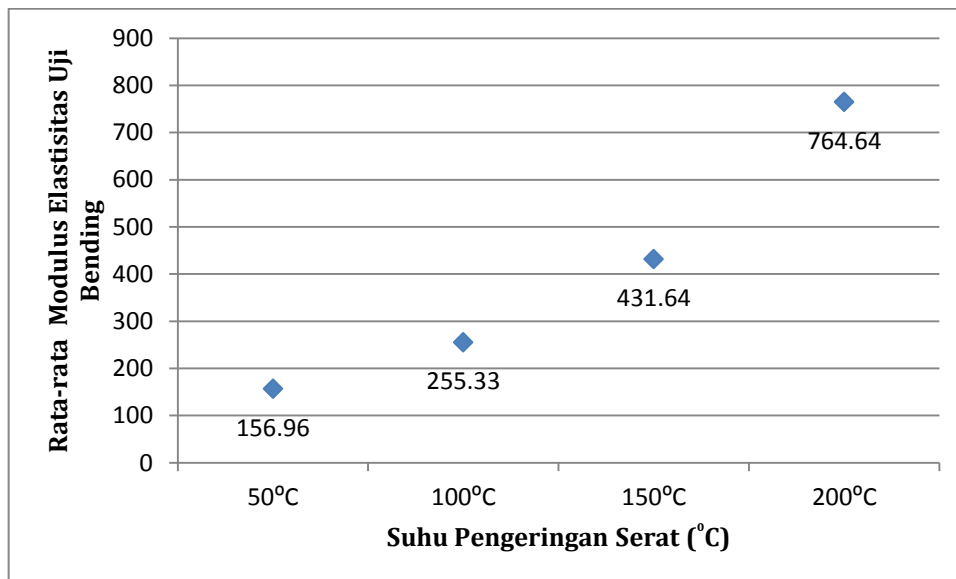
b. Tegangan Bending Komposit Uji Bending



Gambar 4.16. Tegangan Bending Komposit Serat Bambu berdasarkan Variasi Pengeringan Serat

Grafik diatas menunjukkan kekuatan bending komposit serat bambu dari masing-masing variasi perlakuan pengeringan. Kekuatan bending meningkat dengan meningkatnya perlakuan suhu pengeringan. Peningkatan kekuatan bending lebih tinggi setelah mencapai 150°C dibandingkan dengan suhu pengeringan 50° C dan 100° C. Namun, dalam kondisi perlakuan suhu pengeringan 200°C kekuatan bending menurun. Dari hasil ini, serat bambu pada komposit dengan suhu pengeringan suhu 150° C menghasilkan kekuatan mekanik yang lebih baik bila dibandingkan dengan pengeringan pada suhu 50° C, 100° C, dan 200° C. Secara keseluruhan, bambu yang diperlakukan termal ditemukan memiliki stabilitas dimensi yang lebih besar daripada bambu tanpa perlakuan termal.

c. Modulus Elastisitas Komposit Uji Bending



Gambar 4.17. Modulus Elastisitas Komposit Serat Bambu Uji Bending berdasarkan Variasi Pengeringan Serat

Grafik diatas menyajikan efek pada modulus elastisitas dari berbagai variasi komposit spesimen uji bending. Modulus elastisitas meningkat dengan meningkatnya suhu pengeringan serat hingga suhu pengeringan 200°C. Modulus elastisitas meningkat diakibatkan nilai massa yang terkandung dari spesimen komposit akibat peningkatan perlakuan pengeringan semakin rendah.