

BAB IV

HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Serat Tunggal

Hasil pengujian tarik serat tunggal dengan menggunakan serat pelepah pisang dengan menggunakan ASTM D3379. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kuat tarik seperti pada Tabel 4.1.

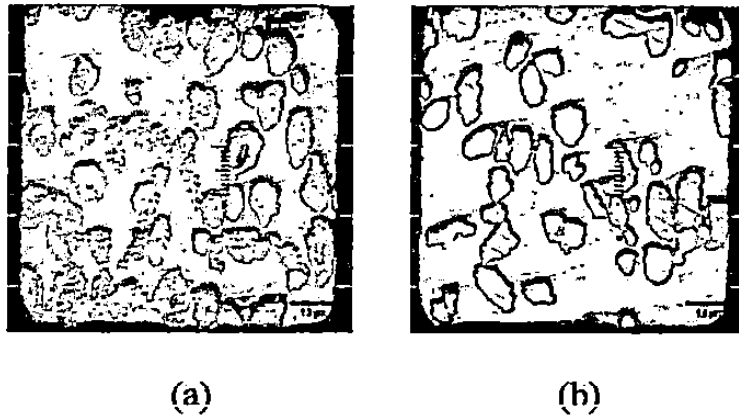
Tabel 4.1. Hasil pengujian serat tunggal ASTM D 3379-75

serat	Beban yang dikenakan (kg)	Luas penampang (mm^2)	Perpanjangan (mm)	Kekuatan tarik (N/mm^2)
1	0,68	0,0050	8,5	331,95
2	0,71	0,0079	8,7	221,82
3	1,21	0,0201	10	147,67
4	0,87	0,0113	9	188,75
Rata-rata				222,5

Dari hasil pengujian tarik serat tunggal didapatkan kekuatan tarik rata-rata sebesar $222,5 \text{ N}/\text{mm}^2$. Serat adalah salah satu komponen utama material komposit hal ini dikarenakan kekuatan serat akan sangat berpengaruh terhadap kekuatan material komposit yang akan terbentuk.

4.2. Fraksi Volume Serat

Dari penelitian dan pengamatan foto makro menggunakan software Image-J dapat dilihat bahwa distribusi serat tidak merata. Volume serat yang direncanakan berbeda dengan fraksi volume serat aktual. Distribusi serat dapat dilihat pada Gambar



Gambar 4.1. Foto mikro spesimen komposit serat pelepah pisang/poliester.

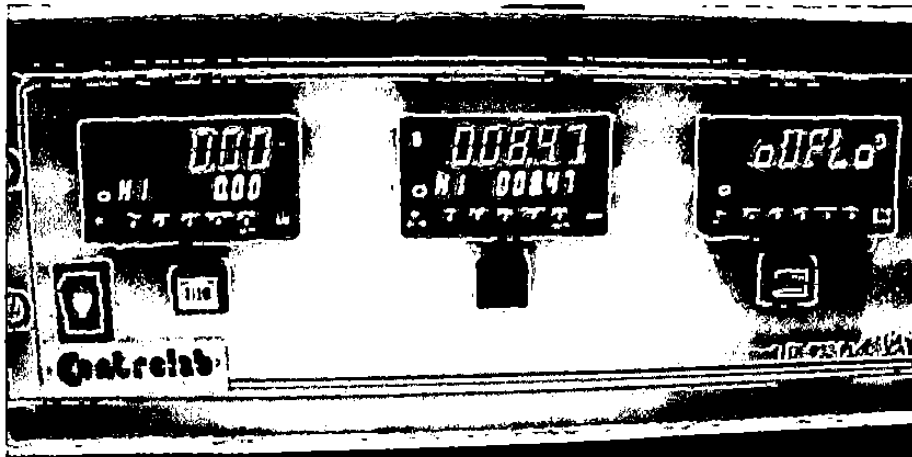
Dari hasil pengamatan foto mikro spesimen dengan fraksi volume yang direncanakan dan dengan perhitungan melalui software Image-I maka didapat hasil fraksi volume yang sebenarnya. Dari fraksi volume rencana 30% didapatkan fraksi volume rata-rata 27,95%.

4.3. Hasil Pengujian Bending

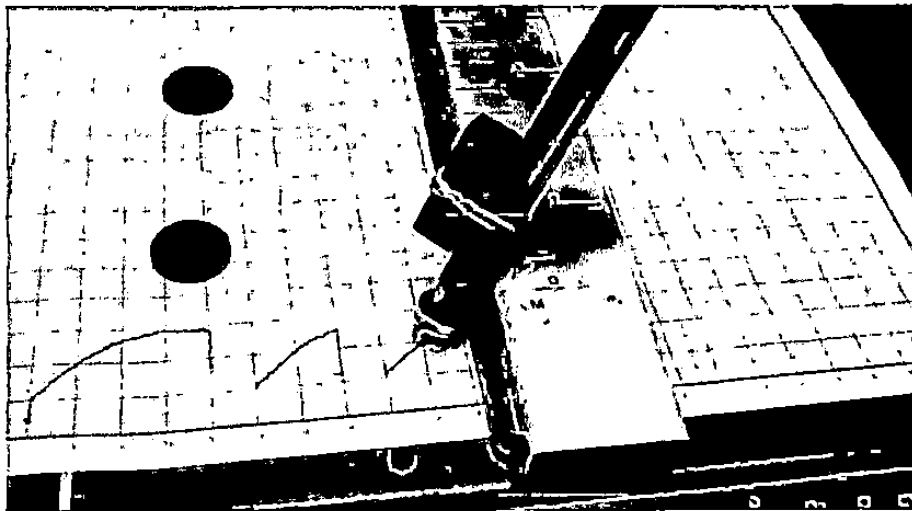
Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui harga kekuatan bending, regangan bending dan modulus elastisitas bending material komposit serat pelepah pisang/poliester *unidireksional* dengan matrik poliester. Hasil pengujian nantinya juga akan digunakan untuk mengetahui karakteristik patahan komposit tersebut sehingga didapat kesimpulan tentang pengaruh perlakuan *post cure* terhadap kekuatan bending serat pelepah pisang/poliester.

Dari hasil pengujian bending akan didapatkan dua data numerik yaitu: harga gaya bending (F_{max}) dan defleksi (D). Harga kekuatan bending yaitu didapat dari besarnya gaya lateral maksimum sampai spesimen patah. Sedangkan defleksi didapat

terlihat pada Gambar 4.2. panel penunjuk sebelum pengujian. Sedangkan *output* dari panel tersebut dapat dilihat seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2. Panel penunjuk tekanan dan pertambahan panjang



Gambar 4.3. Grafik penunjuk tekanan dan pertambahan panjang

Dalam Tabel 4.2., 4.3. dan 4.4. harga kekuatan bending (σ_b) didapat dari persamaan 2.4. harga regangan bending (ϵ_b) didapat dengan menggunakan

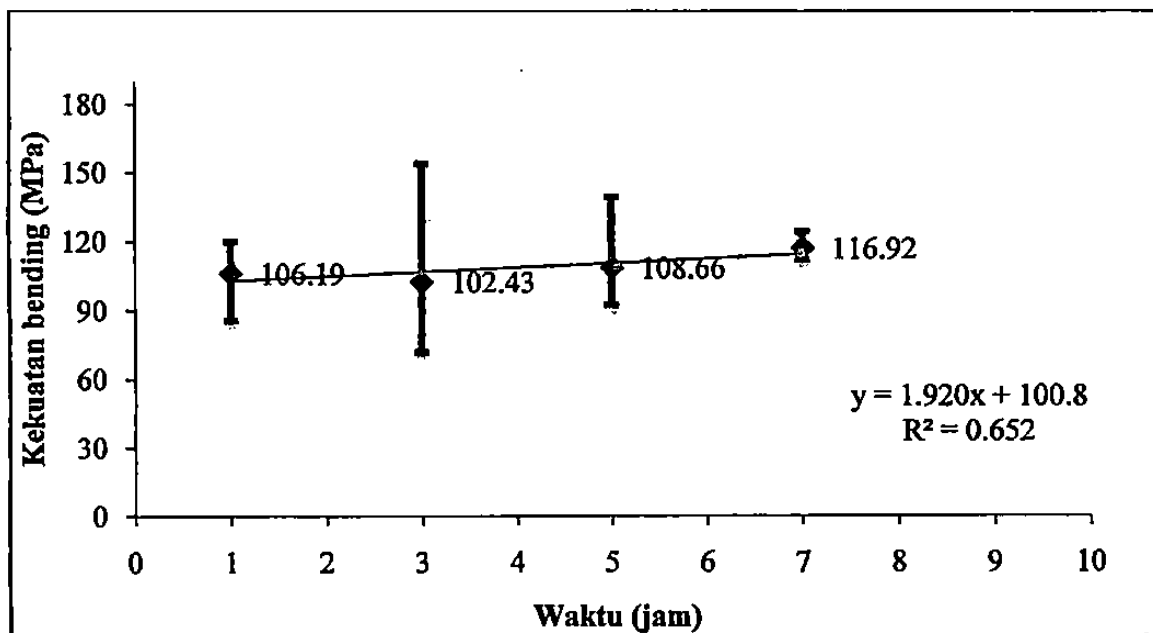
4.3.1. Pengaruh Lama Waktu Post Cure Terhadap Kekuatan Bending

Setelah dilakukan proses pengujian bending maka didapatkan harga kekuatan bending material komposit yang disajikan dalam tabel 4.2., 4.3. dan 4.4. sedangkan hubungan antara fraksi volume serat pelepah pisang/poliester terhadap kekuatan bending digambarkan dalam sebuah grafik, adapun grafik tersebut ditunjukkan seperti pada gambar 4.4., 4.5. dan 4.6.

1. Kekuatan bending pada suhu 40°C

Tabel 4.2. Data kekuatan bending komposit serat pelepah pisang /poliester pada suhu 40°C

No.	Waktu (jam)	Kekuatan bending (MPa)			
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
1	1	75,43	157,517	106,19	2,245
2	3	85,99	132,950	102,43	20,096
3	5	103,46	115,778	108,66	9,371
4	7	96,46	149,169	116,92	33,085



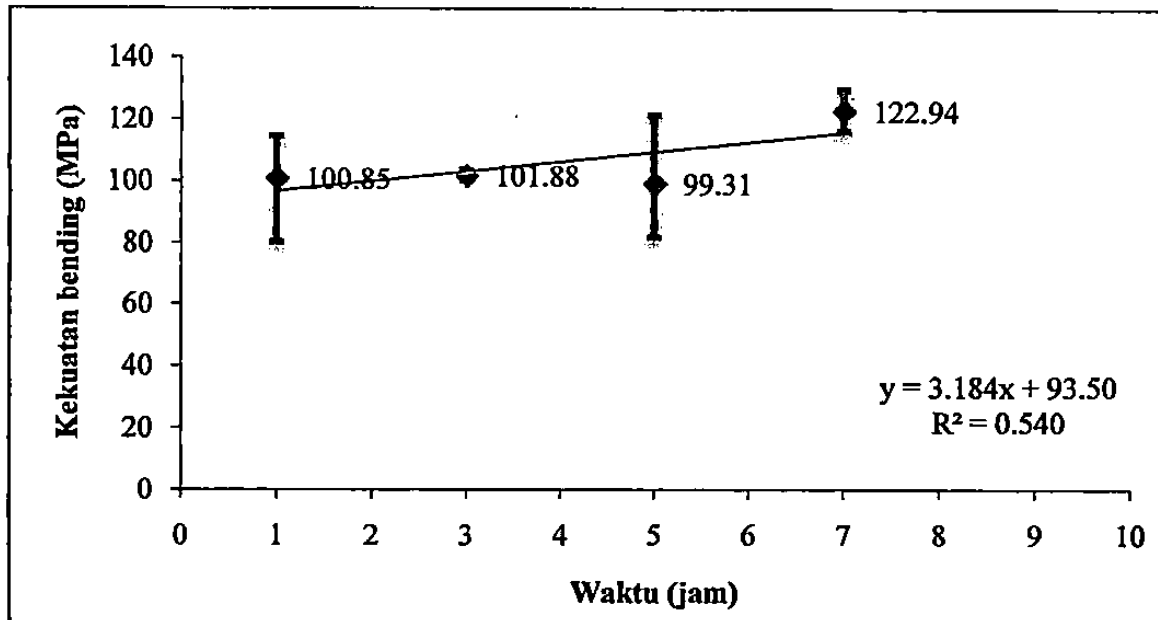
Gambar 4.4. Grafik hubungan kekuatan bending terhadap lama waktu post cure komposit

Hubungan antara lama waktu dengan kekuatan bending didapat garis regresi linier yang menunjukkan harga positif (+) pada variasi suhu 40°C. Hal ini berarti bahwa kekuatan bending terus meningkat seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Hasil pengujian bending pada komposit serat pelepah pisang/poliester menunjukkan kekuatan bending rata-rata pada variasi suhu 40°C. pada perlakuan 1 jam kekuatan bending yaitu sebesar 106,19 MPa, kemudian turun pada perlakuan 3 jam dan mendapatkan harga terendah yaitu sebesar 102,43 MPa. Pada perlakuan dengan waktu 5 jam diperoleh kekuatan sebesar 108,66 MPa, kemudian pada perlakuan 7 jam kekuatan naik dan mendapatkan harga tertinggi yaitu sebesar 116,92 MPa. Naik turunnya kekuatan bending dikarenakan pada proses manufaktur yang tidak presisi untuk semua spesimen material komposit.

2. Kekuatan bending pada suhu 60°C

Tabel 4.3. Data standarisasi kekuatan bending komposit serat pelepah pisang /poliester pada suhu 60°C

No.	Waktu (jam)	Kekuatan bending (MPa)			
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
1	1	99,27	102,443	100,85	2,21
2	3	84,49	123,880	101,88	5,66
3	5	92,68	105,934	99,31	15,25
4	7	102,00	161,086	122,94	19,06



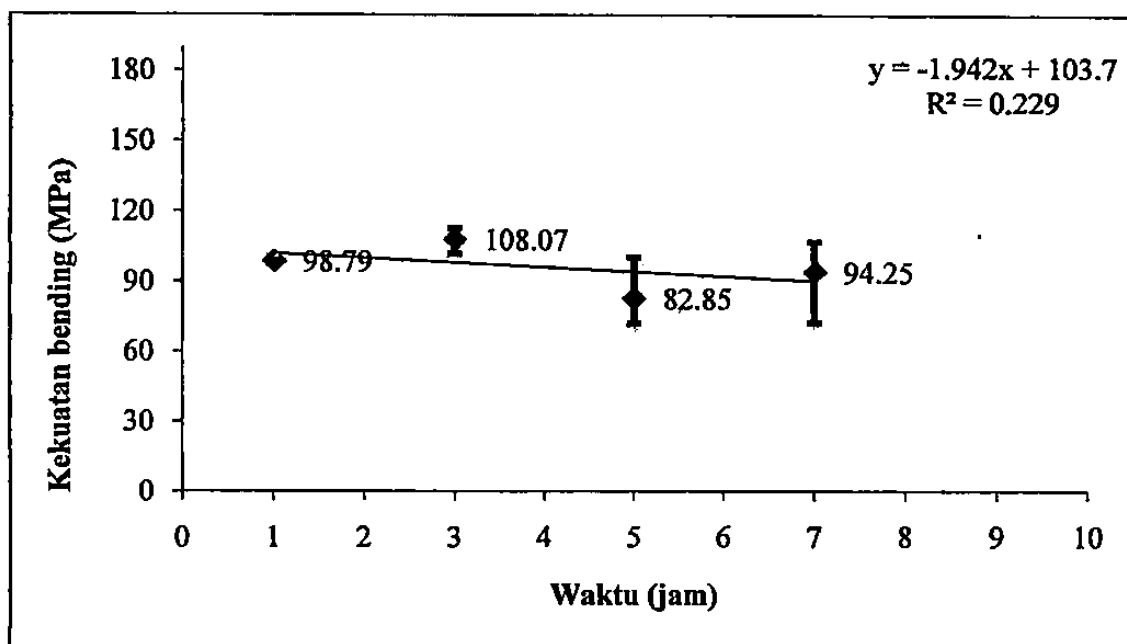
Gambar 4.5. Grafik hubungan kekuatan bending terhadap lama waktu *post cure* komposit serat pelepah pisang/ poliester pada suhu 60°C

Hubungan antara lama waktu dengan kekuatan bending didapat garis regresi linier yang menunjukkan harga positif (+) pada variasi suhu 60°C. Hal ini berarti bahwa kekuatan bending terus meningkat seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Hasil pengujian kekuatan bending rata-rata pada komposit serat pelepah pisang/poliester untuk perlakuan 1 jam kekuatan bending yaitu sebesar 100,85 MPa, kemudian naik pada perlakuan 3 jam yaitu sebesar 101,88 MPa. Pada perlakuan dengan waktu 5 jam turun dan mendapatkan harga terendah yaitu 99,31 MPa, hal ini disebabkan proses manufaktur yang tidak presisi pada spesimen material komposit, kemudian naik pada perlakuan 7 jam dan mendapatkan harga tertinggi yaitu sebesar

3. Kekuatan bending pada suhu 80°C

Tabel 4.4. Data kekuatan bending komposit serat pelepah pisang /poliester pada suhu 80°C

No.	Waktu (jam)	Kekuatan bending (MPa)			
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
1	1	97,23	100,355	98,79	2,21
2	3	101,69	112,530	108,07	5,66
3	5	71,90	100,276	82,85	15,25
4	7	72,31	106,806	94,25	19,06



Gambar 4.6. Grafik hubungan kekuatan bending terhadap lama waktu *post cure* komposit serat pelepah pisang/ poliester pada suhu 80°C

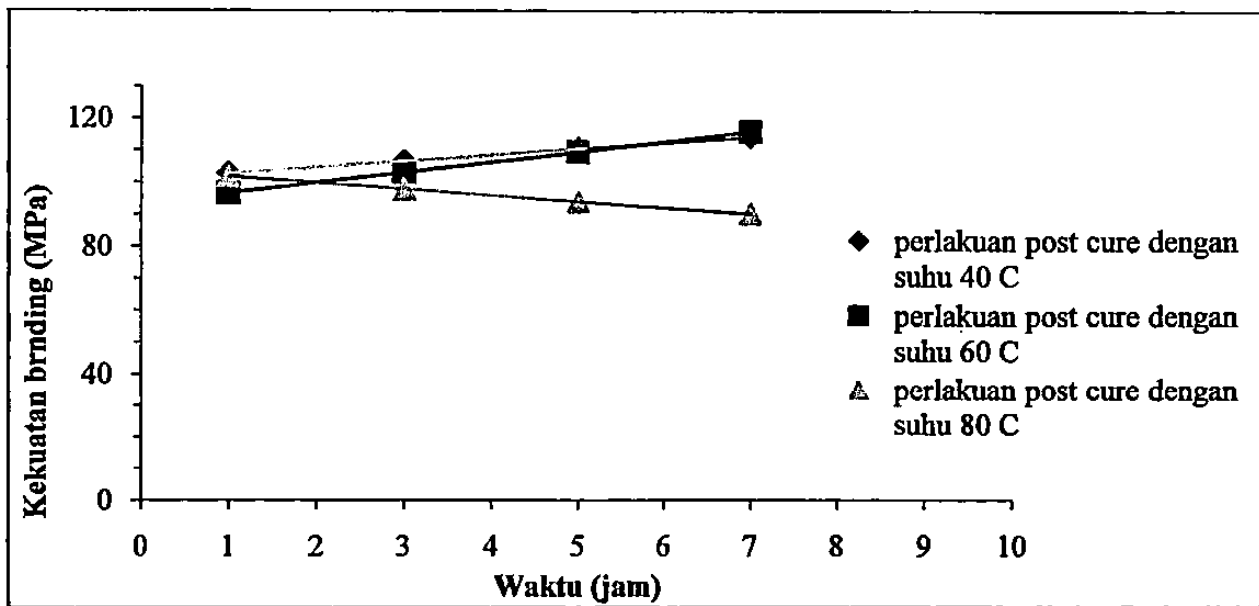
Hubungan antara lama waktu dengan kekuatan bending didapat garis regresi linier yang menunjukkan harga negatif (-) pada variasi suhu 80°C. Hal ini berarti bahwa kekuatan bending menurun seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Hasil pengujian kekuatan bending rata-rata pada komposit serat pelepah pisang/poliester untuk perlakuan 1 jam diperoleh kekuatan bending yaitu sebesar 98,79 MPa, kemudian naik pada perlakuan 3 jam dan memperoleh harga kekuatan

bending tertinggi yaitu sebesar 108,07 MPa. Hal ini dikarenakan komposit sudah mendapatkan ikatan yang baik antara matrik dengan poliester. Pada perlakuan dengan waktu 5 jam turun dan mendapatkan harga terendah yaitu 82,85 MPa, kemudian sedikit naik pada perlakuan 7 jam yaitu sebesar 122,94 MPa. Hal ini dikarenakan pada suhu yang lebih tinggi dengan lama perlakuan 5 jam dan 7 jam kekuatan material komposit dengan serat alam akan menjadi lemah dan rapuh. Naik turunnya kekuatan bending disebabkan karena serat tidak keseluruhan merata pada saat pencetakan dan serat kurang bersih dalam perlakuan *alkali*.

Untuk melihat perbedaan tegangan bending maka dilakukan perbandingan antara variasi perlakuan suhu *post cure* 40°C, 60°C dan 80°C dengan data analisis dari garis regresi pada setiap variasi. Untuk itu diperoleh data tegangan bending berdasarkan perhitungan regresi pada tiap variasi yang ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Nilai kekuatan bending berdasarkan perhitungan regresi pada variasi *postcure* dengan suhu 40°C, 60°C dan 80°C

Waktu <i>post cure</i> (jam)	Kekuatan bending (MPa)		
	Suhu 40°C	Suhu 60°C	Suhu 80°C
1	102,72	96,68	101,76
3	106,56	103,05	97,87
5	110,40	110,40	93,99
7	114,24	115,79	90,00



Gambar 4.7. Grafik perbandingan kekuatan bending terhadap waktu *post cure* antara suhu 40°C, 60°C dan 80°C berdasarkan perhitungan regresi

Hubungan antara lama waktu dengan kekuatan bending pada garis regresi linier menunjukkan harga positif (+) baik pada variasi suhu 40°C maupun 60°C. Hal ini berarti bahwa kekuatan bending terus meningkat seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Setiap penambahan 1 jam waktu perlakuan menyebabkan kenaikan kekuatan bending pada variasi suhu 40°C sebesar 1,920 MPa dan pada variasi suhu 60°C sebesar 3,184 MPa. Untuk hasil analisis untuk perlakuan *post cure* dengan suhu 80°C didapatkan koefisien regresi dari lama waktu perlakuan yang menunjukkan harga negatif (-) dengan tegangan bending, hal ini dapat dilihat dari garis yang menurun seiring dengan bertambahnya waktu perlakuan sehingga menurunkan kekuatan bending sebesar 1,942 setiap 1 jam perlakuan.

Peningkatan waktu perlakuan menyebabkan kenaikan kekuatan bending pada variasi suhu 40°C dan 60°C karena serat alami pada material komposit dengan

rusak, dan matrik poliester yang digunakan untuk proses manufaktur dengan suhu relatif rendah sehingga ikatan serat dengan matrik akan semakin erat seiring peningkatan waktu pada perlakuan suhu 40°C dan 60°C, tetapi pada perlakuan suhu 80°C akan menurunkan kekuatan bending, hal ini dikarenakan suhu terlalu tinggi sehingga struktur serat akan rusak dan menurunkan kualitas ikatan serat dengan matrik yang akan menyebabkan material komposit tidak mampu menerima beban dengan baik. Dari kemiringan garis regresi dapat disimpulkan untuk kenaikan kekuatan bending yang paling besar pengaruhnya terhadap lama waktu perlakuan *post cure* terdapat pada variasi suhu 60°C yang ditunjukkan dengan gradien garis dengan harga tertinggi.

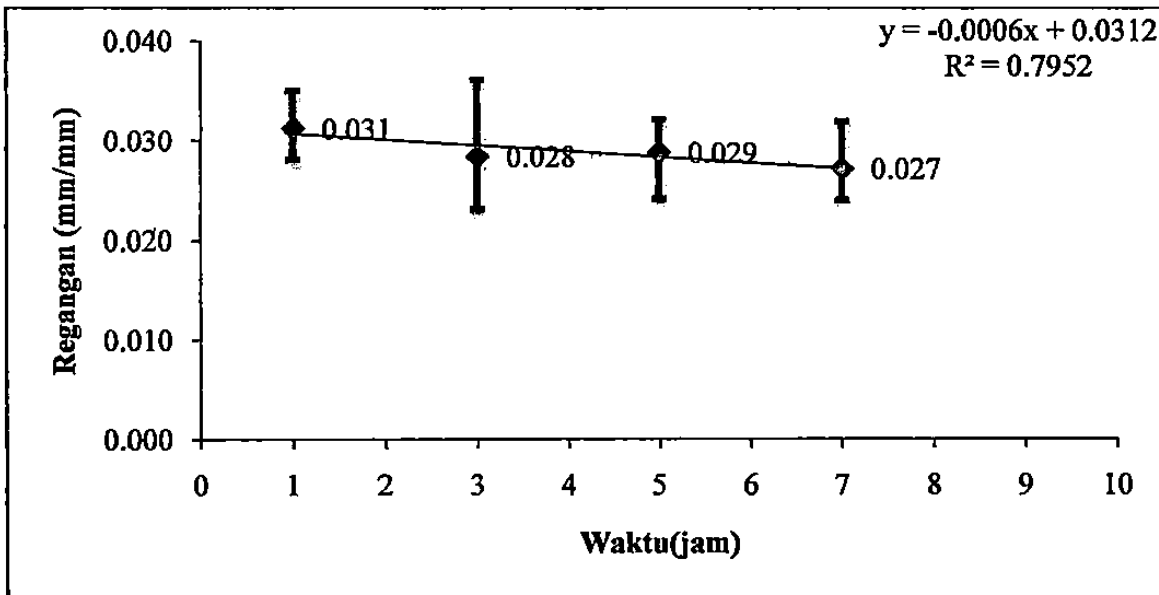
4.3.2. Regangan Bending

Setelah menghitung rata-rata kekuatan bending selanjutnya menghitung regangan bending. Hasil dari perhitungan rata-rata regangan bending dapat dilihat pada Tabel 4.6., 4.7. dan 4.18 sedangkan grafik dari regangan bending dapat dilihat pada Gambar 4.8., 4.9. dan 4.10.

1. Regangan pada suhu 40°C

Tabel 4.6. Data regangan bending komposit serat pelepah pisang /poliester pada suhu 40°C

No.	Waktu (jam)	Regangan bending (%)			
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
1	1	0,0203	0,039	0,031	0,0067
2	3	0,0237	0,032	0,028	0,0041
3	5	0,0256	0,033	0,029	0,0040
4	7	0.0239	0.031	0.027	0.0034



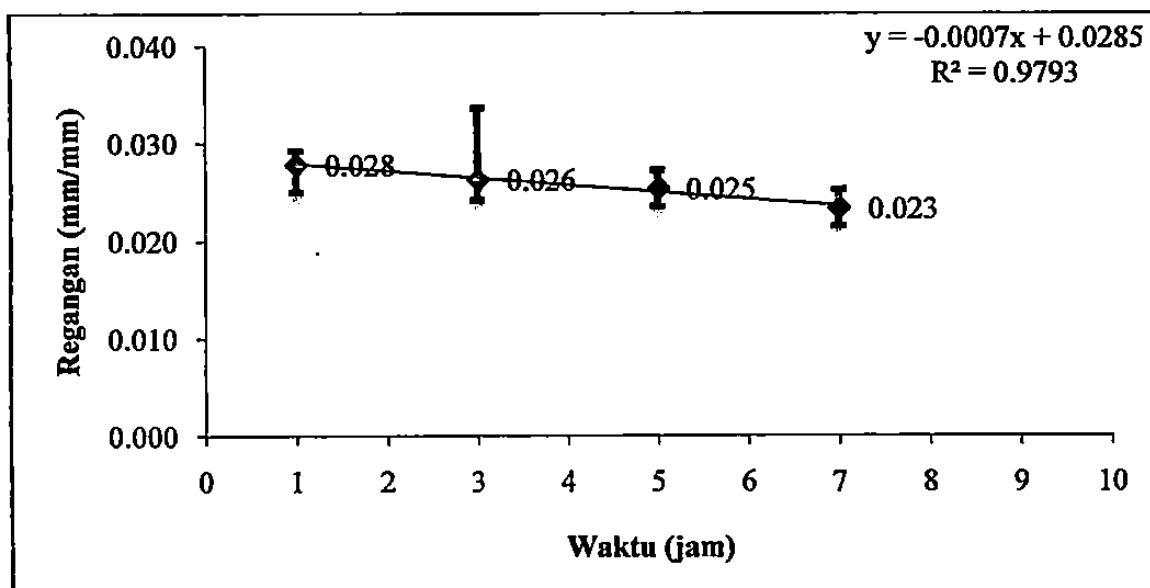
Gambar 4.8. Grafik hubungan regangan bending terhadap lama waktu *post cure* komposit serat pelepah pisang/ poliester pada suhu 40°C

Hubungan antara lama waktu dengan regangan bending didapat garis regresi linier yang menunjukkan harga negatif (-) pada variasi suhu 40°C. Hal ini berarti bahwa regangan bending menurun seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Pada grafik menunjukkan regangan rata-rata pada variasi *post cure* pada suhu 40°C untuk regangan pada variasi waktu 1 jam regangan bending sebesar 0,031 mm/mm. Selanjutnya regangan pada variasi waktu 3 jam yaitu sebesar 0,028 mm/mm, sedangkan pada variasi waktu 5 jam terjadi kenaikan sebesar 0,029 mm/mm, dan pada variasi waktu 7 jam terjadi penurunan sebesar 0,027 mm/mm. Hal ini dikarenakan seiring bertambahnya waktu perlakuan spesimen akan semakin kering

2. Regangan pada suhu 60°C

Tabel 4.7. Data regangan bending komposit serat pelepah pisang /poliester pada suhu 60°C

No.	Waktu (jam)	Regangan bending (%)			
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
1	1	0,0236	0,025	0,028	0,0024
2	3	0,0220	0,028	0,026	0,0047
3	5	0,0219	0,024	0,025	0,0023
4	7	0,0223	0,024	0,023	0,0026



Gambar 4.9. Grafik hubungan regangan bending terhadap lama waktu *post cure* komposit serat pelepah pisang/ poliester pada suhu 60°C

Hubungan antara lama waktu dengan regangan bending didapat garis regresi linier yang menunjukkan harga negatif (-) pada variasi suhu 60°C. Hal ini berarti bahwa regangan bending menurun seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Pada grafik menunjukkan regangan rata-rata pada variasi *post cure* pada suhu 60°C untuk variasi waktu 1 jam regangan bending sebesar 0,028 mm/mm. Selanjutnya regangan mengalami penurunan pada variasi waktu 3 jam yaitu sebesar 0,026

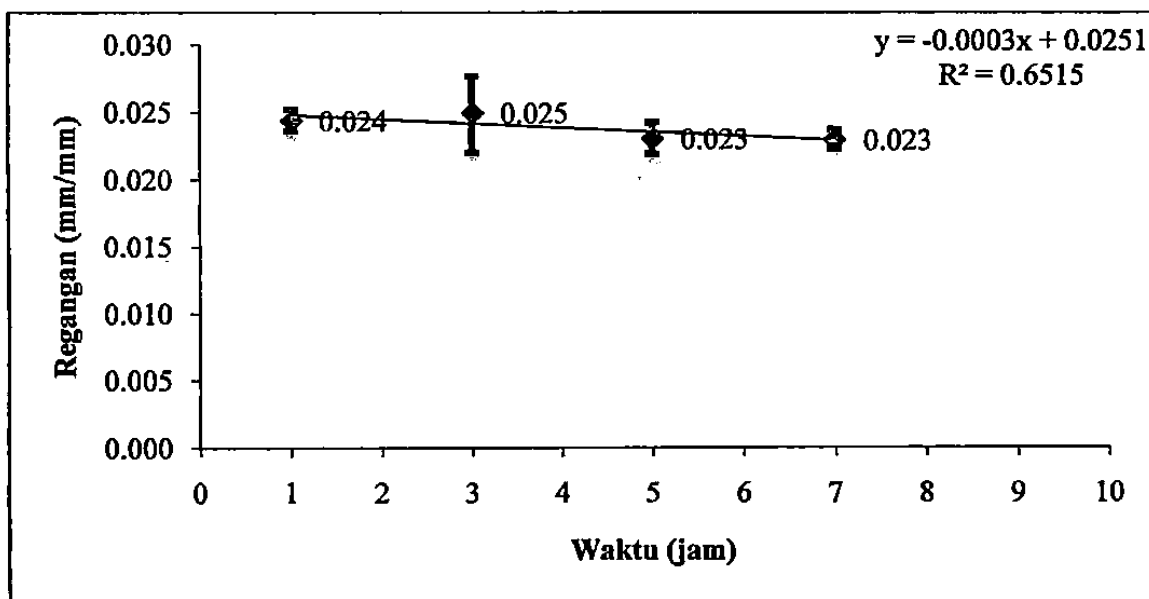
mm/mm. Pada variasi waktu 5 jam terjadi penurunan sebesar 0,025 mm/mm

dan pada variasi waktu 7 jam terjadi penurunan lagi sebesar 0,023 mm/mm. Hal ini dikarenakan seiring bertambahnya waktu perlakuan spesimen akan semakin kering sehingga mengurangi sifat elastis material komposit serat pelepah pisang/poliester.

3. Regangan pada suhu 80°C

Tabel 4.8. Data regangan bending komposit serat pelepah pisang /poliester pada suhu 80°C

No.	Waktu (jam)	Regangan bending (%)			
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
1	1	0,0236	0,025	0,024	0,0011
2	3	0,0220	0,028	0,025	0,0028
3	5	0,0219	0,024	0,023	0,0016
4	7	0,0223	0,024	0,023	0,0009



Gambar 4.10. Grafik hubungan regangan bending terhadap lama waktu *post cure* komposit serat pelepah pisang/ poliester pada suhu 80°C

Hubungan antara lama waktu dengan regangan bending didapat garis regresi linier yang menunjukkan harga negatif (-) pada variasi suhu 80°C. Hal ini berarti bahwa ragangan bending menurun seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*.

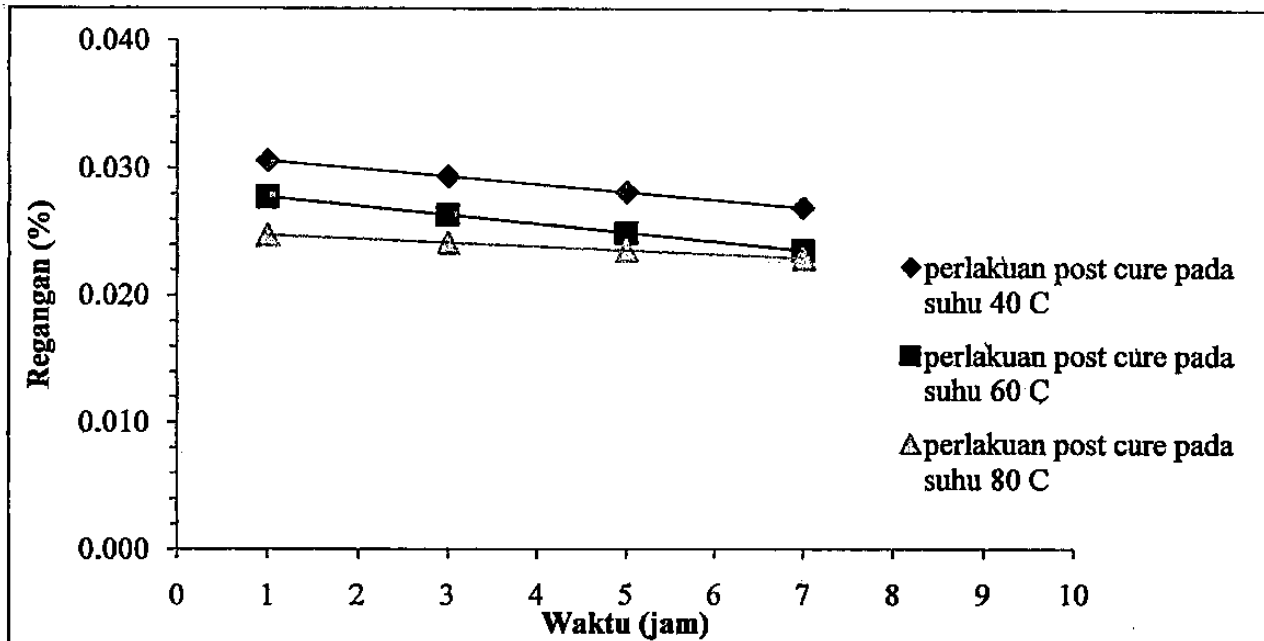
D. Analisis Regresi Linier antara regangan bending terhadap lama waktu *post cure* pada suhu 80°C dengan variasi

waktu 1 jam regangan bending sebesar 0,024 mm/mm. Selanjutnya regangan mengalami kenaikan pada variasi waktu 3 jam yaitu sebesar 0,025 mm/mm, sedangkan pada variasi waktu 5 jam terjadi penurunan sebesar 0,023 mm/mm, dan pada variasi waktu 7 jam mendapatkan harga regangan sebesar 0,024 mm/mm. Hal ini dikarenakan seiring bertambahnya waktu (jam) perlakuan spesimen akan semakin kering sehingga mengurangi sifat elastis material komposit serat pelepah pisang/poliester.

Untuk melihat perbedaan regangan bending maka dilakukan perbandingan antara variasi perlakuan suhu *post cure* 40°C, 60°C dan 80°C dengan data analisis dari garis regresi pada setiap variasi. Untuk itu diperoleh data regangan bending berdasarkan perhitungan regresi pada tiap variasi yang ditunjukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Nilai regangan bending berdasarkan perhitungan regresi pada variasi *postcure* dengan suhu 40°C, 60°C dan 80°C

Waktu <i>post cure</i> (jam)	regangan bending (%)		
	Suhu 40°C	Suhu 60°C	Suhu 80°C
1	0,0306	0,0278	0,0248
3	0,0294	0,0264	0,0242
5	0,0282	0,0250	0,0236
7	0,0270	0,0236	0,0230



Gambar 4.11. Grafik perbandingan regangan bending terhadap waktu *post cure* antara suhu 40°C, 60°C dan 80° berdasarkan perhitungan regresi

Hubungan antara lama waktu dengan regangan bending pada garis regresi linier menunjukkan harga negatif (-) baik pada variasi suhu 40°C, 60°C maupun 80°C. Hal ini berarti bahwa regangan bending terus menurun seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Setiap penambahan 1 jam waktu perlakuan menyebabkan penurunan regangan bending pada variasi suhu 40°C sebesar 0,0006 %, pada variasi suhu 60°C penurunan regangan bending sebesar 0,0007 % dan pada variasi suhu 80°C penurunan regangan bending sebesar 0,0003 %.

Peningkatan waktu perlakuan menyebabkan penurunan regangan bending untuk variasi suhu 40°C, 60°C dan 80°C, hal ini disebabkan material komposit akan mengeras dan bertambah kaku, dikarenakan selain serat alam tidak tahan pada suhu tinggi matrik yang digunakan adalah jenis resin untuk fabrikasi dengan *curing* pada suhu relatif rendah. Dari kemiringan garis regresi dapat disimpulkan pengaruh

kekakuan material komposit yang paling besar pengaruh dari perlakuan *post cure* yaitu terdapat pada variasi 60°C yang ditunjukkan dengan gradien garis dengan harga tertinggi.

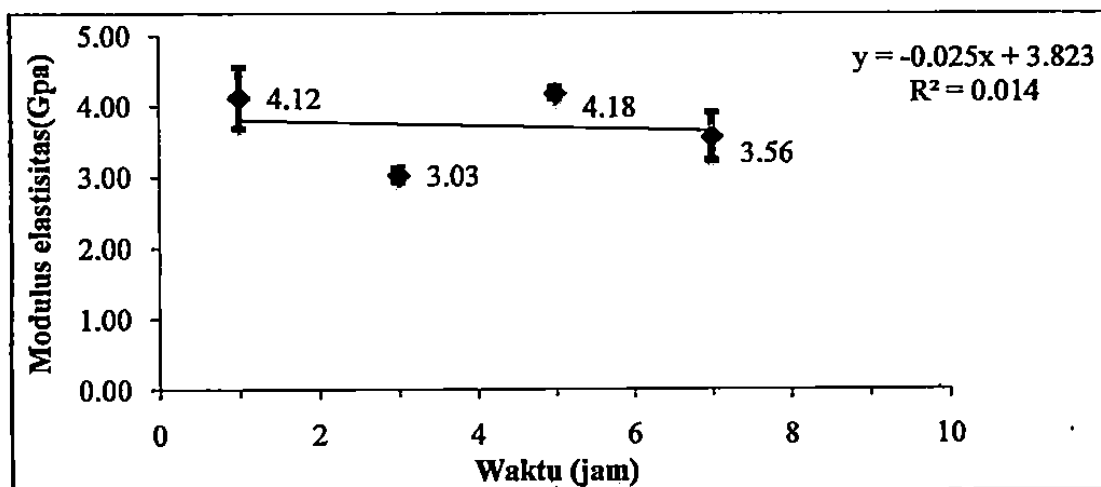
4.3.3. Modulus Elastisitas

Perhitungan yang terakhir dalam pengujian bending adalah menghitung modulus elastisitas. Hasil perhitungan rata-rata modulus elastisitas dapat dilihat pada Tabel 4.10., 4.11. dan 4.12. sedangkan grafik dapat dilihat pada Gambar 4.12., 4.13., 4.14.

1. Modulus elastisitas pada suhu 40°C

Tabel 4.10. Data modulus elastisitas bending komposit serat pelepah pisang /poliester pada suhu 40°C

No.	Waktu (jam)	Modulus Elastisitas (GPa)			
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
1	1	3,68	4,55	4,12	0,615
2	3	2,93	3,12	3,03	0,133
3	5	4,10	4,26	4,18	0,144
4	7	3,22	3,90	3,56	0,477



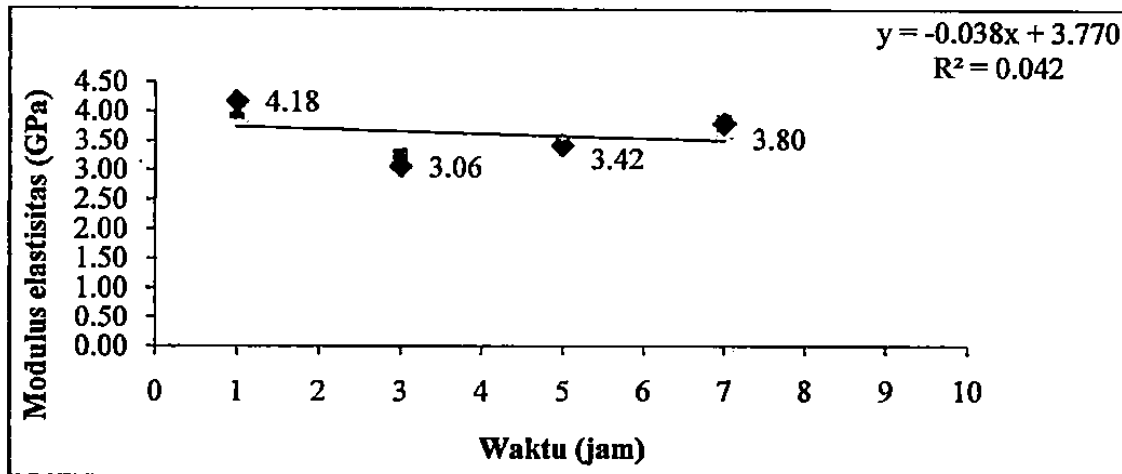
Gambar 4.12. Grafik hubungan modulus elastisitas bending terhadap lama waktu *post*

Hubungan antara lama waktu dengan modulus elastisitas didapat garis regresi linier yang menunjukkan harga negatif (-) pada variasi suhu 40°C. Hal ini berarti bahwa modulus elastisitas menurun walaupun cenderung datar seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Dari grafik di atas menunjukkan besarnya nilai modulus elastisitas komposit serat pelepah pisang/poliester dengan variasi *post cure* dengan suhu 40°C terhadap lama waktu perlakuan 1 jam, 3 jam, 5 jam, dan 7 jam. Pada waktu 1 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 4,12 GPa, untuk variasi waktu 3 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 3,03 GPa, sedangkan pada variasi waktu 5 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 4,18 GPa, dan pada 7 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 3,56 GPa. Naik turunnya harga modulus juga dipengaruhi proses manufaktur yang kurang sempurna seperti tidak meratanya serat dan perlakuan alkali yang kurang bersih untuk menghilangkan lignin pada serat.

2. Modulus elastisitas pada suhu 60°C

Tabel 4.11. Data modulus elastisitas bending komposit serat pelepah pisang /poliester pada suhu 60°C

No.	Waktu (jam)	Modulus Elastisitas (GPa)			
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
1	1	3,92	4,21	4,18	0,367
2	3	2,67	3,31	3,06	0,341
3	5	3,34	3,51	3,42	0,120
4	7	3,72	3,89	3,80	0,116



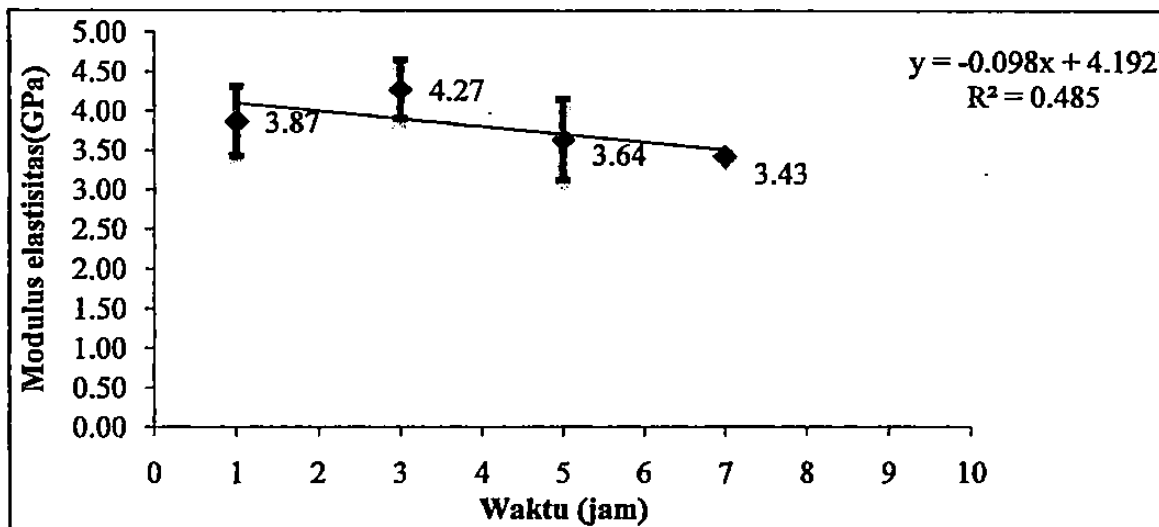
Gambar 4.13. Grafik hubungan modulus elastisitas bending terhadap lama waktu *post cure* komposit serat pelepah pisang/ poliester pada suhu 60°C

Hubungan antara lama waktu dengan modulus elastisitas didapat garis regresi linier yang menunjukkan harga negatif (-) pada variasi suhu 40°C. Hal ini berarti bahwa modulus elastisitas menurun walaupun cenderung datar seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Dari grafik di atas menunjukkan besarnya nilai modulus elastisitas komposit serat pelepah pisang/poliester dengan variasi *post cure* dengan suhu 40°C terhadap lama waktu perlakuan 1 jam, 3 jam, 5 jam, dan 7 jam. Pada waktu 1 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 4,18 GPa, untuk variasi waktu 3 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 3,06 GPa, sedangkan pada variasi waktu 5 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 3,42 GPa, dan pada 7 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 3,80 GPa. Naik turunnya harga modulus juga dipengaruhi proses manufaktur yang kurang sempurna seperti tidak mantapnya serat dan perlakuan alkali yang kurang bersih untuk

3. Modulus elastisitas pada suhu 80°C

Tabel 4.12. Data modulus elastisitas bending komposit serat pelepah pisang /poliester pada suhu 80°C

No.	Waktu (jam)	Modulus Elastisitas (GPa)			
		Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
2	1	3,42	4,31	3,87	0,625
3	3	3,90	4,64	4,27	0,523
4	5	3,12	4,15	3,64	0,723
5	7	3,40	3,46	3,43	0,042



Gambar 4.14. Grafik hubungan modulus elastisitas bending terhadap lama waktu *post cure* komposit serat pelepah pisang/ poliester pada suhu 80°C

Hubungan antara lama waktu dengan modulus elastisitas didapat garis regresi linier yang menunjukkan harga negatif (-) pada variasi suhu 40°C. Hal ini berarti bahwa modulus elastisitas menurun walaupun cenderung datar seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Dari grafik di atas menunjukkan besarnya nilai modulus elastisita komposit serat pelepah pisang/poliester dengan variasi *post cure* dengan suhu 40°C terhadap lama waktu perlakuan 1 jam, 3 jam, 5 jam, dan 7 jam. Pada waktu 1 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 3,87 GPa, untuk variasi

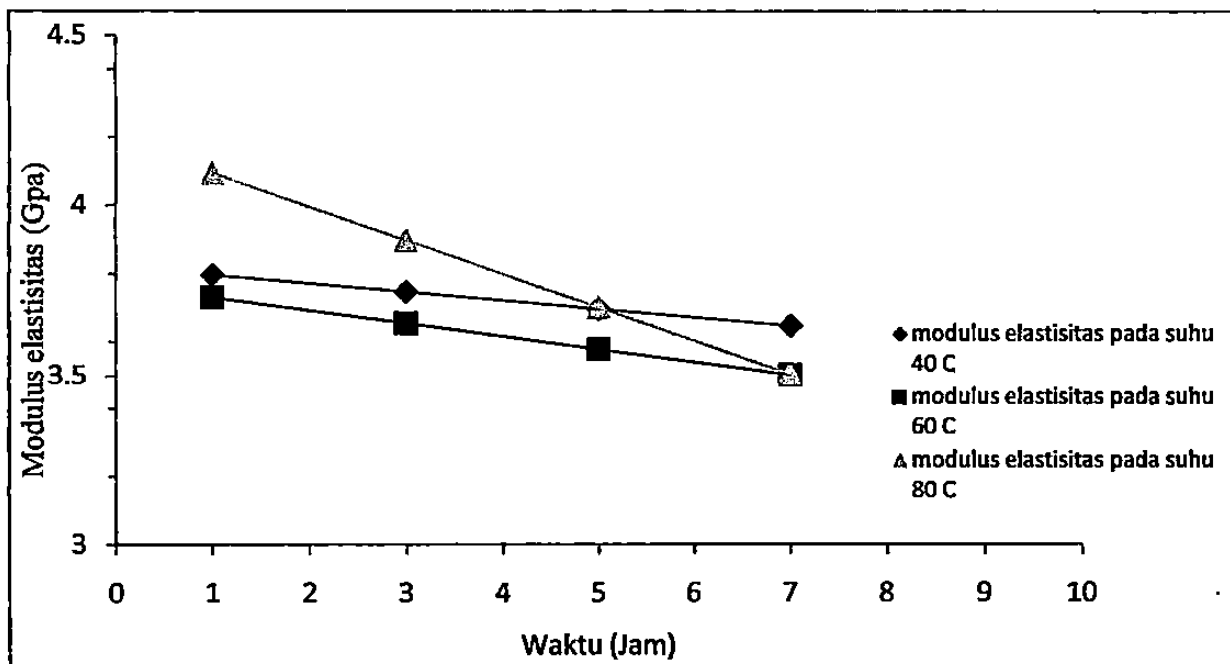
waktu 3 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 4,27 GPa, sedangkan

pada variasi waktu 5 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 3,64 GPa, dan pada 7 jam mempunyai modulus elastisitas rata-rata sebesar 3,43 GPa. Naik turunnya harga modulus juga dipengaruhi proses manufaktur yang kurang sempurna seperti tidak meratanya serat dan perlakuan alkali yang kurang bersih untuk menghilangkan lignin pada serat.

Untuk melihat perbedaan modulus elastisitas maka dilakukan perbandingan antara variasi perlakuan suhu *post cure* 40°C, 60°C dan 80°C dengan data analisis dari garis regresi pada setiap variasi. Untuk itu diperoleh data modulus elastisitas berdasarkan perhitungan regresi pada tiap variasi yang ditunjukkan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13. Modulus elastisitas berdasarkan perhitungan regresi pada variasi *post cure* dengan suhu 40°C, 60°C dan 80°C

Waktu <i>post cure</i> (jam)	Modulus elastisitas (GPa)		
	Suhu 40°C	Suhu 60°C	Suhu 80°C
1	3,798	3,732	4,094
3	3,748	3,656	3,898
5	3,698	3,580	3,702
7	3,648	3,504	3,506



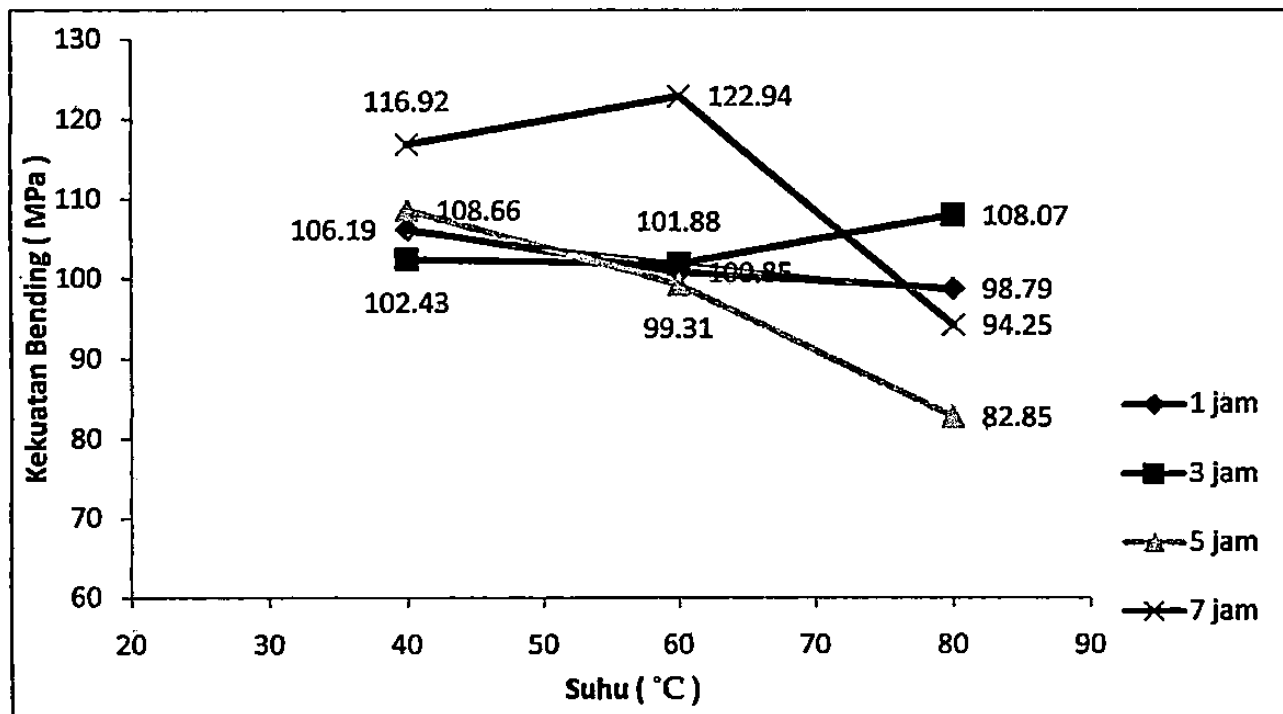
Gambar 4.15. Grafik perbandingan modulus elastisitas bending terhadap waktu *post cure* antara suhu 40°C, 60°C dan 80°C berdasarkan perhitungan regresi

Hubungan antara lama waktu dengan modulus elastisitas pada garis regresi linier menunjukkan harga negatif (-) baik pada variasi suhu 40°C, 60°C maupun 80°C. Hal ini berarti bahwa modulus elastisitas terus menurun seiring dengan lama waktu perlakuan *post cure*. Setiap penambahan 1 jam waktu perlakuan menyebabkan penurunan modulus elastisitas pada variasi 40°C sebesar 0,025 GPa, pada variasi suhu 60°C penurunan modulus elastisitas sebesar 0,038 GPa dan pada variasi suhu 80°C penurunan regangan bending sebesar 0,098 GPa.

Peningkatan waktu perlakuan menyebabkan penurunan modulus elastisitas untuk variasi suhu 40°C, 60°C dan 80°C karena material komposit semakin rapuh dengan seiring bertambahnya lama waktu perlakuan, hal ini disebabkan serat alam tidak tahan terhadap suhu tinggi dan matrik yang digunakan adalah resin untuk proses...
 ...dengan curing yang relatif rendah. Dari kemiringan garis regresi dapat

disimpulkan penurunan modulus elastisitas yang paling drastis terdapat pada variasi suhu 80°C yang ditunjukkan dengan gradien garis dengan harga tertinggi.

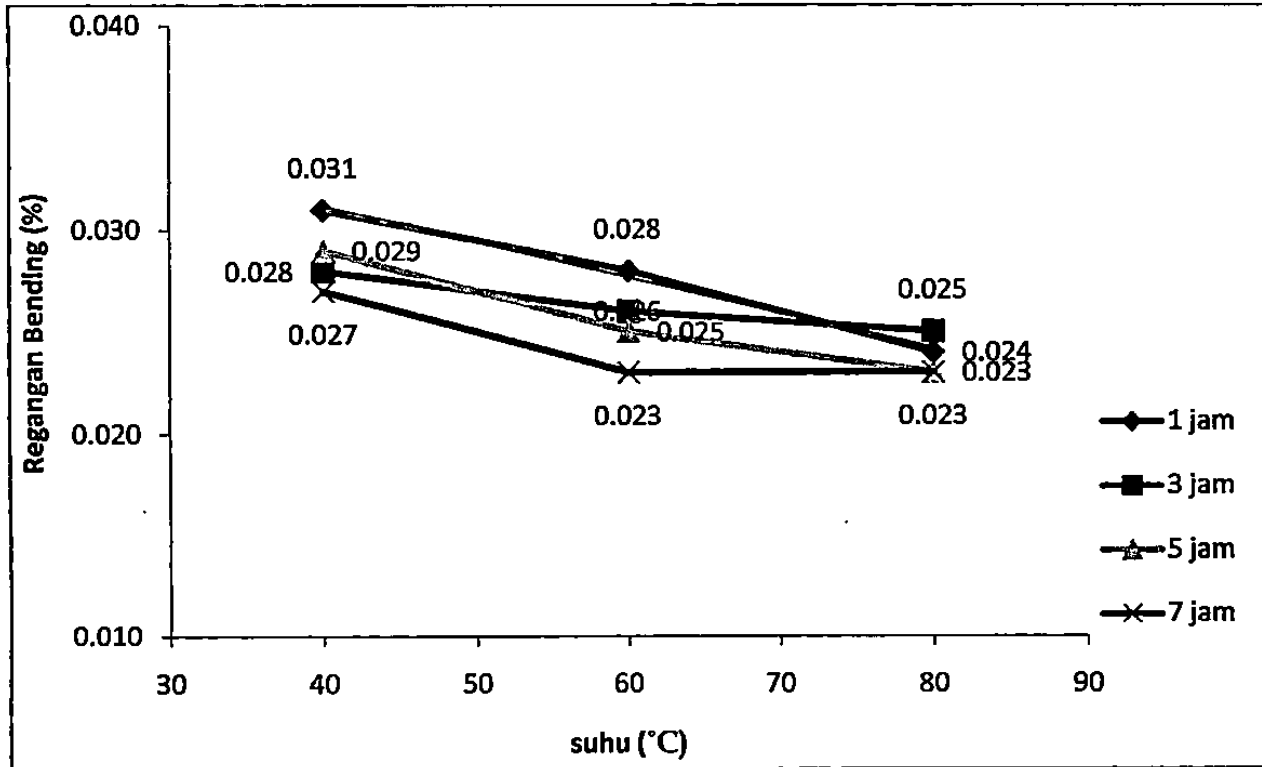
4.3.4. Pengaruh Perlakuan Suhu Terhadap Kekuatan Bending



Gambar 4.16. Grafik pengaruh perlakuan suhu terhadap kekuatan bending

Pengaruh penambahan suhu akan menurunkan kekuatan bending, hal ini disebabkan serat alam tidak tahan terhadap suhu tinggi karena akan rusak strukturnya dan matrik yang digunakan adalah untuk proses pengeringan dengan suhu ruangan, sehingga akan menurunkan kualitas ikatan serat dengan matrik dan material tidak dapat menerima beban dengan maksimal. Kekuatan bending tertinggi terdapat pada perlakuan dengan suhu 60°C pada waktu perlakuan 7 jam sebesar 122.94 MPa.

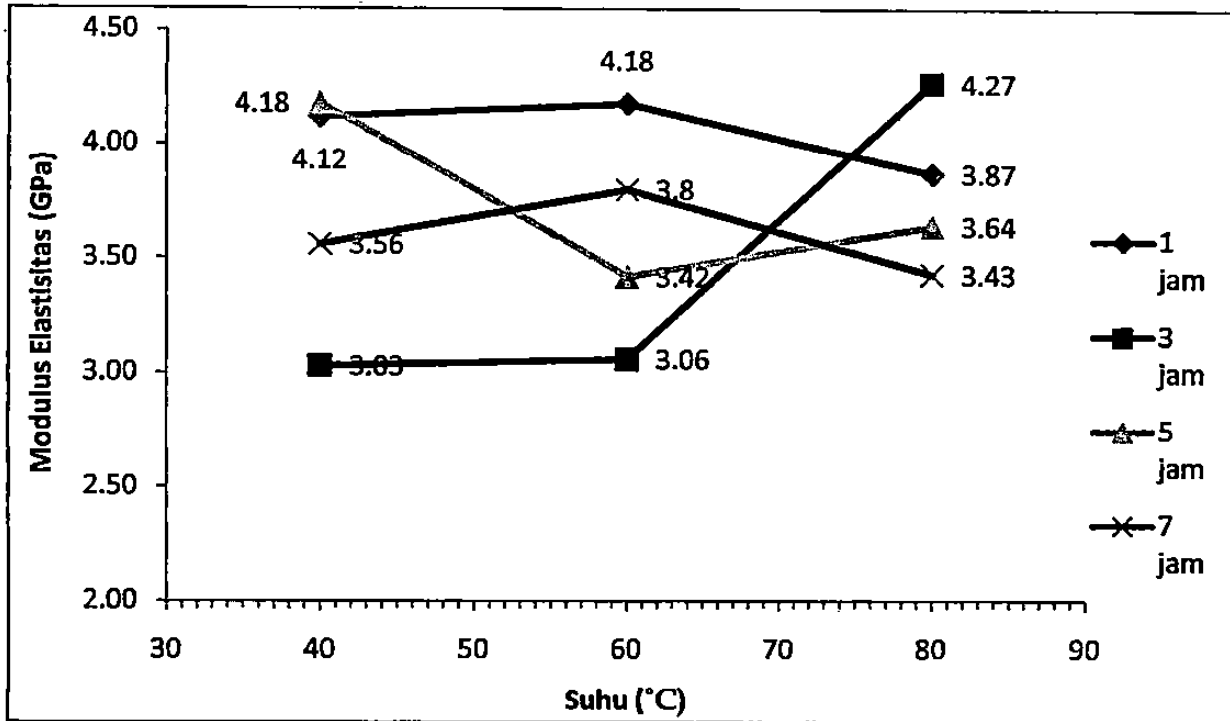
4.3.5. Pengaruh Perlakuan Suhu Terhadap Regangan Bending



Gambar 4.17. Grafik pengaruh perlakuan suhu terhadap regangan bending

Pengaruh penambahan suhu akan menurunkan regangan bending, hal ini disebabkan material komposit akan semakin kering dan bertambah kaku karena serat alam dan matrik tidak tahan terhadap suhu. tinggi. Regangan bending tertinggi didapatkan pada perlakuan dengan suhu 40°C dengan lama waktu 1 jam sebesar 0.031

4.3.6. Pengaruh Perlakuan Suhu Terhadap Modulus Elastisitas

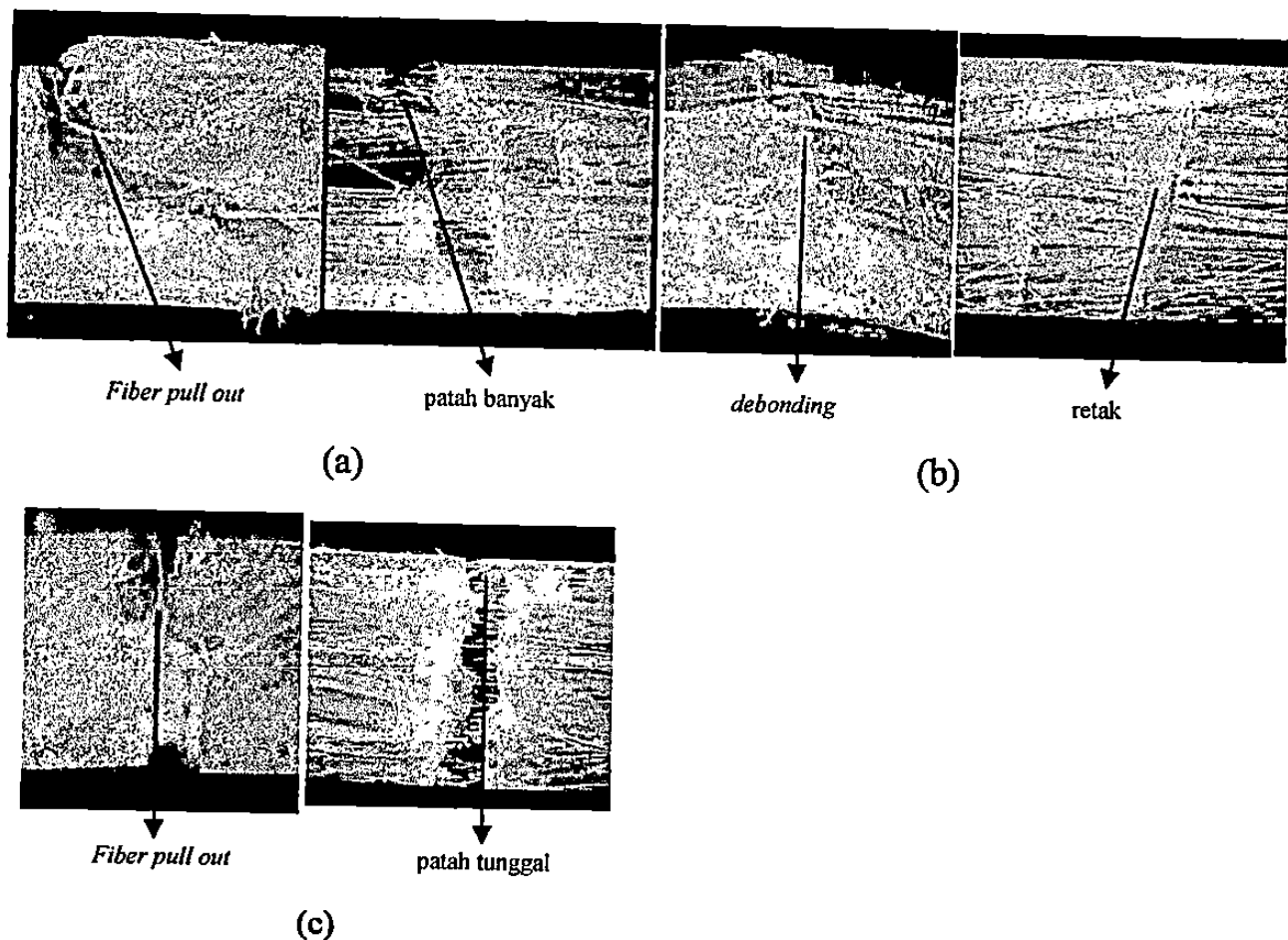


Gambar 4.18. Grafik pengaruh perlakuan suhu terhadap modulus elastisitas

Pengaruh penambahan suhu akan menurunkan modulus elastisitas, hal ini disebabkan struktur serat alam akan rusak dengan perlakuan suhu tinggi dengan waktu yang cukup lama. Sehingga penerimaan beban bending sebagian besar diterima matrik dan beban yang diteruskan ke serat tidak diterima dengan maksimal. Modulus elastisitas bending tertinggi didapatkan pada perlakuan dengan suhu 80 °C dengan lama waktu perlakuan 3 jam yaitu sebesar 4.27 GPa.

4.3.7. Hasil Pengamatan Foto Makro Penampang Patahan

Untuk mengetahui karakteristik penampang patahan pada material komposit dari spesimen benda uji setelah dilakukan pengujian bending, maka dilakukan pengamatan foto makro pada patahan dan penampang patahan seperti terlihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19. foto patahan (a) 40°C 5 jam, (b) 60°C 5 jam, (c) 80°C 5 jam pada hasil uji bending serat pelepah pisang/poliester

Dari gambar di atas terlihat bahwa bentuk patahan didominasi oleh *debonding* dan *fiber pull out* hal ini terjadi akibat penurunan kekuatan bending, hal ini disebabkan ikatan antara serat dengan matrik poliester tidak sempurna, dan setelah

terdapat lignin. Sebagai akibatnya, serat dan matrik tidak bisa terbasahi sempurna mengakibatkan kekuatan yang didapatkan akan lebih rendah.

Pada 60 °C 5 jam serat tercabut dari matrik akibat beban bending ketika matrik mengalami retak, sehingga kemampuan untuk menahan beban akan berkurang, namun komposit tersebut masih mampu menahan beban walaupun beban yang mampu ditahan lebih kecil daripada beban maksimum. Saat matrik retak, beban akan ditransfer dari matrik ke serat ditempat persinggungan retak. Seiring dengan bertambahnya deformasi, kemampuan untuk mendukung beban berasal dari serat, selanjutnya serat akan tercabut dari matrik akibat *debonding* yang diteruskan *fiber pull out*. Pada variasi post cure 40°C 5 jam terjadi patah banyak, *debonding* dan *fiber pull out* kemudian pada variasi 80°C 5 jam terjadi patah tunggal yang disertai *fiber*