

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Spesimen *Multipurpose*

Proses pembuatan spesimen *multipurpose* sudah memenuhi standar ISO 527-2 yang di produksi menggunakan mesin *injection molding*. Hasil spesimen dengan variasi treatmen kering, udara terbuka, uap, dan rebus pada Gambar 4.1 serta sudah disesuaikan dengan beberapa parameter yang digunakan pada saat produksi.



Gambar 4.1 *Spesimen multipurpose*

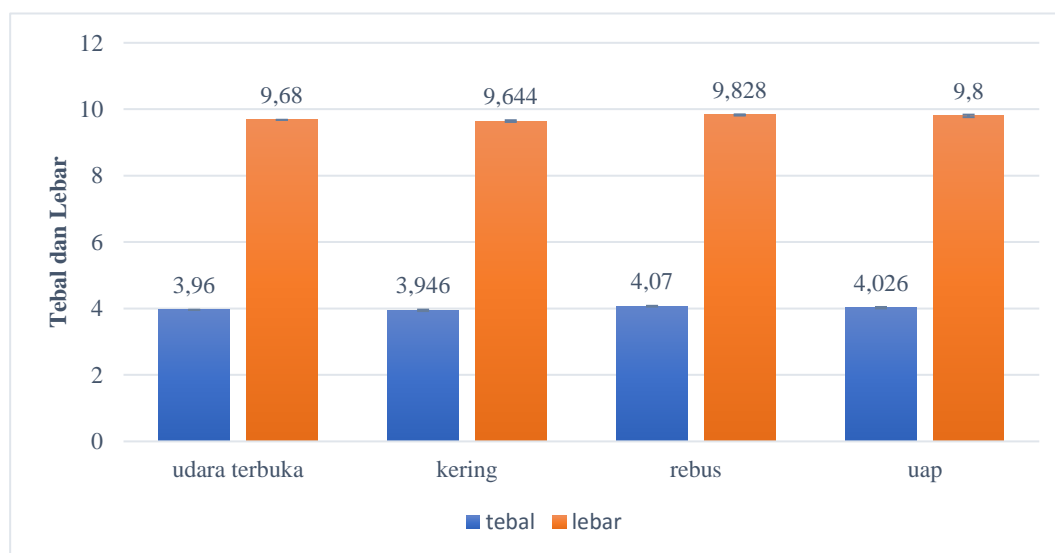
Keterangan :

- Produk : Spesimen *multipurpose poliamide 6*
- Mesin : *injection molding machine 70 MEIKI*
- Proses ineksi : 39,70 detik
- Massa : 88,6 gram
- Panjang : 150 gram
- Lebar : 10 gram
- Tebal : 4 mm

4.2 Hasil Pengukuran Spesimen

Tabel 4.1 Nilai rata – rata hasil pengukuran tiap variasi

No Spesimen	poliamide 6							
	udara terbuka		Kering		Rebus		Uap	
	tebal	Lebar	Tebal	Lebar	tebal	lebar	tebal	Lebar
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
spesimen 1	3,96	9,68	3,97	9,62	4,07	9,82	4,04	9,8
spesimen 2			3,97	9,62	4,08	9,84	4,04	9,76
spesimen 3			3,93	9,64	4,05	9,8	4,03	9,8
spesimen 4			3,93	9,68	4,07	9,84	4,03	9,78
spesimen 5			3,93	9,66	4,08	9,84	3,99	9,86
AVERAGE	3,96	9,68	3,9	9,6	4,07	9,8	4,02	9,8
STD	0	0	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03
MAX			3,97	9,68	4,08	9,84	4,04	9,86
MIN			3,93	9,62	4,05	9,8	3,99	9,76



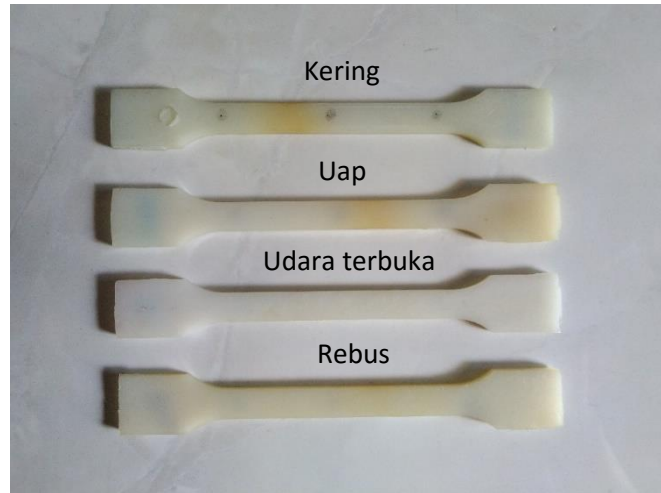
Gambar 4.2 Nilai rata – rata pengukuran spesimen

Tabel 4.1 menjelaskan bahwa dapat ditetapkan toleransi untuk dimensi spesimen *multipurpose* sesuai dengan standar ISO 527-2, untuk nilai tebal 4 mm

$\pm 0,2$ dan lebar $10 \text{ mm} \pm 0,2$. Setelah melakukan pengukuran ketebalan menggunakan jangka sorong pada 5 spesimen rebus, uap, kering, dan 1 buat udara terbuka. Maka dapat disimpulkan nilai ketebalan minimum pada spesimen dengan variasi udara terbuka yaitu 3,96, spesimen variasi kering 3,93, spesimen variasi rebus 4,05, dan spesimen variasi uap 3,99. Sedangkan untuk nilai ketebalan maksimum variasi udara terbuka yaitu 3,96, spesimen variasi kering 3,97, spesimen variasi rebus 4,08, dan pada spesimen uap 4,04.

Setelah melakukan pengukuran lebar dengan jangka sorong pada 5 sampel spesimen dengan variasi rebus, uap, kering, dan 1 untuk udara terbuka. Maka dapat disimpulkan nilai lebar minimum pada spesimen dengan variasi udara terbuka yaitu 9,68, pada spesimen variasi kering 9,62, pada spesimen variasi rebus 9,8, dan pada spesimen variasi uap yaitu 9,76. Sedangkan untuk nilai lebar maksimum pada spesimen variasi udara terbuka yaitu 9,68, pada spesimen variasi kering 9,68 pada spesimen variasi rebus 9,84, dan pada variasi uap yaitu 9,86.

4.3 Hasil Spesimen Setelah *Treatment*



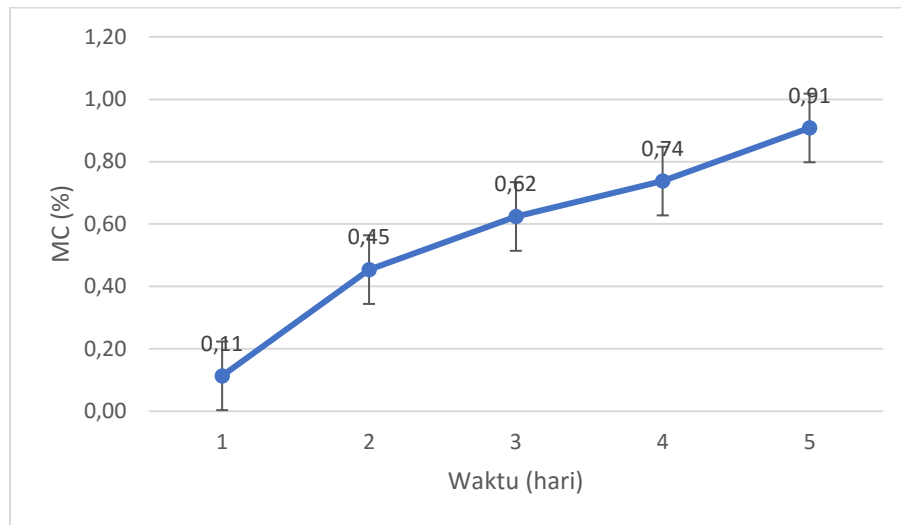
Gambar 4.3 Spesimen *multipurpose* setelah di-*treatment*

4.3.1 Hasil peningkatan kelembaban setelah di *treatment* udara terbuka

Tabel 4.2 Nilai peningkatan kelembababan variasi udara terbuka

No.	<i>poliamide 6</i>						
	berat (gram)						
	awal	kering	1 (Jam)	2 (jam)	3 (jam)	4 (jam)	5 (jam)
1	8,9	8,73	8,74	8,78	8,79	8,8	8,81
2	8,95	8,89	8,9	8,92	8,94	8,95	8,97
Rata-rata	8,93	8,81	8,82	8,85	8,87	8,88	8,89
STDEV	0,04	0,11	0,11	0,1	0,11	0,11	0,11
MC (%)			0,11	0,45	0,62	0,74	0,91

Berdasarkan tabel 4.2 dapat disimpulkan bahwa pengondisian sepesimen pada udara terbuka selama 5 hari spesimen dapat menyerap kelembaban 0,91 %. Dapat dilihat peningkatan kelembaban pada gambar 4.4

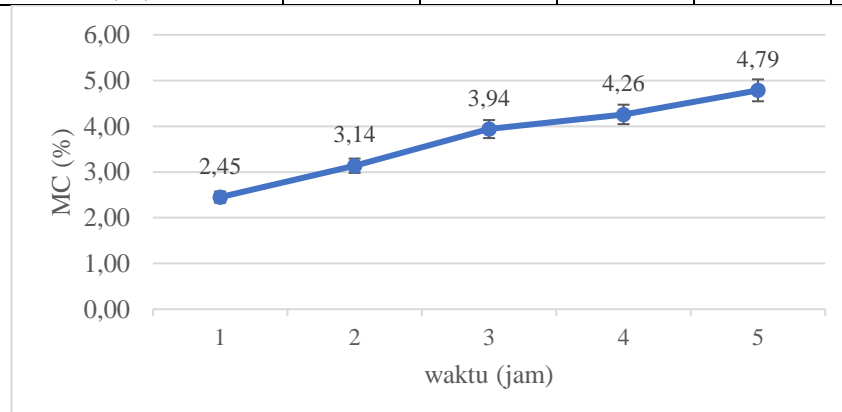


Gambar 4.4 Peningkatan kelembaban variasi udara terbuka

4.3.2 Hasil peningkatan kelembaban setelah di *treatment* rebus

Tabel 4.3 Nilai peningkatan kelembababan

No	<i>Poliamide 6</i>						
	berat (gram)						
	awal	Kering	1 (jam)	2 (jam)	3 (jam)	4 (jam)	5 (jam)
1	8,92	8,72	8,95	9,02	9,1	9,11	9,16
2	8,95	8,74	8,96	9,01	9,08	9,11	9,12
3	8,93	8,7	8,89	8,95	9,01	9,05	9,1
4	8,97	8,75	8,96	9,02	9,1	9,12	9,18
5	8,96	8,76	8,98	9,04	9,1	9,14	9,2
Rata rata	8,95	8,73	8,95	9,01	9,08	9,11	9,15
STD	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04
MC (%)			2,45	3,14	3,94	4,26	4,79



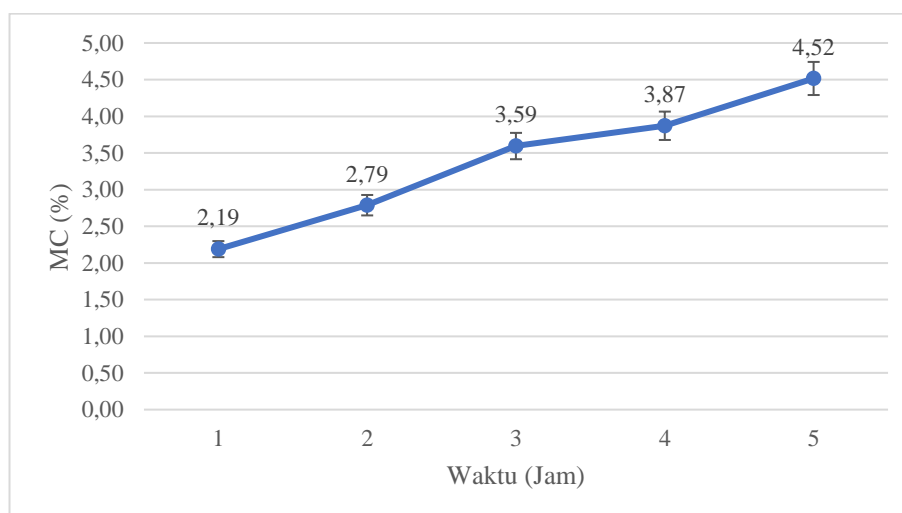
Gambar 4.5 Peningkatan kelembaban variasi rebus

Berdasarkan tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa pengondisian spesimen pada perebusan didalam air bersuhu 94°C - 97°C selama 5 jam ke 5 spesimen dapat menyerap kelembaban sebesar 4,79 % kadar kelembaban. Dapat dilihat peningkatan kelembaban pada Gambar 4.5. Pada penelitian sebelumnya oleh Kagan. V.A (2004) menunjukkan penambahan kelembaban pada *poliamide 6* dengan metode perebusan dengan suhu 100°C selama 10 jam dapat meningkatkan kelembaban sebesar 9% dalam waktu 11 jam, dan pada udara terbuka sebesar 2% selama 1200 jam.

4.3.3 Hasil peningkatan kelembaban setelah di *treatment* uap

Tabel 4.4 Nilai peningkatan kelembababan

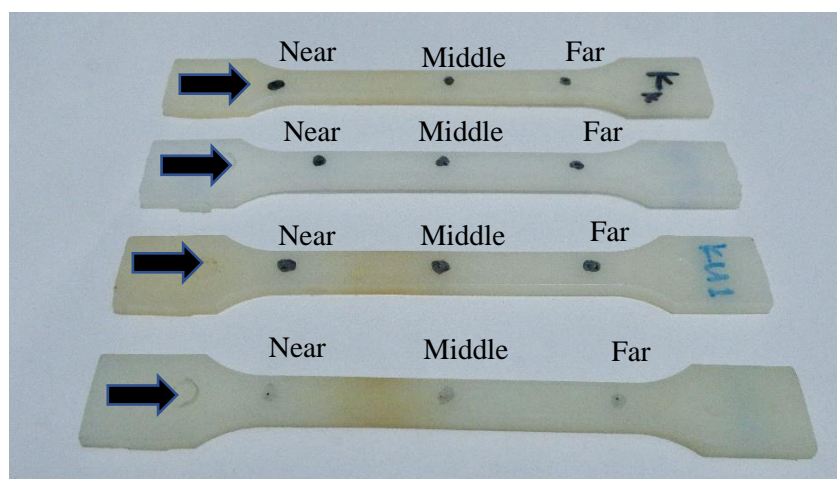
No	<i>Polimide 6</i>						
	berat (gram)						
	awal	kering	1 (jam)	2 (jam)	3 (jam)	4 (jam)	5 (jam)
1	8,96	8,75	8,96	9	9,09	9,1	9,16
2	8,9	8,69	8,86	8,92	8,97	9	9,06
3	8,95	8,73	8,9	8,96	9,03	9,06	9,11
4	8,71	8,53	8,74	8,79	8,86	8,89	8,94
5	8,91	8,7	8,89	8,94	9,01	9,03	9,09
Rata rata	8,89	8,68	8,87	8,92	8,99	9,02	9,07
STD	0,1	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08
MC (%)			2,19	2,79	3,59	3,87	4,52



Gambar 4.6 Peningkatan kelembaban variasi uap

Berdasarkan tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa pengondisian sepesimen dengan penguapan selama 5 jam ke 5 spesimen dapat menyerap kelembaban dengan sebesar 4,52 % kadar kelembaban. Dapat dilihat peningkatan kelembaban pada gambar 4.6

4.1 Hasil Pengujian Kekerasan

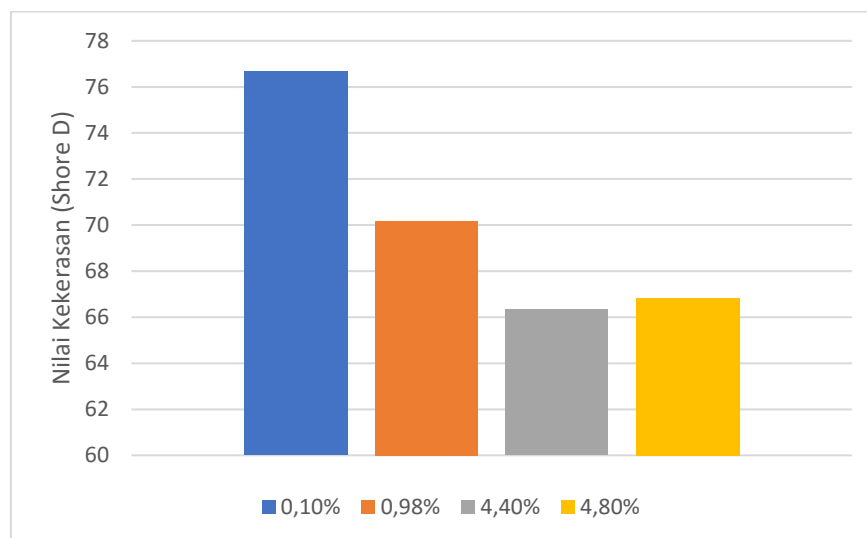


Gambar 4.7 Hasil uji kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan *polyamide 6* dengan sepesimen 4 variasi yaitu kering, rebus, uap, dan udara terbuka. Dari pengujian kekerasan ini diambil 3 titik yaitu pada *near gate*, *middle*, *far gate* bervariasi dan diambil nilai rata – rata seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8

Tabel 4.5 Nilai kekerasan

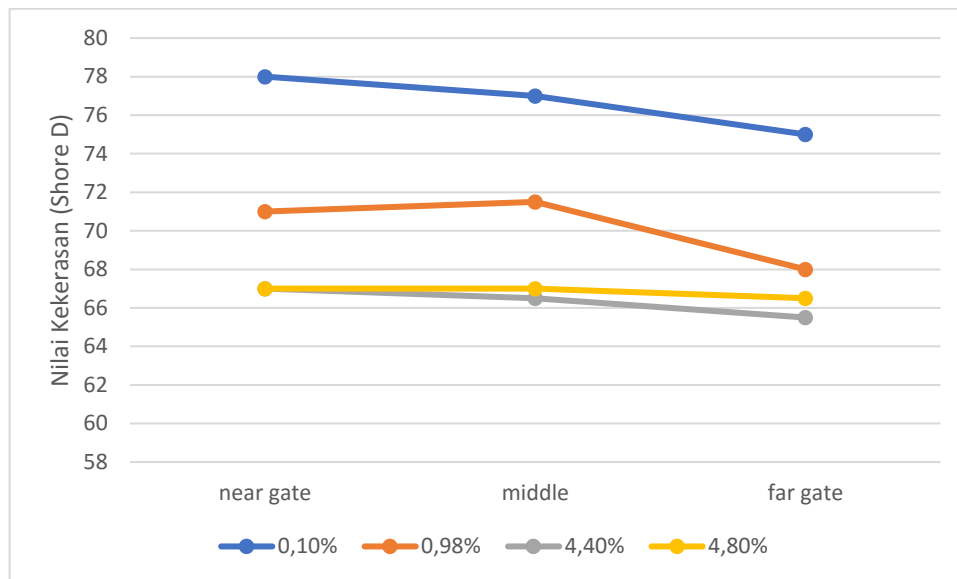
<i>poliamide 6</i>				
	0,10%	0,98%	4,40%	4,80%
near gate	78	71	67	67
middle	77	71,5	66,5	67
far gate	75	68	65,5	66,5
average	76,67	70,17	66,33	66,83
STD	1,528	1,893	0,764	0,289



Gambar 4.8 Nilai rata – rata kekerasan

Pada gambar 4.8 menjelaskan hasil kekerasan dari spesimen *polyamide 6* dengan variasi uap, rebus, udara terbuka dan kering dapat dianalisa bahwa semakin tinggi kadar kelembaban maka semakin turun nilai kekerasannya, dan semakin sedikit kadar kelembaban akan semakin keras, ini ditunjukkan dengan nilai kekerasan pada spesimen variasi kering dengan nilai kekerasan paling tinggi yaitu 76,67 *Shore D*, dan udara terbuka sebesar 70,17 *Shore D*. Sedangkan dengan spesimen variasi uap dan rebus nilai kekerasan menurun dengan nilai 66,33 *Shore D* untuk uap, dan 66,83 *Shore D* untuk rebus karena banyak kadar air yang terserap yang dapat menurunkan nilai kekerasan.

4.4 Grafik Kekerasan Variasi kering, uap, rebus, dan udara terbuka



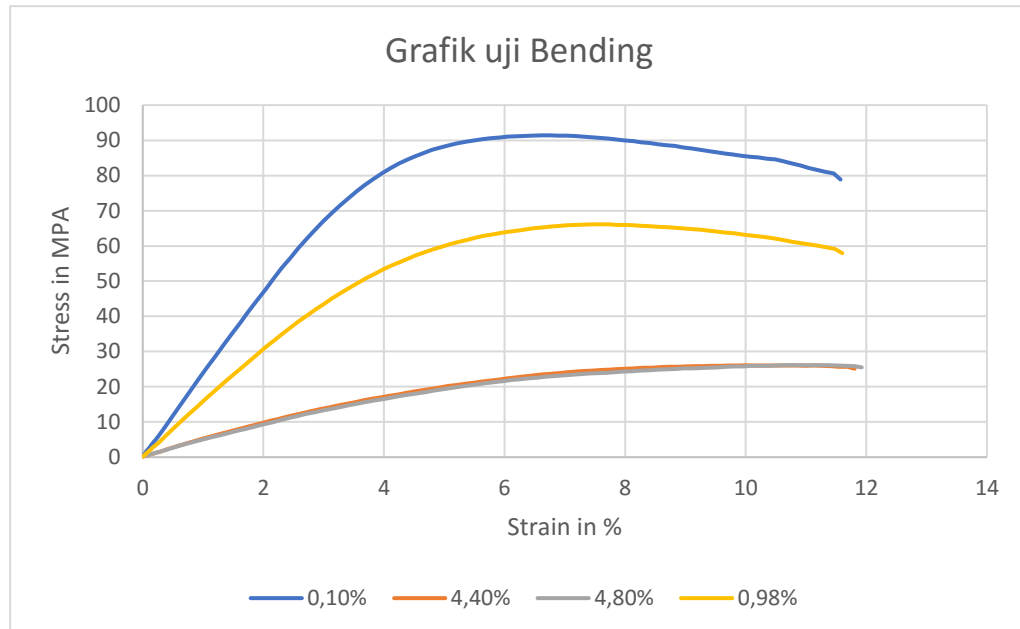
Gambar 4.9 Nilai kekerasan variasi kering, uap, rebus, udara terbuka

Gambar 4.9 dapat menjelaskan bahwa nilai kekerasan pada titik *near gate*, *middle*, dan *far gate* berbeda – beda. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada titik *near gate* pada variasi kering yaitu sebesar 78 *Shore D*, 71 *Shore D* pada variasi udara terbuka, 66,5 *Shore D* pada variasi rebus, dan terendah pada variasi uap sebesar 65,5 *Shore D*.

K.R Rajeesh, dkk. (2009) dalam penelitiannya peningkatan kelembaban dapat mengurangi sifat kekerasan dan modulus. Semakin banyak mengandung kadar air maka semakin menurun juga nilai kekerasannya karena adanya peningkatan mobilitas makromolekul yang berlebihan.

4.5 Hasil Pengujian Bending dan Pembahasan

4.5.1 Grafik uji *bending poliamide 6*



Gambar 4.10 Hubungan tegangan dan regangan *bending PA6* dengan variasi kadar air

Gambar 4.10 menjelaskan bahwa dari 4 variasi kelembaban variasi kering adalah yang paling besar tegangannya yaitu sebesar 91,4 MPa, variasi udara terbuka pada posisi kedua yaitu sebesar 66,1 MPa, dan pada variasi uap dan rebus tegangannya hampir sama yaitu 26,2 MPa untuk variasi rebus dan 26,1 untuk variasi uap.

Untuk regangannya dapat dijelaskan bahwa dari 4 spesimen paling tinggi regangannya adalah variasi rebus sebesar 11%, uap 10%, udara terbuka 7,7% dan paling rendah pada variasi kering sebesar 6,8%. Semakin sedikit kadar air yang terkandung dalam spesimen akan membentuk grafik yang agak tegak keatas karena mempunyai tegangan yang tinggi, dan semakin banyak mengandung kadar air maka grafiknya cenderung datar dikarenakan tegangannya kecil namun regangannya besar.

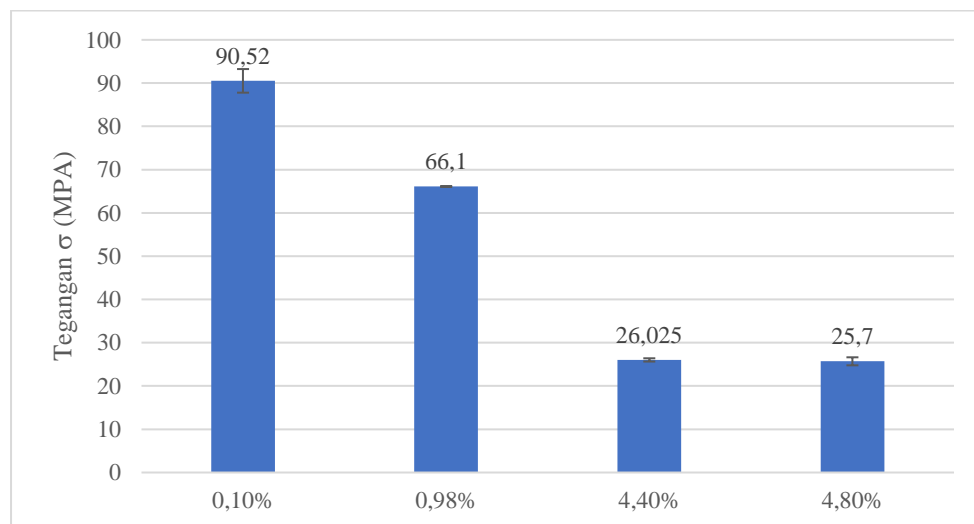
K.R. Rajesh, dkk (2010) menjelaskan bahwa penyerapan air mengurangi modulus dan meningkatkan keuletan pada *poliamide 6*. Keberadaan kadar air dapat meningkatkan kristalinitas, kekuatan luluh, dan modulus yang berkurang karena efek plastisasi yang melebihi kontribusi kristalinitas.

4.5.2 Tegangan *bending*

Tabel 4.6 Nilai Tegangan *bending* PA6 dengan variasi kadar air

No.	poliamide 6			
	0,10%	0,98%	4,40%	4,80%
spesimen 1	88,5	66,1	25,9	26,2
spesimen 2	89,4		26,5	26,3
spesimen 3	91,4		26,1	26,5
spesimen 4	88,4		#	25,2
spesimen 5	94,9		25,6	24,3
AVERAGE	90,52	66,1	26,025	25,7
STDEV	2,73	0	0,38	0,93
MAX	94,9	66,1	26,5	26,5
MIN	88,4	66,1	25,6	24,3

: Dihentikan sebelum mencapai max



Gambar 4.11 Grafik tegangan *bending* PA6 dengan variasi kadar air

Gambar 4.11 dapat menjelaskan hasil pengujian *bending* pada spesimen dengan 4 variasi kelembaban dapat dianalisa bahwa semakin banyak mengandung kelembaban maka tegangan *bending* semakin menurun. Nilai terendah yaitu pada variasi rebus sebesar 25,7 MPA dan tertinggi pada variasi kering sebesar 90,52 MPA. Pada penelitian sebelumnya oleh Kagan. V.A (2004) menyebutkan variasi dengan nilai kelembaban 1% mempunyai nilai tegangan 80 MPA dan pada kadar kelembaban 9% hanya mempunyai nilai tegangan 15 MPA. Menurut Gutiérrez

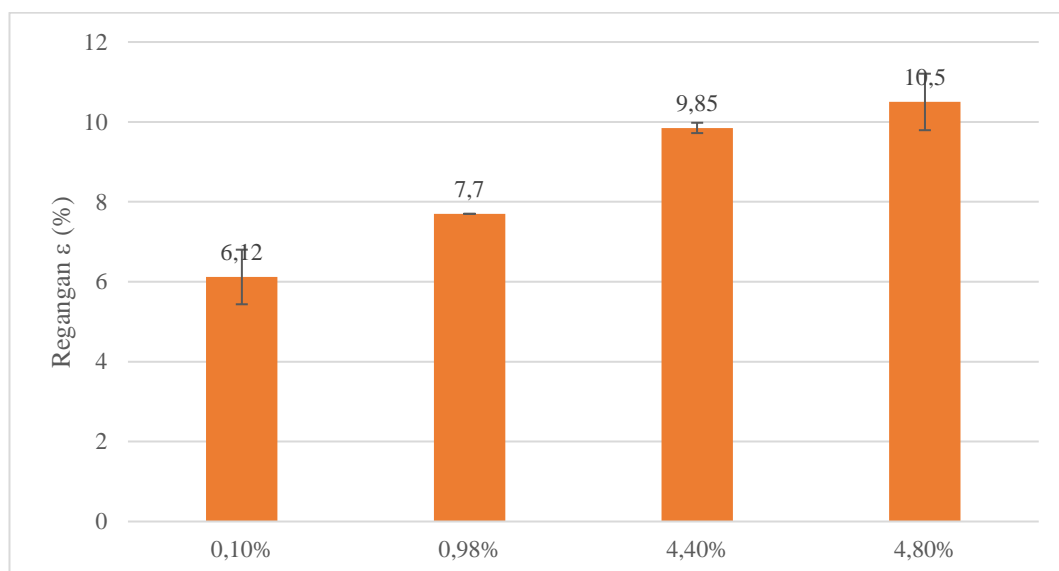
(2019) semakin tinggi nilai *moisture content* dalam *polyamide 6* yang diperkuat serat gelas akan menyebabkan semakin rendah nilai tegangannya.

4.5.3 Nilai regangan

Tabel 4.7 Nilai Regangan PA6 dengan variasi kadar air

No.	poliamide 6			
	0,10%	0,98%	4,40%	4,80%
spesimen 1	6,7	7,7	9,8	11
spesimen 2	6		9,9	11
spesimen 3	6,8		10	11
spesimen 4	5,1		#	10
spesimen 5	6		9,7	9,5
AVERAGE	6,12	7,7	9,85	10,5
STDEV	0,68	0	0,13	0,71
MAX	6,8	7,7	10	11
MIN	5,1	7,7	9,7	9,5

: Dihentikan sebelum mencapai max



Gambar 4.12 Regangan *bending* PA6 dengan variasi kadar air

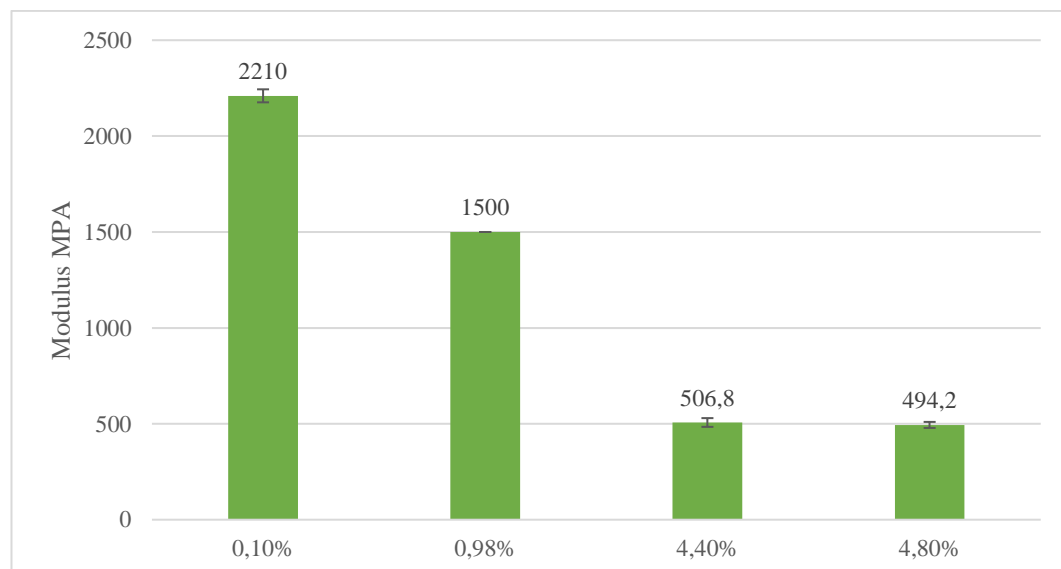
Gambar 4.12 dapat menjelaskan hasil pengujian *bending* pada spesimen dengan 4 variasi kelembaban dapat dianalisa bahwa semakin banyak mengandung

kelembaban maka nilai regangannya semakin tinggi dan semakin sedikit kadar kelembaban maka semakin kecil regangannya. Nilai tertinggi terdapat pada variasi rebus sebesar 10,5% dan terkecil pada variasi kering sebesar 6,12%.

4.5.4 Nilai modulus elastisitas

Tabel 4.8 Modulus elastisitas regangan di bending di tegangan maksimal PA6 dengan variasi kadar air

No.	Poliamida 6			
	0,10%	0,98%	4,40%	4,80%
Spesimen 1	2220	1500	531	480
Spesimen 2	2260		530	515
Spesimen 3	2170		489	477
Spesimen 4	2210		502	501
Spesimen 5	2190		482	498
AVERAGE	2210	1500	506,8	494,2
STDEV	33,91	0	22,80	15,74
MAX	2260	1500	531	515
MIN	2170	1500	482	477

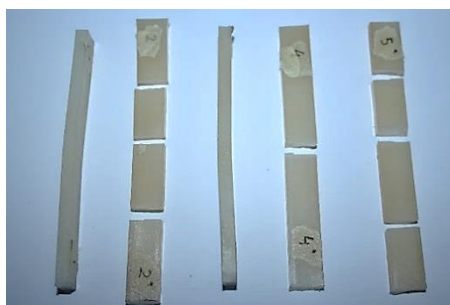


Gambar 4.13 Grafik modulus elastisitas PA6 dengan variasi kadar air

Gambar 4.13 dapat menjelaskan hasil dari pengujian *bending* pada spesimen dengan 4 variasi kelembaban dapat disimpulkan nilai modulus elastisitas yang paling tinggi terdapat di variasi kering sebesar 2210 MPA dan terendah pada variasi rebus sebesar 494,2 MPA. Dapat dianalisa bahwa semakin tinggi nilai kelembaban

makan semakin tinggi juga nilai modulus elastisitasnya. Kagan. V.A (2004) dalam penelitiannya dengan kandungan nilai kelembaban sebesar 9% dapat nilai modulus sebesar 1700 MPA.

4.6.1 Gambar hasil pengujian *bending*



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.14 Hasil Pengujian Bending. (a) Variasi 0,1%. (b) Variasi 0,98%. (c) Variasi 4,4%. (d) Variasi 4,80%

Gambar 4.14 pada pengujian bending variasi kering 0,1% atau dapat dilihat pada gambar (a) mengalami patah pada ke tiga spesimen karena spesimen kering bersifat getas. Pada spesimen nomer 1 dan 3 tidak mengalami patah karena terjadi penambahan kelembaban karena wadah penyimpan specimen kurang kedap. Pada variasi rebus 4,80% (b) dan 4,4% (c) memiliki sifat yang sangat ulet karna tidak mengalami patah pada waktu diuji lentur karena adanya kandungan kelembaban yang membuat specimen uji menjadi ulet. Dan pada variasi udara terbuka ketika uji *bending* juga bersifat ulet namun tidak mengalami defleksi yang begitu terlihat.