

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Dan Analisa

Dalam bidang keteknikan, hasil pengujian merupakan hasil dari beberapa percobaan atau pengujian untuk memberikan validasi atau verifikasi kinerja, kualitas atau kesesuaian suatu produk atau sistem yang dibuat. Hasil pengujian dalam bidang keteknikan memiliki bentuk berupa data numerik yang mewakilkan kualitas atau kesesuaian dari produk atau sistem (Callister Jr & Rethwisch, 2018).

Analisa merupakan upaya untuk mencari dan menata data dari hasil penelitian (Rijali, 2019). Sebab dari itu, hasil pengujian bukan merupakan hasil akhir yang dapat mengeluarkan sebuah kesimpulan. Perlu adanya pengolahan data dan analisa lanjutan dengan merujuk pada rumus-rumus perhitungan data.

Hasil pengujian pada penelitian ini memiliki fokus terhadap kualitas mekanis dari produk berupa kemasan makanan berbahan dasar serat jerami yang telah diberikan perlakuan permukaan berupa pelapisan (*Coating*) dengan bahan pelapis merupakan larutan getah damar (*Gondorukem*) menggunakan pelarut etanol (Alkohol 96%).

Kembali ke pembahasan di BAB sebelumnya, terdapat 3 pengujian yang dilakukan untuk memberikan validasi kualitas dari spesimen. Jenis-jenis pengujian tersebut antara lain uji tarik, eksperimen sudut kontak permukaan dan perhitungan massa jenis material. Serta untuk perhitungan dasar yang digunakan dalam analisa data adalah sebagai berikut:

1. Nilai Rata-rata (\bar{X})

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

2. Simpangan Baku/Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Dengan keterangan-keterangan simbol sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Keterangan Simbol

No.	Simbol	Keterangan
1	S	Simpangan baku
2	x_i	Jumlah seluruh nilai
3	n	Banyaknya nilai
4	\bar{x}	Nilai rata-rata

4.1.1 Uji Densitas

Dalam melakukan uji densitas, volume yang digunakan dalam perhitungan merupakan volume dari spesimen yang mengarah pada dimensi ASTM D638 tipe IV, dimana volume ditetapkan memiliki nilai sebesar 4,672 cm³. Sehingga dalam pengujian ini hanya diperlukan pengukuran massa dari spesimen, dengan hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Nilai Hasil Pengukuran Massa Spesimen

Massa						
Spesimen	Volume (cm ³)	Massa (gr)			Rata-rata	stdev
		I	II	III		
S0	4.672	3.121	2.755	2.793	2.890	0.16431
S1		3.436	3.438	3.781	3.552	0.16217
S2		3.078	3.447	3.105	3.210	0.16795
S3		3.037	3.095	3.126	3.086	0.03689

Untuk mendapatkan nilai massa jenis material maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Massa Jenis (ρ)

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Tabel 4. 3 Keterangan Simbol

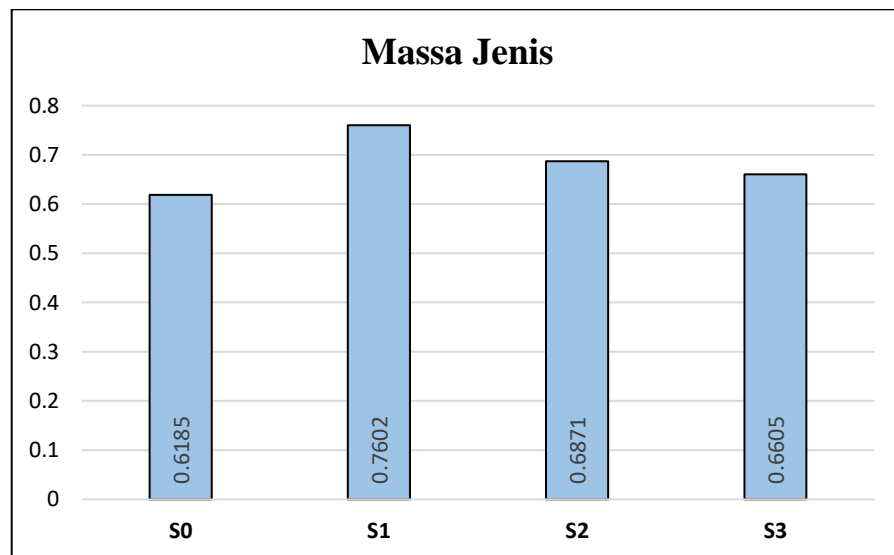
No.	Simbol	Keterangan	Satuan
1	ρ	Massa Jenis	gr/cm ³
2	m	Massa	gr
3	v	Volume	cm ³

Sehingga diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Massa Jenis Spesimen

Spesimen	Massa Jenis			Rata-rata	stdev
	Massa Jenis (gr/cm ³)				
	I	II	III		
S0	0.668	0.589	0.597	0.618	0.03517
S1	0.735	0.735	0.809	0.760	0.03471
S2	0.658	0.737	0.664	0.687	0.03595
S3	0.650	0.662	0.669	0.660	0.0079

Dengan pengolahan hasil nilai massa jenis, maka diperoleh grafik nilai massa jenis sebagai berikut:



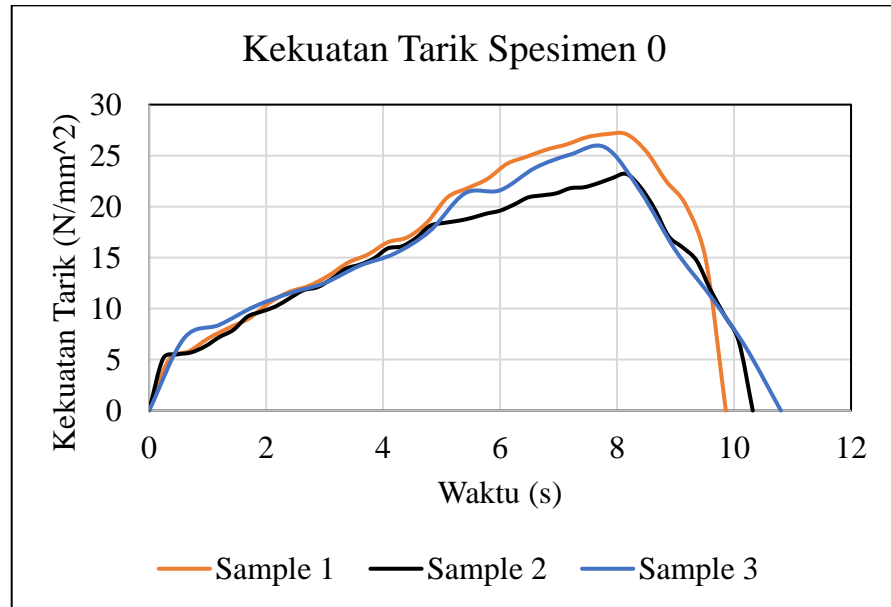
Gambar 4. 1 Grafik nilai rata-rata Massa Jenis Material

Sehingga jika melihat dari grafik yang dihasilkan, maka nilai terbesar untuk massa jenis material terdapat pada **S1** dengan nilai sebesar 0,7602 gr/cm³.

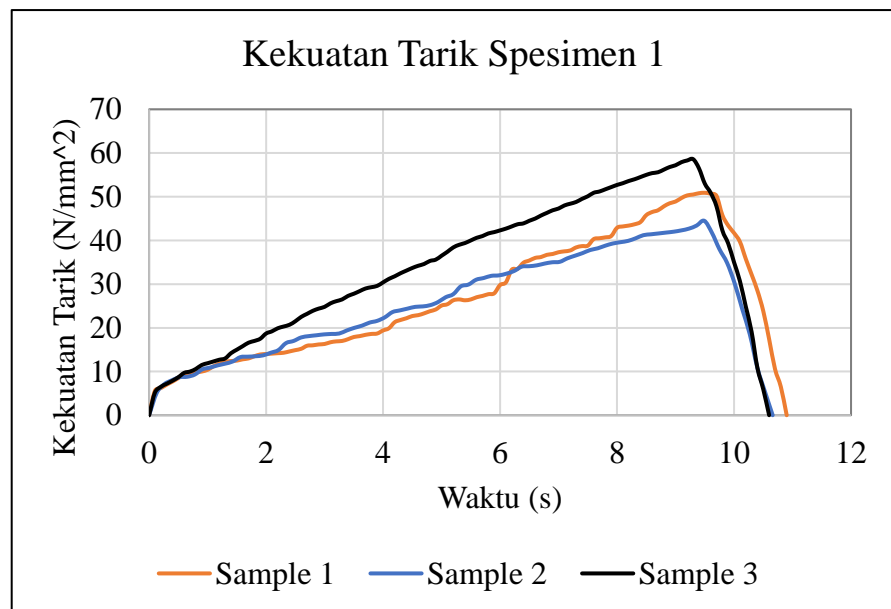
4.1.2 Uji Tarik

Diperoleh beberapa data hasil pengujian dari spesimen 0 atau disingkat menjadi **S0** yang merupakan material dasar yang tidak dilakukan perlakuan permukaan, spesimen 1 atau disingkat menjadi **S1** dengan perlakuan permukaan berupa *coating* larutan konsentrasi 60% *gondorukem*, spesimen 2 atau disingkat menjadi **S2** dengan perlakuan permukaan berupa *coating* konsentrasi 40% *gondorukem*,

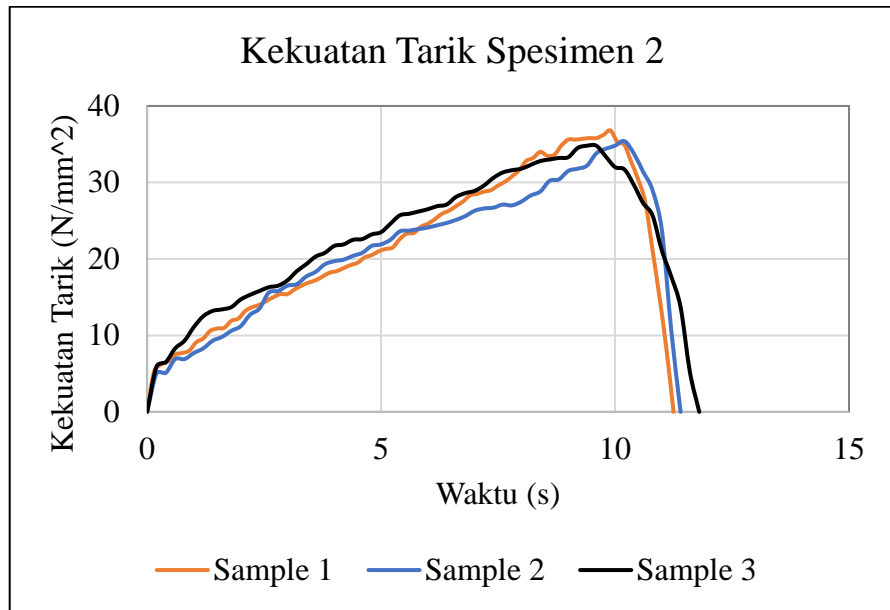
dan spesimen 3 atau disingkat sebagai **S3** dengan perlakuan permukaan berupa *coating* konsentrasi 20% *gondorukem*. Berikut data dalam bentuk grafik kekuatan tarik yang diperoleh:



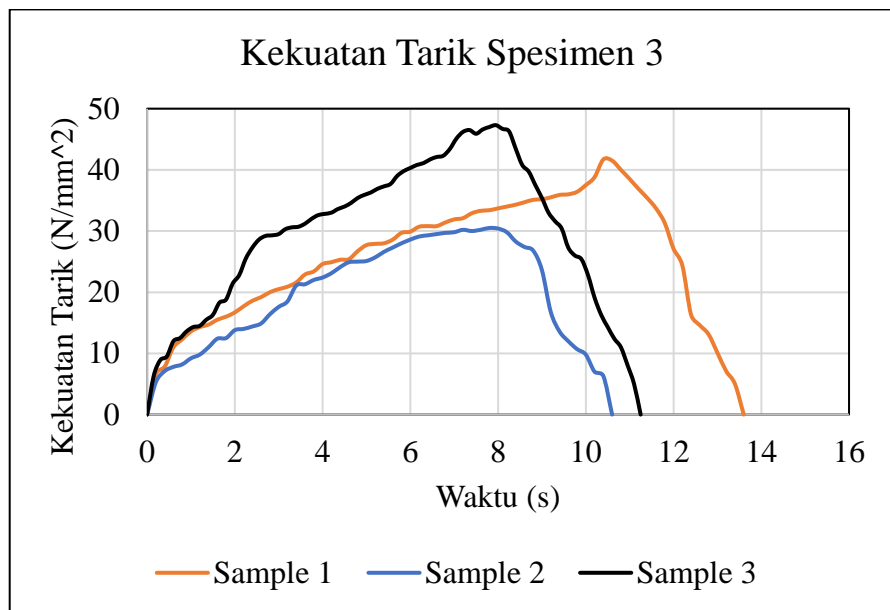
Gambar 4. 2 Hasil Uji Tarik Spesimen 0



Gambar 4. 3 Hasil Uji Tarik Spesimen 1



Gambar 4. 4 Hasil Uji Tarik Spesimen 2



Gambar 4. 5 Hasil Uji Tarik Spesimen 3

Dari grafik data uji tarik yang diperoleh, dilakukan pengolahan data numerik sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Data Hasil Uji Tarik

Hasil Uji Tarik			
Spesimen	Percobaan ke-	Kekuatan Tarik (σ)	ΔL (mm)
S0	1	27.1	2.02
	2	23.2	2.12
	3	25.8	2.16
Rata-rata		25.367	2.100
stdev		1.621	0.059
S1	1	50.9	3.87
	2	44.5	3.34
	3	58.6	4.27
Rata-rata		51.333	3.827
stdev		5.764	0.381
S2	1	41.7	3.08
	2	30.5	2.58
	3	47.3	2.41
Rata-rata		39.833	2.690
stdev		6.984	0.284
S3	1	36.8	2.88
	2	35.4	2.58
	3	34.8	2.12
Rata-rata		35.667	2.527
stdev		0.838	0.313

Nilai kekuatan tarik dan jumlah perpanjangan material dalam uji tarik merupakan sebuah nilai awal, kedua nilai tersebut dapat dilakukan perhitungan lebih lanjut untuk memperoleh nilai regangan dan modulus elastisitas, dengan merujuk pada rumus-rumus berikut:

1. Regangan (ϵ)

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

2. Modulus Elastisitas (E)

$$E = \frac{\sigma_u}{\epsilon}$$

Tabel 4. 6 Keterangan Simbol

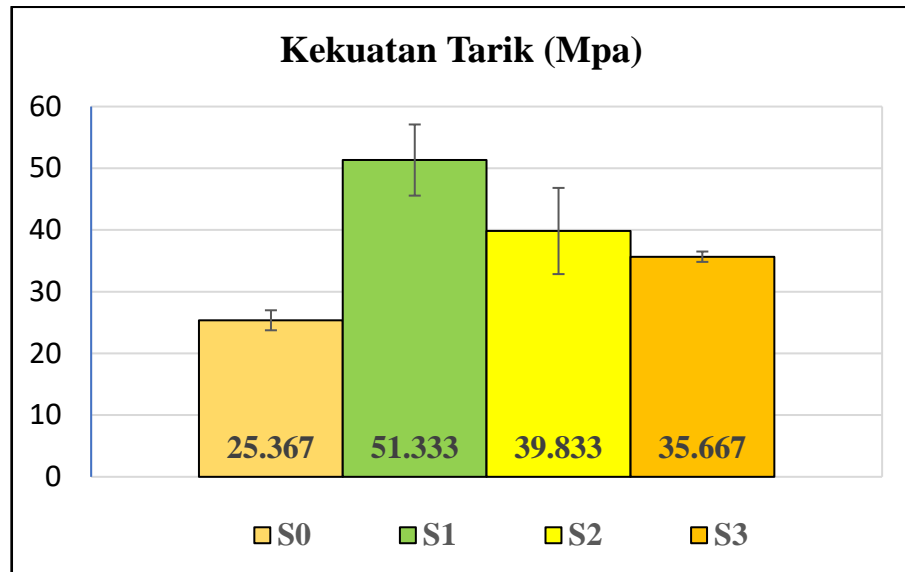
No.	Simbol	Keterangan	Satuan
1	σ_u	Tegangan Maksimal	Mpa
3	ε	Regangan	%
4	Δl	Pertambahan panjang	mm
5	l_0	Panjang awal	mm
6	E	Modulus elastisitas	N/m ²

Sehingga diperoleh nilai-nilai regangan dan modulus elastisitas yang ditampilkan dalam bentuk tabel berikut:

Tabel 4. 7 Perhitungan Lanjutan Hasil Uji Tarik

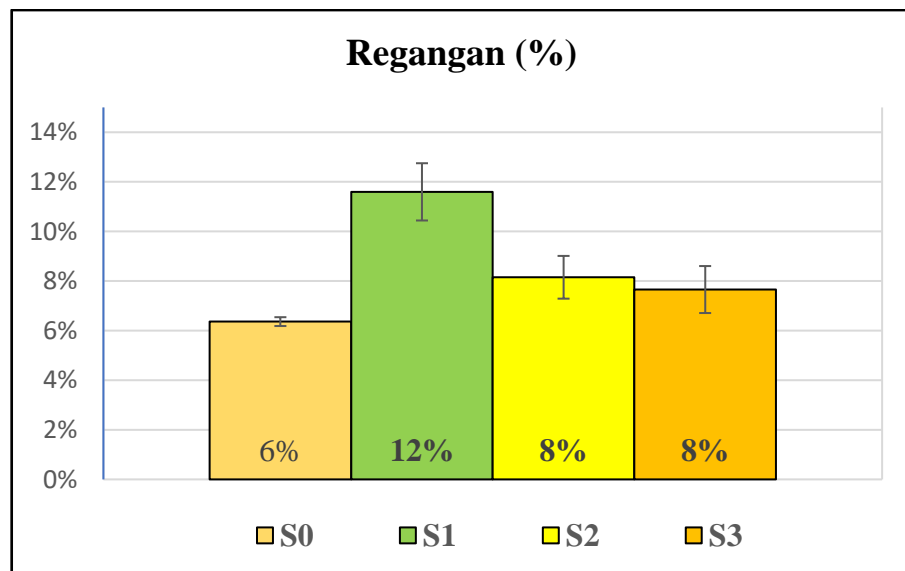
Perhitungan Regangan dan Modulus Elastisitas			
Spesimen	Percobaan ke-	Regangan	Modulus Elastisitas
S0	1	0.0612	442.723
	2	0.0642	361.132
	3	0.0655	394.167
Rata-rata		0.0636	399.341
stdev		0.0018	33.510
S1	1	0.1173	434.031
	2	0.1012	439.671
	3	0.1294	452.881
Rata-rata		0.1160	442.194
stdev		0.0115	7.899
S2	1	0.0933	446.786
	2	0.0782	390.116
	3	0.0730	647.676
Rata-rata		0.0815	494.859
stdev		0.0086	110.507
S3	1	0.0873	421.667
	2	0.0782	452.791
	3	0.0642	541.698
Rata-rata		0.0766	472.052
stdev		0.0095	50.860

Yang kemudian dilakukan analisa lebih lanjut dengan menggunakan grafik sebagai bentuk penyajian data, dengan grafik sebagai berikut:



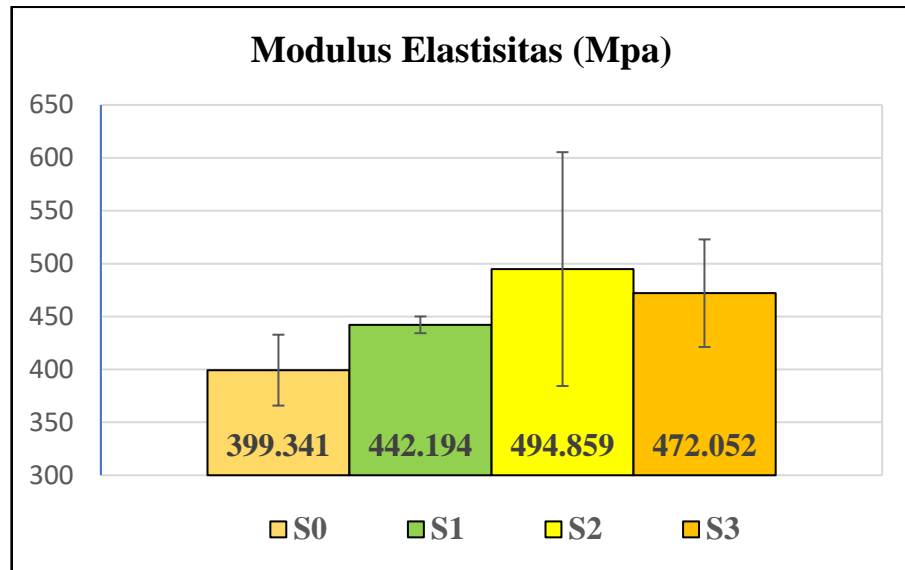
Gambar 4. 6 Grafik Nilai Kekuatan tarik Material

Dengan nilai grafik hasil rata-rata kekuatan tarik tertinggi dihasilkan oleh **S1** dengan nilai 51,333 Mpa. Kemudian untuk nilai regangan yang telah diperoleh, dilakukan penampilan data secara grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 7 Grafik Nilai Regangan Material

Dari grafik tersebut, dapat disimpulkan bahwa nilai tertinggi dari regangan juga diperoleh pada **S1** dengan nilai 12%. Dan untuk nilai modulus elastisitas diperoleh data dalam bentuk grafik berikut:



Gambar 4. 8 Grafik Nilai Modulus Elastisitas Material

Untuk nilai modulus elastisitas, nilai tertinggi didapatkan pada **S2** dengan nilai sebesar 494,859 Mpa

4.1.3 Eksperimen Sudut Kontak

Bio-Foam merupakan salah satu alternatif material yang dapat digunakan sebagai kemasan makanan yang identik dengan nilai resistansi air yang kecil, sehingga masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk dapat menjadi material alternatif kemasan makanan. Oleh karena itu, bentuk perlakuan permukaan berupa coating merupakan salah satu upaya peningkatan kualitas material *bio-foam* ini, dan untuk mengetahui kinerja dari *coating* dalam meningkatkan resistansi air material *bio-foam* ini dirasa perlu dilakukan pengujian dengan melakukan eksperimen sudut kontak permukaan.

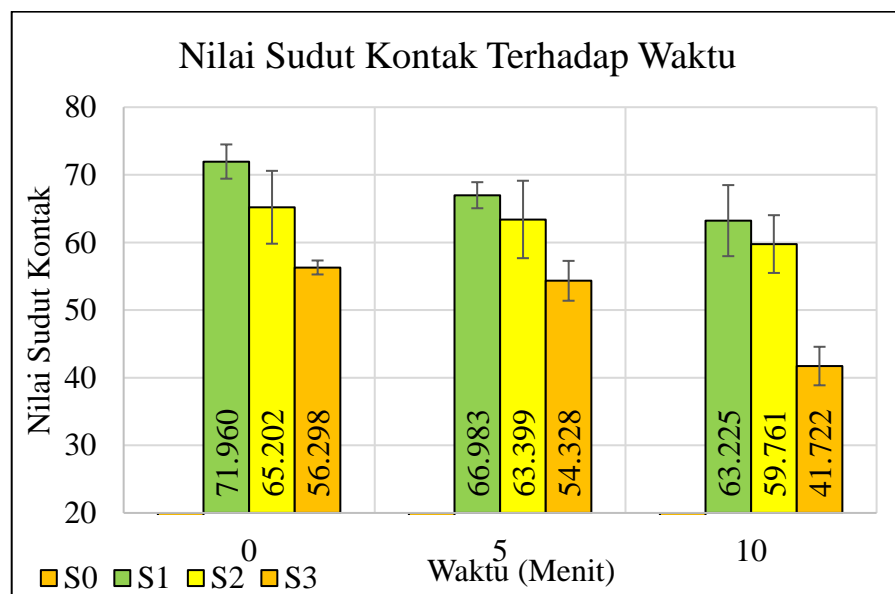
Eksperimen ini dilakukan untuk 3 variabel *coating* dan 3 variabel waktu sebagai batasan pengujiannya. Variabel *coating* dengan **S1** dengan *coating* larutan 60% konsentrasi *gondorukem*, **S2** dengan *coating* larutan 40% konsentrasi *gondorukem*, dan **S3** dengan *coating* larutan 20% konsentrasi *gondorukem*. Dan dengan variabel waktu dilakukan terhadap semua spesimen yaitu **menit ke-0**, **menit ke-5** dan **menit ke-10** dihitung dari sejak tetesan pertama mengalami kontak

dengan permukaan. Pengujian ini juga dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali untuk setiap variabel dalam meminimalisir kesalahan perhitungan dan untuk mengetahui standar deviasi pada hasil pengujian. Berikut nilai pengujian yang didapatkan:

Tabel 4. 8 Pengolahan Data Hasil Eksperimen Sudut Kontak Permukaan

Sudut Kontak Permukaan (Pelapis)						
Spesimen	Waktu (min)	Percobaan Ke-			Rata-rata	stdev
		I	II	III		
S0	0	0	0	0	0.000	0.000
	5	0	0	0	0.000	0.000
	10	0	0	0	0.000	0.000
S1	0	68.384	73.917	73.578	71.960	2.532
	5	68.646	64.283	68.021	66.983	1.926
	10	68.447	65.192	56.035	63.225	5.255
S2	0	69.095	68.925	57.585	65.202	5.386
	5	70.131	63.927	56.138	63.399	5.725
	10	64.603	60.464	54.215	59.761	4.270
S3	0	55.537	57.760	55.596	56.298	1.034
	5	50.370	57.439	55.174	54.328	2.947
	10	39.085	45.678	40.404	41.722	2.848

Dari hasil pengujian dan pengolahan data yang diperoleh, maka dapat dilakukan penyajian data dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 4. 9 Grafik Nilai Sudut Konatk Terhadap Waktu

Dari grafik, diperoleh nilai terbaik dari sudut kontak terhadap waktu pada **S1** dengan nilai di **menit ke-0** sebesar $71,96^\circ$, **menit ke-5** sebesar $66,983^\circ$ dan di **menit ke-10** sebesar $63,225^\circ$. Hal ini dikarenakan pada **S1** mendapatkan *coating* dengan nilai konsentrasi *gondorukem* paling tinggi, dimana *gondorukem* sendiri memiliki karakteristik yang sukar untuk larut dalam air.

4.2 Pembahasan

Analisa ini dilakukan dengan membandingkan efektivitas dari perlakuan permukaan terhadap pengujian yang dilakukan, dengan spesimen 0 sebagai benda kerja yang tidak dilakukan perlakuan apapun untuk menjadi bahan perbandingan dasar, yang kemudian dilakukan perbandingan terhadap spesimen 1, 2 dan 3 dengan memperhatikan nilai efektivitas perlakuan permukaan pada tiap spesimen nya.

Dilihat dari grafik, maka timbul perbedaan massa jenis dari tiap spesimen. Pada **S0** sebagai spesimen yang tidak mendapatkan perlakuan apapun, memiliki massa jenis yang paling rendah dibandingkan dengan spesimen lain yang mendapatkan perlakuan permukaan berupa *coating*. Dengan **S1** sebagai spesimen yang mendapatkan *coating* menggunakan larutan konsentrasi paling tinggi mendapatkan nilai massa jenis yang paling tinggi dan **S3** yang mendapatkan *coating* dengan konsentrasi larutan paling rendah menunjukkan nilai massa jenis yang paling rendah dari spesimen lain yang dilakukan *coating*. Hal ini disebabkan karena persentase *coating* mempengaruhi massa dari bahan dasar *coating* dalam hal ini *gondorukem*, dimana konsentrasi paling tinggi memberikan massa tambahan paling tinggi terhadap *bio-foam*. Dan untuk nilai massa jenis dari material, *bio-foam* ini memiliki nilai massa jenis yang juga dipengaruhi oleh konsentrasi dari substansi pelapis, dengan hasil dari **S0** memiliki nilai sebesar $0,618 \text{ gr/cm}^3$, untuk **S1** sebesar $0,76 \text{ gr/cm}^3$, **S2** sebesar $0,687 \text{ gr/cm}^3$ dan **S3** sebesar $0,66 \text{ gr/cm}^3$. Peningkatan nilai massa jenis tersebut dipengaruhi dari massa jenis *gondorukem* itu sendiri yang dimana massa jenis *gondorukem* memiliki nilai 1.06 gr/cm^3 (Khadafi et al., 2016), nilai massa jenis tersebut merupakan nilai

massa jenis yang paling besar setelah penggunaan PVA sebagai komposisi *bio-foam* pada penelitian ini.

Mengacu kembali pada hasil pengolahan data eksperimen sudut kontak permukaan pada tiap spesimen memberikan hasil yang menunjukkan bahwa **S1** memberikan hasil paling efektif dalam resistansi air yang dihitung dalam waktu dari 0 sampai 10 menit dengan nilai rata-rata yang dihasilkan di menit ke-0 sebesar $71,96^\circ$, pada menit ke-5 sebesar $66,983^\circ$ dan pada menit ke-10 sebesar $63,225^\circ$. Ditinjau dari hasil penelitian yang dilakukan, nilai tersebut masih belum melewati nilai sudut kontak yang dihasilkan dari material styrofoam, yaitu 76° (Kolodin & Bulavchenko, 2019). Nilai-nilai tersebut juga masih belum bisa dinyatakan sebagai material dengan permukaan hidrofobik, hal ini dikarenakan nilai sudut kontak yang dihasilkan masih belum mencapai 90° dan masih memiliki nilai yang relatif tidak stabil terhadap waktu (Robertson, 2013).

Pada hasil uji tarik menunjukkan adanya penurunan kekuatan tarik seiring dengan turunnya konsentrasi larutan *gondorukem* sebagai pelapis. Hal ini menjadikan sebuah bukti bahwa terjadinya peningkatan nilai kekuatan tarik seiring dengan meningkatnya konsentrasi *gondorukem* sebagai pelapis. Dengan nilai tertinggi dihasilkan pada **S1** dengan nilai sebesar 51,333 Mpa memnuktikan bahwa material ini secara terbukti memiliki nilai kekuatan tarik yang sangat baik untuk menjadi sebuah kemasan, dimana kemasan *foam* harus memiliki nilai kekuatan tarik minimal sebesar 29,16 Mpa (Berutu et al., 2022).

Hal yang sama terjadi pada nilai regangan material, substansi *gondorukem* mempengaruhi nilai regangan yang dimiliki material. Terjadi penurunan pada nilai regangan material seiring dengan menurunnya konsentrasi larutan *gondorukem* sebagai substansi pelapis, dimana nilai tertinggi dihasilkan oleh **S1** dengan nilai sebesar 12%, yang dimana nilai tersebut dipengaruhi dari konsentrasi *gondorukem* pada material tersebut. Diketahui *gondorukem* memiliki nilai regangan sebesar 1.71% (Kencanawati

et al., 2017) yang dimana hal tersebut mempengaruhi nilai regangan dari material *bio-foam* itu sendiri.

Namun, terjadi perubahan bentuk grafik dari nilai modulus elastisitas dari material. Nilai modulus elastisitas mengalami penurunan dengan seiring meningkatnya nilai konsentrasi larutan *gondorukem*. Dengan nilai tertinggi dihasilkan oleh **S2** sebesar 494,859 Mpa. Peningkatan nilai modulus elastisitas seiring dengan penurunan nilai konsentrasi larutan *gondorukem* dikarenakan material *gondorukem* dalam bentuk padat merupakan material dengan berbentuk mirip dengan kristal yang memiliki karakteristik getas (Kencanawati et al., 2017), dimana merupakan material yang keras namun rapuh atau mudah pecah. Sehingga semakin tinggi konsentrasi larutan *gondorukem* maka semakin kecil nilai modulus elastisitas yang dimiliki material.