

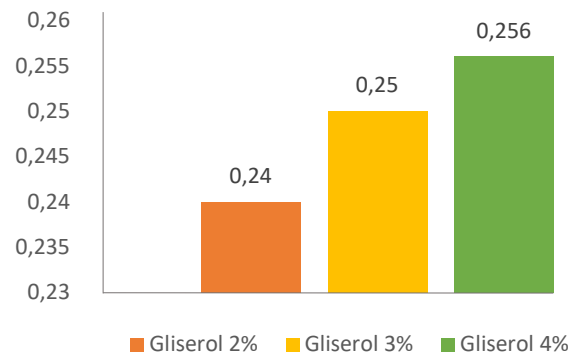
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pembahasan

##### 4.1.1 Ketebalan *Edible film*

*Edible film* yang dihasilkan dari penelitian ini dicetak secara manual di dalam cawan petri. Pencetakan dilakukan secara hati-hati agar bisa menghasilkan *edible film* yang tipis. Hasil pengujian ketebalan *edible film* tersaji ke dalam grafik seperti berikut.



**Gambar 4.1** Grafik Ketebalan *Edible Film*

Ketebalan dari *edible film* merupakan salah satu parameter penting dalam penentuan kelayakan penggunaan *edible film*. Hal ini dikarenakan ketebalan dapat mempengaruhi sifat mekanik dari *edible film*, seperti persen pemanjangan dan kuat tarik. Menurut (Ariska dan Suyatno, 2015) semakin tebal *edible film*, maka semakin baik juga perlindungan yang dapat diberikan *edible film* pada produk pangan, namun permeabilitas dari air akan menjadi semakin besar. Selain itu juga, ketebalan *edible film* dapat mempengaruhi nilai kuat tarik. Semakin tebal *edible film*, maka nilai kuat tarik akan semakin besar, namun persen pemanjangannya akan menurun karena *edible film* menjadi lebih kaku.

Salah satu faktor yang dapat meningkatkan ketebalan *edible film* adalah perbedaan konsentrasi dari komponen-komponen penyusun *edible film*, sedangkan volume larutan yang digunakan untuk masing-masing variasi adalah sama. Hal ini akan menaikkan jumlah total padatan yang ada di dalam *edible film* ketika *film* mengering (Barus, 2002). Grafik pada Gambar 4.1 menunjukkan adanya kenaikan ketebalan *edible film* seiring dengan pertambahan konsentrasi gliserol yang digunakan. Meningkatnya ketebalan *edible film* dapat dikarenakan oleh penempatan rongga dalam matriks *edible film* oleh molekul gliserol. Selain itu juga, molekul gliserol akan membentuk matriks dengan material utama pembentuk dari *edible film*, sehingga menyebabkan jarak antar polimer semakin dekat. Hal ini akan berdampak pada kenaikan ketebalan dari *edible film* (Sudayarti dkk., 2010).

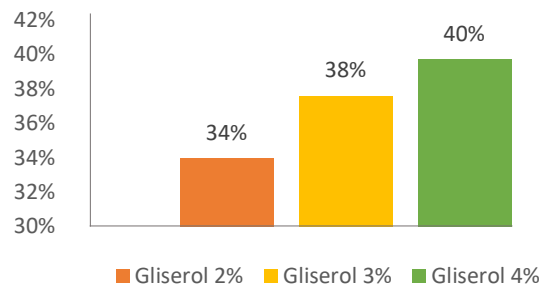
**Tabel 4.1** Perbandingan Hasil Ketebalan dengan JIS

Variasi	Hasil	<i>Japanese Industrial Standard</i>
Gliserol 2%	0,24 mm	0,25 mm
Gliserol 3%	0,25 mm	
Gliserol 4%	0,256 mm	

Ketebalan *edible film* dengan variasi gliserol 2% adalah sebesar 0,24 mm, variasi gliserol 3% sebesar 0,25 mm, dan variasi gliserol 4% sebesar 0,256 mm. Berdasarkan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa ketebalan *edible film* dari penelitian ini telah memenuhi *Japan Industrial Standard* (JIS). Ketebalan *edible film* yang dihasilkan telah memenuhi *Japan Industrial Standard* (JIS). Ketetapan ketebalan *edible film* berdasarkan JIS adalah 0,25 mm.

#### 4.1.2 Uji *Swelling*

Pengujian *swelling* dilakukan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar daya serap air oleh *edible film* yang dihasilkan. Hasil pengujian *swelling* tersaji pada grafik berikut.



**Gambar 4.2** Grafik Hasil Uji *Swelling*

Pengujian *swelling* dilakukan untuk menguji ketahanan *edible film* terhadap air. Uji *swelling* menunjukkan presentase pengembangan *film* karena terjadinya peristiwa penyerapan air (Ummah, 2013). Kadar air dalam *edible film* dapat memberikan pengaruh terhadap kestabilan produk yang dilapisi oleh *film*, oleh karena itu, penting untuk membuat *edible film* dengan kadar air yang rendah. Apabila kadar air pada *edible film* tinggi, maka *edible film* akan cepat berjamur.

Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai hasil uji *swelling* tertinggi terdapat pada penggunaan gliserol 4% yaitu sebesar 40%, dan hasil uji *swelling* yang paling rendah terdapat pada penggunaan gliserol 2% yaitu sebesar 34%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi gliserol, maka nilai daya serap air menjadi lebih tinggi. Menurut (Rusli dkk., 2017) peningkatan kadar air seiring dengan bertambahnya konsentrasi gliserol terjadi karena gliserol merupakan senyawa gliserida yang memiliki hidroksil yang bersifat hidrofilik dan higroskopik, sehingga gliserol mudah berikatan dengan molekul air.

Gliserol merupakan pemlastis yang mempunyai gugus OH. Gugus OH ini memiliki karakteristik hidrofilik, atau mudah mengikat air. Sehingga, jika konsentrasi gliserol semakin tinggi, maka kadar air pada *edible film* akan semakin tinggi karena banyak molekul air yang diikat oleh gliserol (Hendra dkk., 2015).

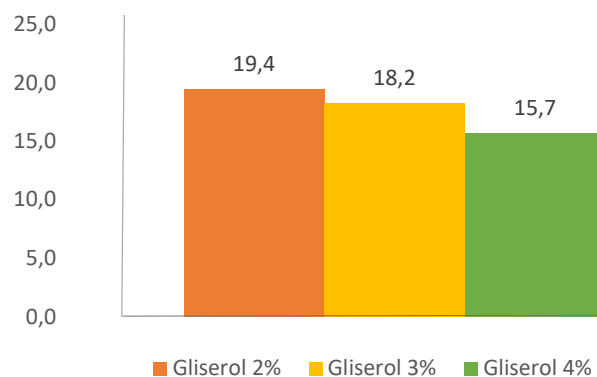
**Tabel 4.2** Perbandingan Hasil *Swelling* dengan SNI

Variasi	Hasil	SNI 7188.7:2016
Gliserol 2%	34%	99%
Gliserol 3%	38%	
Gliserol 4%	40%	

Ketahanan air dalam penelitian ini belum memenuhi standar penyerapan air bioplastik menurut SNI 7188.7:2016 yaitu sebesar 99%.

#### 4.1.3 Kekuatan Tensil dan Elongasi

Sifat mekanik dari *edible film* seperti kekuatan tensil dan elongasi merupakan parameter penting yang harus dipenuhi dalam pembuatan *edible film*. Berikut ini merupakan grafil hasil uji kekuatan tensil.



**Gambar 4.3** Grafik Hasil Uji Kuat Tensil

Kekuatan tensil ialah regangan maksimum dari *film* ketika diberikan gaya tarik sehingga *film* merenggang dan putus. Nilai kuat tensil yang tinggi dapat mengurangi kerusakan fisik produk yang dilapisi oleh *edible film* (Supeni dkk., 2015). Berdasarkan data yang disajikan di Gambar 4.3, semakin besar konsentrasi pemlastis gliserol, maka semakin kecil juga kuat tensilnya. Nilai kuat tensil paling besar dihasilkan oleh konsentrasi gliserol 2% yaitu sebesar 19,4 MPa, dan kuat tensil paling kecil dihasilkan oleh konsentrasi 4% yaitu sebesar 15,7 MPa. Menurut (Chen, 2008) kuat tarik cenderung menurun seiring dengan kenaikan konsentrasi pemlastis gliserol. Peningkatan konsentrasi gliserol dapat mengakibatkan terjadinya penurunan ikatan antar molekul di dalam *film*. Apabila ikatan antar molekul berkurang, maka nilai kuat tarik pun akan menurun. Menurut (Venugopal, 2011) peningkatan konsentrasi pemlastis dapat menjadikan *film* menjadi higroskopis, sehingga ikatan makromolekul *edible film* akan menurun.

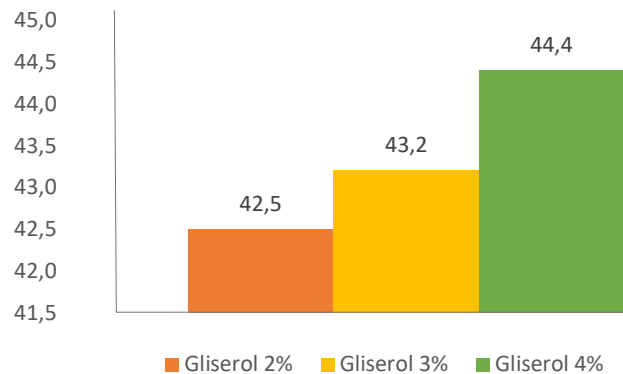
**Tabel 4.3** Perbandingan Hasil Kuat Tensil dengan SNI dan JIS

Variasi	Hasil (MPa)	SNI 7188.7:2016	<i>Japanese Industrial Standard</i>
Gliserol 2%	19,4	24,7 – 302 MPa	0,39 MPa
Gliserol 3%	18,2		
Gliserol 4%	15,7		

Berdasarkan Tabel 4.3 kekuatan tensil dari penelitian ini telah memenuhi syarat JIS yaitu 0,39 MPa, namun tidak memenuhi standar bioplastik SNI 7188.7:2016 sebesar 24,7 – 302 MPa.

Elongasi dapat didefinisikan sebagai nilai yang dihasilkan dari pengujian elastisitas atau perpanjangan dari *film* (Krochta dan Johnson, 1997). Parameter ini penting karena sifat mekanik dari *edible film* berkontribusi dalam menahan

kerusakan fisik pada saat diaplikasikan. Berikut merupakan grafik hasil pengujian elongasi.



**Gambar 4.4** Grafik Hasil Uji Elongasi

Data yang tersaji dalam Gambar 4.4 menunjukkan bahwa adanya kenaikan persen elongasi seiring dengan bertambahnya konsentrasi pemlastis gliserol. Persen elongasi terkecil dihasilkan oleh konsentrasi gliserol 2% sebesar 42,5%, sementara persen elongasi terbesar dihasilkan oleh konsentrasi gliserol 4% sebesar 44,4%. Pemlastis gliserol memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal dengan meningkatkan jumlah ruang kosong antar ikatan molekul. Hal ini akan menurunkan kekakuan dan meningkatkan fleksibilitas dari *film*. Ruang kosong antar ikatan molekul akan diisi oleh pemlastis, dan keberadaan pemlastis akan menurunkan tegangan interaksi antar molekul (Krochta dkk., 1994).

Fenomena peningkatan konsentrasi pemlastis gliserol pada formulasi *edible film* berbasis komposit alginat dapat meningkatkan persen elongasi (Vieira dkk., 2011). Besar dari nilai kuat tarik dan elongasi dapat dipengaruhi oleh pemlastis yang digunakan. Karakteristik dari pemlastis gliserol dapat mengurangi kekuatan ikatan antar molekul, sehingga mobilitas dari ikatan polimer menjadi meningkat. Apabila mobilitas dari ikatan polimer tinggi, maka sifat mekaniknya akan meningkat. Ketika nilai elongasi semakin besar, itu artinya *edible film* menjadi lebih mudah untuk diregangkan. Namun ketika nilai elongasi besar, maka permukaan *edible film* akan

menjadi lebih tipis, sehingga *edible film* yang akan menjadi lebih mudah untuk robek (Khasanah dkk., 2019).

**Tabel 4.4** Perbandingan Hasil Elongasi dengan SNI dan JIS

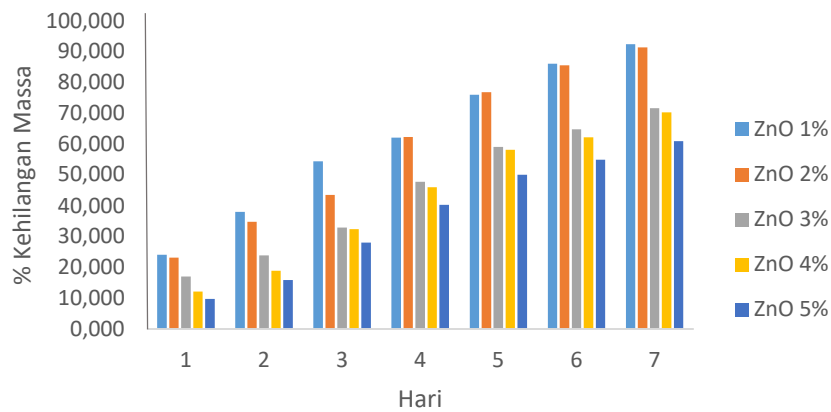
Variasi	Hasil (%)	SNI 7188.7:2016	<i>Japanese Industrial Standard</i>
Gliserol 2%	42,5	21 – 220%	< 10% sangat buruk > 50% sangat baik
Gliserol 3%	43,2		
Gliserol 4%	44,4		

Hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4.4 menunjukkan elongasi dari penelitian ini telah memenuhi syarat JIS, dimana elongasi *edible film* pada penelitian ini nilainya di atas 10%. Elongasi dari *edible film* ini juga telah memenuhi SNI 7188.7:2016 yaitu sebesar 21 – 220%.

Berdasarkan analisa di atas, variasi konsentrasi gliserol yang terbaik adalah 2% dimana kekuatan tensil sampel paling besar, nilai elongasi kecil, dan persen *swelling* paling rendah. Sampel dengan kadar air kecil akan memiliki masa simpan yang lama. Apabila sampel memiliki kadar air tinggi, maka sampel cenderung untuk lebih mudah berjamur. Kuat tensil yang paling tinggi dapat menahan kerusakan eksternal pada produk yang akan dilapisi oleh *edible film*.

#### 4.1.4 Biodegradabilitas *Edible film*

Pengujian biodegradabilitas dari *edible film* dilakukan untuk mengetahui seberapa baik material dapat terdegradasi di lingkungan (Saputro dan Ovita, 2017). Pengujian biodegradasi dilakukan dengan metode *soil burial*. Sampel akan dikubur dalam tanah selama 7 hari. Kemudian, sampel akan ditimbang setiap hari untuk mengetahui penurunan massa sampel dan laju degradasinya.

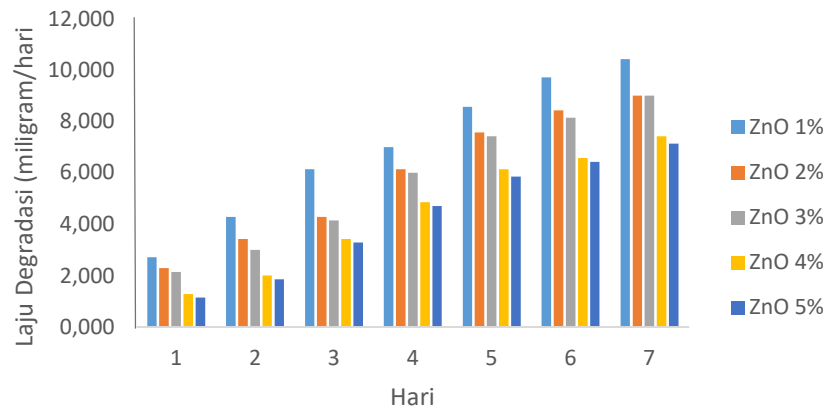


**Gambar 4.5** Grafik Kehilangan % Massa Sampel

Berdasarkan data yang tersaji dalam Gambar 4.5 terlihat bahwa adanya kenaikan % massa sampel seiring dengan bertambahnya waktu penguburan untuk setiap variasi ZnO yang digunakan. Dari grafik terlihat bahwa sampel kehilangan % massa paling tinggi pada hari ke-7. Variasi ZnO 1% memiliki % massa kehilangan paling tinggi diantara variasi lainnya, sementara variasi ZnO 5% memiliki % kehilangan massa paling kecil. Sejumlah 92,4% massa sampel variasi ZnO 1% hilang pada hari ke-7, sedangkan sejumlah 60,9% massa sampel variasi ZnO 5% hilang pada hari ke-7.

Apabila penambahan konsentrasi gliserol berbanding lurus dengan penyerapan air, maka penambahan konsentrasi ZnO akan berbanding terbalik dengan penyerapan air. Menurut (Agustina dkk., 2016) ketika konsentrasi ZnO bertambah, maka *film* cenderung akan mengalami penurunan daya serap air. ZnO merupakan komponen yang memiliki sifat hidrofobik, sehingga *film* dengan ZnO konsentrasi tinggi akan sulit untuk mengikat air. Selain itu juga, peningkatan konsentrasi ZnO akan berdampak pada pengisian ruang kosong dalam matriks oleh ZnO.





**Gambar 4.6** Grafik Laju Degradasi Sampel

Data yang tersaji pada Gambar 4.6 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ZnO, maka laju degradasinya akan semakin kecil. Laju degradasi paling besar terjadi pada hari ke-7 dan variasi ZnO 1% sebesar 10,42 mg/hari. Sementara variasi ZnO 5% memiliki laju degradasi paling kecil sebesar 7,14 mg/hari.

Kenaikan konsentrasi ZnO akan menyebabkan lebih banyaknya ikatan hidrogen yang terbentuk, sehingga molekul air akan sulit untuk berikatan di dalam matriks polimer. Jika konsentrasi dari seng oksida semakin besar, maka akan semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh *edible film* untuk terdegradasi (Syaputra dkk., 2017). Air merupakan media pertumbuhan mikroorganisme yang baik. Sehingga, *edible film* dengan konsentrasi ZnO yang rendah akan lebih cepat terdegradasi.

Standar biodegradasi menurut SNI 7188.7:2016 biodegradasi harus terjadi lebih dari 60% selama satu minggu (Badan Standar Nasional, 2016). *Edible film* yang dihasilkan telah memenuhi SNI untuk biodegradasi, karena semua variasi kehilangan lebih dari 60% massanya dalam waktu satu minggu. Namun, peran bahan-bahan lainnya seperti natrium alginat, karaginan, dan gliserol juga penting. Hal ini dikarenakan komponen-komponen penyusun *edible film* dalam penelitian ini

secara alami mudah untuk terdegradasi. Menurut (Saputra dkk., 2020) selain faktor komponen penyusun *edible film*, ada faktor lain yang berperan dalam degradasi dari bioplastik. Faktor suhu, kelembapan tanah, dan bakteri pengurai juga penting. Bakteri memecah ikatan polimer menjadi monomer dari enzim yang dihasilkan oleh bakteri tersebut.