

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 KOMPOSISI SAMPEL PENGUJIAN

Pada penelitian ini, komposisi sampel pengujian dibagi dalam 5 grup. Pada Tabel 4.1 di bawah ini tertera kode sampel pengujian untuk tiap grup dimana masing-masing komposisi larutan khitosan divariasikan dengan variabel penambahan *plasticizer* gliserol ataupun tanpa perlakuan dengan tidak ditambahkan gliserol.

Tabel 4.1. Komposisi Sampel Uji *Edible Film* Khitosan

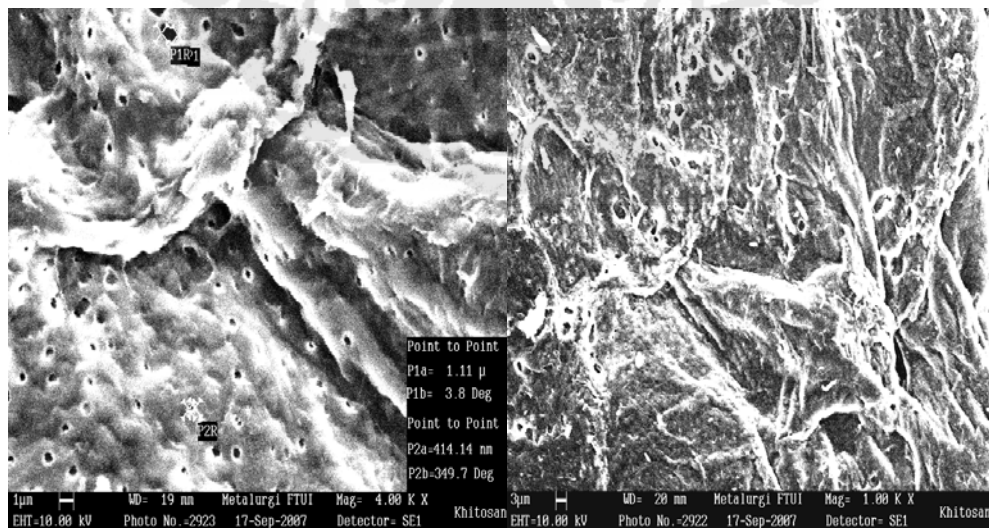
Kode sampel	Massa khitosan (gram)	Konsentrasi gliserol (ml/gr)	Pelarut asam asetat glasial (ml)
0	2	0	100
0'	3	0	100
0''	4	0	100
0'''	5	0	100
IA	2	0,2	100
IB	2	0,4	100
IC	2	0,6	100
ID	2	0,8	100
IIA	3	0,2	100
IIB	3	0,4	100
IIC	3	0,6	100
IID	3	0,8	100

IIIA	4	0,2	100
IIIB	4	0,4	100
IIIC	4	0,6	100
IIID	4	0,8	100
IVA	5	0,2	100
IVB	5	0,4	100
IVC	5	0,6	100
IVD	5	0,8	100

Khitosan yang digunakan pada penelitian ini berbentuk serpihan yang berwarna putih kekuning-kuningan dengan spesifikasi :

- Ukuran partikel : 30 mesh
- *Moisture/* uap air : 9,05 %
- Derajat deasetilasi : 86,64 %
- Viskositas : 4,8 Cps
- pH : 7,5

Khitosan yang digunakan memiliki penampakan struktur sebagai berikut :



Gambar 4.1. Foto SEM khitosan sampel uji

Uji SEM dilakukan di Laboratorium Metalografi Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik UI.

Dari Gambar foto SEM (*Scanning Electron Microscope*), terlihat bahwa struktur makro khitosan adalah serat-serat panjang berpori. Pori-pori inilah yang nantinya akan diisi oleh molekul *plasticizer* gliserol ketika proses pembuatan *edible film* berlangsung.

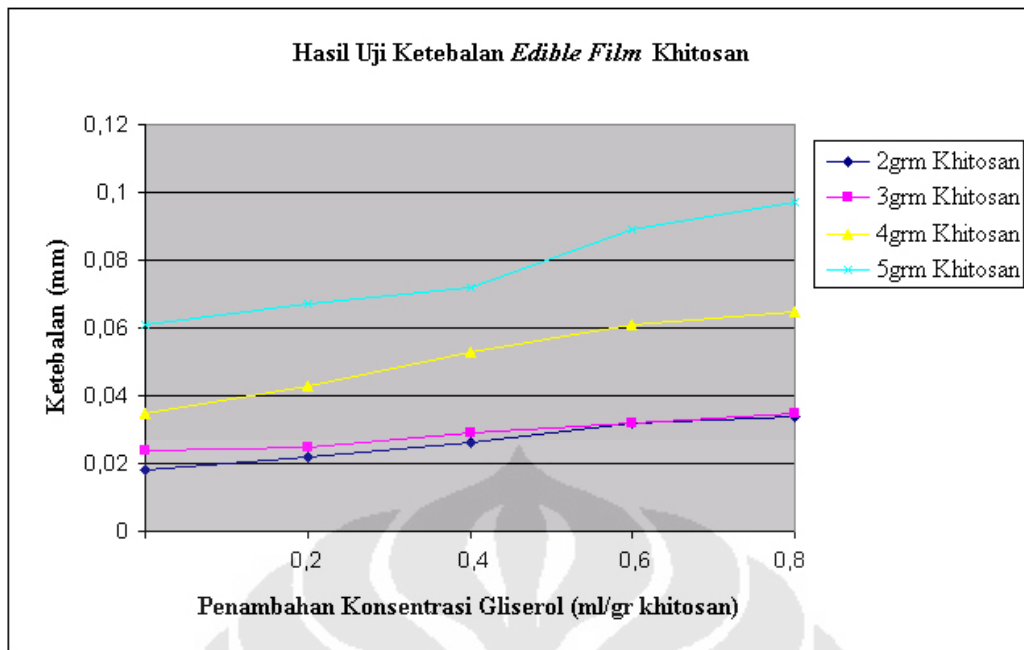
#### 4.2 HASIL ANALISIS KETEBALAN

Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap pembentukan *edible film*. Tebal pada *film* diukur pada lima tempat yang berbeda lalu hasil yang didapat dirata-ratakan. Berdasarkan hasil pengukuran dengan menggunakan *Microcal Meshmer* diperoleh rata-rata ketebalan berkisar antara  $0,018 \text{ mm} \pm 0,0011 \%$  sampai dengan  $0,097 \text{ mm} \pm 0,0029 \%$ . *Edible film* yang tidak ditambahkan gliserol memiliki rata-rata ketebalan terendah sebesar  $0,018 \text{ mm} \pm 0,0011 \%$  pada komposisi 2 gram khitosan (sampel 0) dan tertinggi sebesar  $0,061 \text{ mm} \pm 0,0004 \%$  pada komposisi 5 gram khitosan (sampel 0’’’). Sedangkan *edible film* yang ditambahkan gliserol memiliki rata-rata ketebalan terendah sebesar  $0,022 \text{ mm} \pm 0,0018 \%$  pada komposisi 2 gram khitosan dengan penambahan *plasticizer* gliserol sebesar 0,2 ml/gr khitosan (sampel IA) dan tertinggi sebesar  $0,097 \text{ mm} \pm 0,0029 \%$  pada komposisi 5 gram khitosan dengan penambahan gliserol sebesar 0,8 ml/gr khitosan (sampel IVD). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini :

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Ketebalan *Edible Film*

Kode Sampel	Hasil Pengujian Ketebalan	Keterangan
0	$0,018 \text{ mm} \pm 0,0011 \%$	Nilai terendah
0’’’	$0,061 \text{ mm} \pm 0,0004 \%$	Nilai tertinggi
IA	$0,022 \text{ mm} \pm 0,0018 \%$	Nilai terendah
IVD	$0,097 \text{ mm} \pm 0,0029 \%$	Nilai tertinggi

Hasil pengukuran ketebalan *edible film* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6, 7, dan 8.



Gambar 4.2 Hasil uji ketebalan *edible film* khitosan

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa ketebalan *edible film* meningkat dengan meningkatnya konsentrasi gliserol yang digunakan pada masing-masing komposisi khitosan. Dari grafik terlihat ketebalan *edible film* khitosan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi *plasticizer* gliserol dan komposisi khitosan yang ditambahkan. Semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka larutan akan semakin kental dan *edible film* yang dihasilkan semakin tebal. Ketebalan juga akan meningkat jika komposisi khitosan yang dilarutkan semakin banyak, karena total padatan yang terlarut akan semakin besar yang menyebabkan *edible film* khitosan yang dihasilkan semakin tebal. Ketebalan *film* dipengaruhi juga oleh volume larutan yang dituangkan ke dalam cetakan. Ukuran cetakan yang digunakan sama, yaitu 20 x 20 cm<sup>2</sup> dengan ketebalan 5 mm.

Tanpa penambahan gliserol pun khitosan mampu membentuk *film* setelah bereaksi dengan asam asetat untuk membentuk gugus karboksilat dan hidroksil yang berperan dalam proses polimerisasi kondensasi.

#### 4.3 HASIL ANALISIS KEKUATAN TARIK (*TENSILE STRENGTH*)

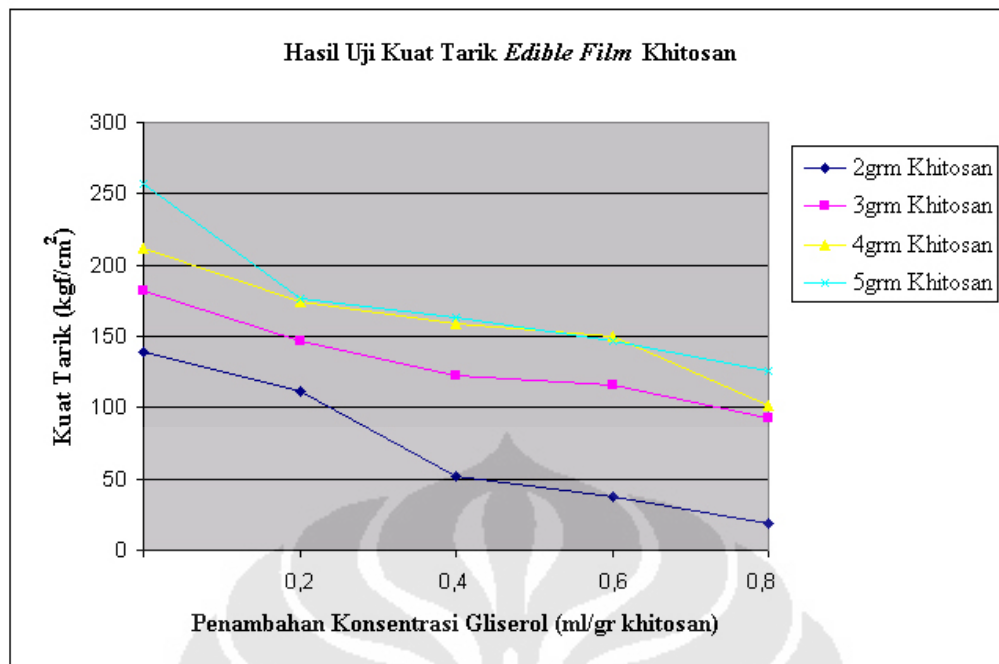
Kekuatan tarik berperan penting terhadap sifat mekanik *edible film*. Kekuatan tarik adalah tegangan regangan maksimum sampel sebelum putus.

Kekuatan tarik *edible film* khitosan yang dilarutkan dalam asam asetat glasial tanpa penambahan gliserol memiliki nilai rata-rata antara  $139,446 \text{ kgf/cm}^2 \pm 5,251 \%$  sampai dengan  $257,144 \text{ kgf/cm}^2 \pm 24,701 \%$ . Pada *edible film* yang ditambahkan dengan gliserol, nilai kuat tarik menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol. Dapat terlihat pada sampel IA sampai dengan ID. Pada sampel IA didapatkan nilai rata-rata kuat tarik sebesar  $111,130 \text{ kgf/cm}^2 \pm 18,378 \%$ , sampel IB didapatkan nilai rata-rata kuat tarik sebesar  $51,334 \text{ kgf/cm}^2 \pm 5,5197 \%$ , sampel IC didapatkan nilai rata-rata kuat tarik sebesar  $37,554 \text{ kgf/cm}^2 \pm 3,7515 \%$ , sampel ID didapatkan nilai rata-rata kuat tarik sebesar  $18,696 \text{ kgf/cm}^2 \pm 2,085 \%$ . Tabel 4.3 di bawah ini menunjukkan dengan jelas hasil pengujian kuat tarik *edible film* yang semakin menurun pada sampel I.

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Kuat Tarik *Edible Film*

Kode Sampel	Kuat Tarik ( $\text{kgf/cm}^2$ )
IA	$111,130 \text{ kgf/cm}^2 \pm 18,378 \%$
IB	$51,334 \text{ kgf/cm}^2 \pm 5,5197 \%$
IC	$37,554 \text{ kgf/cm}^2 \pm 3,7515 \%$
ID	$18,696 \text{ kgf/cm}^2 \pm 2,085 \%$

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6, 7, dan 8.



Gambar 4.3 Hasil uji kuat tarik *edible film* khitosan

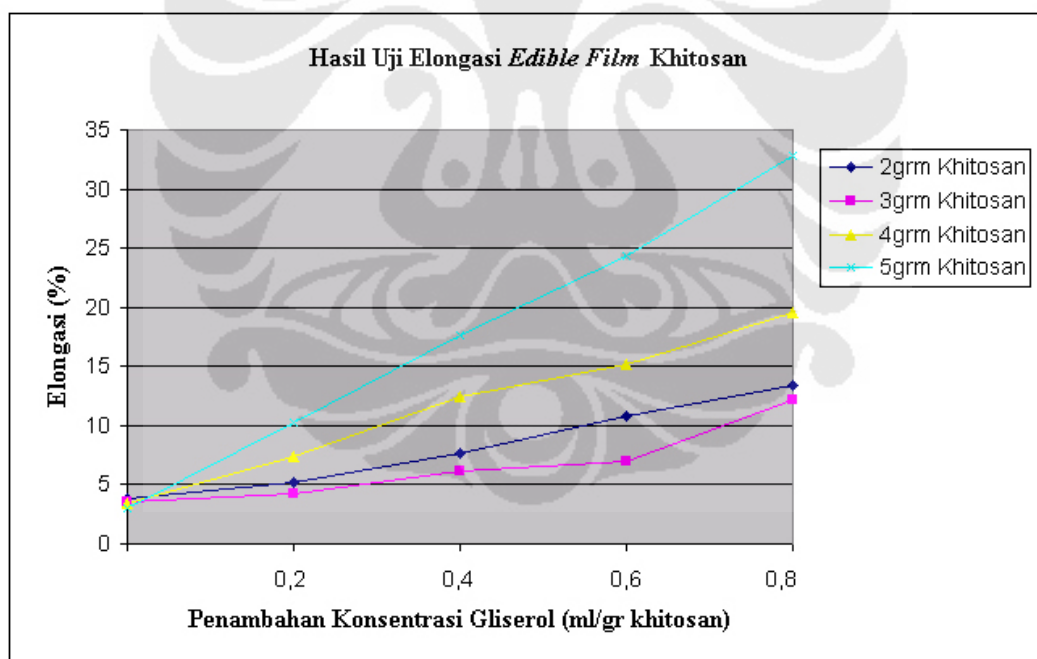
Berdasarkan hasil pengukuran rata-rata kekuatan tarik *film* (Gambar 4.3) diperoleh hasil bahwa peningkatan konsentrasi gliserol akan menurunkan nilai kekuatan tarik dari *edible film* yang dihasilkan. Menurut Park, *et al.*,<sup>[52]</sup> Bentuk, jumlah atom karbon dalam rantai dan jumlah gugus hidroksil yang terdapat pada molekul *plasticizer* akan mempengaruhi sifat mekanis (kekuatan tarik dan persen pemanjangan) suatu *film*. Hal ini sesuai dengan pendapat Krochta<sup>[1]</sup> yang menyatakan bahwa *plasticizer* akan menurunkan ikatan hidrogen dalam *edible film* sehingga meningkatkan fleksibilitas dari *film*, dengan meningkatnya fleksibilitas maka kuat tarik dari *edible film* akan semakin kecil.

Penambahan gliserol akan mengurangi gaya antar molekul rantai polisakarida sehingga struktur *film* yang dibentuk menjadi lebih halus dan fleksibel.<sup>[53]</sup> Hal ini memungkinkan karena gliserol merupakan molekul *hidrofilik* kecil yang dapat dengan mudah masuk di antara rantai-rantai molekul tersebut dan membentuk ikatan hidrogen amida dengan protein, maka akan terjadi ikatan silang antara khitosan dengan gliserol yang mampu memperbaiki kekuatan tarik sehingga tidak kaku seperti pembentukan *edible film* dari khitosan tanpa penambahan gliserol. Pada Gambar 4.3 terlihat untuk *edible film* yang tidak ditambahkan gliserol (0 ml/gr gliserol), kuat tarik akan semakin meningkat seiring

dengan penambahan komposisi khitosan. Hal ini dapat terjadi karena makin tinggi komposisi khitosan, maka akan semakin tebal *edible film* yang dihasilkan sehingga kuat tariknya pun akan semakin tinggi.

Pemilihan *edible film* khitosan yang memiliki nilai kekuatan tarik tertentu tergantung dari penggunaannya. *Edible film* khitosan yang memiliki nilai kuat tarik yang tinggi (*edible film* tanpa gliserol) dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan untuk produk-produk yang perlu perlindungan yang tinggi, seperti kemasan tinta, sedangkan *edible film* yang memiliki nilai kuat tarik yang rendah (dengan penambahan *plasticizer* gliserol) dapat dimanfaatkan sebagai bahan kemasan untuk produk-produk ringan seperti permen, bumbu mie, makanan ringan, dan produk pangan lainnya.

#### 4.4 HASIL ANALISIS PERSENTASE PEMANJANGAN (*ELONGATION*)



Gambar 4.4 Hasil uji elongasi *edible film* khitosan

Pengukuran nilai kuat tarik biasanya dilakukan bersamaan dengan pengukuran persentase pemanjangan (elongasi). Data hasil analisis (Gambar 4.4) menunjukkan bahwa pemanjangan *edible film* meningkat dengan meningkatnya konsentrasi gliserol yang digunakan. Nilai pemanjangan *film* pada *edible film*



yang ditambahkan gliserol diperoleh nilai terendah sebesar  $5,2000\% \pm 0,8367\%$  pada sampel IA (2 gr khitosan dengan penambahan gliserol 0,2 ml/gr khitosan) dan nilai tertinggi sebesar  $32,800\% \pm 3,5637\%$  pada sampel IVD (5 gr khitosan dengan penambahan gliserol 0,8 ml/gr khitosan). Sedangkan pada sampel yang tidak mengalami perlakuan penambahan gliserol, didapatkan data nilai persentase elongasi yang semakin menurun seiring dengan meningkatnya massa (gram) khitosan yang dilarutkan dalam 100 ml asam asetat glasial 1%. Pada sampel 0 (2 gr khitosan dalam 100 ml asam asetat glasial 1%) diperoleh nilai persentase elongasi sebesar  $3,800\% \pm 0,8367\%$ , sampel 0' (komposisi 3 gr khitosan) nilai persentase elongasinya sebesar  $3,600\% \pm 1,1402\%$ , sampel 0'' (komposisi 4 gr khitosan) diperoleh nilai sebesar  $3,400\% \pm 0,8944\%$ , dan terakhir pada sampel 0''' (komposisi 5 gr khitosan) nilai persentase elongasinya sebesar  $3,000\% \pm 0,7071\%$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini :

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Elongasi *Edible Film*

Kode Sampel	Hasil Pengujian Elongasi	Keterangan
0	3,8 %	Nilai tertinggi
0'''	3,0 %	Nilai terendah
IA	5,2 %	Nilai terendah
IVD	32,8 %	Nilai tertinggi

Hasil pengukuran selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6, 7, dan 8.

*Edible film* tanpa penambahan gliserol bersifat kaku atau tidak elastis sehingga kemampuan *edible film* tersebut untuk mulur menjadi berkurang, berakibat nilai persentase elongasi yang didapat juga kecil/ rendah. Nilai tersebut semakin menurun seiring dengan makin banyaknya gram khitosan yang terlarut pada *edible film* yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena makin banyaknya jumlah padatan yang terlarut pada *edible film*, sehingga pada *edible film* dengan komposisi gram khitosan yang semakin meningkat tanpa adanya penambahan *plasticizer* gliserol akan dihasilkan *edible film* yang semakin kaku yang berakibat semakin rendah nilai persentase elongasi yang dimiliki oleh *edible film* tersebut.

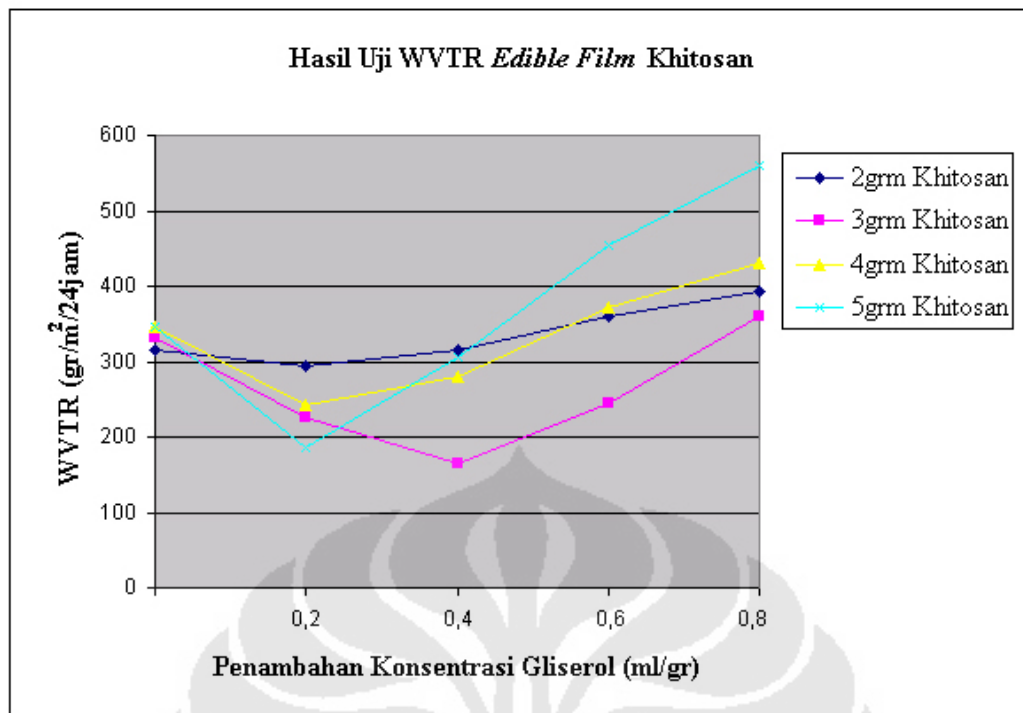


Peningkatan jumlah gliserol akan menghasilkan *edible film* dengan persentase pemanjangan yang lebih tinggi dalam batasan *edible film* yang tidak sampai lembek. Hal ini disebabkan karena dengan adanya peningkatan jumlah gliserol maka akan menurunkan kekuatan gaya antar molekul sehingga mobilitas antar rantai molekul meningkat dan persentase pemanjangan *edible film* pun semakin meningkat. Persentase pemanjangan menentukan keelastisan suatu *film*. Semakin tinggi nilai persentase pemanjangan maka *film* tersebut semakin elastis. Gliserol dalam fungsinya sebagai *plasticizer* dapat menurunkan ikatan kohesi mekanik antara polimer dan dapat merubah sifat rigiditasnya sehingga *edible film* yang terbentuk lebih elastis. Penambahan gliserol akan mengurangi gaya *intermolekuler* sehingga mobilitas antar rantai molekul polimer meningkat. Hal ini yang menyebabkan *edible film* menjadi elastis dibandingkan dengan tanpa penambahan gliserol.

#### **4.5 HASIL ANALISIS LAJU TRANSMISI UAP AIR (WVTR)**

Laju transmisi uap air atau *water vapor transmission rate* (WVTR) merupakan salah satu sifat yang paling penting pada *edible film*. Nilai WVTR dapat digunakan untuk mengetahui nilai permeabilitas suatu bahan terhadap uap air.

Permeabilitas uap air adalah ukuran suatu bahan karena dapat dilalui (ditembus/ diresapi) oleh uap air. *Edible film* berbahan dasar polisakarida seperti halnya *edible film* khitosan pada umumnya memiliki permeabilitas uap air yang relatif tinggi karena sifat *hidrofilik* yang dimiliki oleh khitosan tersebut. Transmisi uap air sangat dipengaruhi oleh RH (*Relative Humidity*), suhu, ketebalan *film*, jenis dan konsentrasi *plasticizer*, serta sifat bahan dasar pembentuk *edible film*. Pada penelitian kali ini RH nya sebesar 75 % dan suhu nya 22<sup>0</sup>C. Permeabilitas uap air *edible film hidrofilik* akan meningkat dengan meningkatnya ketebalan dari *edible film* tersebut. Ketebalan *film* sendiri akan meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi *plasticizer* gliserol dan komposisi khitosan.



Gambar 4.5 Hasil uji WVTR *edible film* khitosan

Data hasil analisis laju transmisi uap air yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa laju transmisi uap air cenderung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol. Nilai terendah 165,56 g/m<sup>2</sup>/24jam ± 0,14%, dan nilai tertinggi 559,48 g/m<sup>2</sup>/24jam ± 2,47%. Nilai terendah sebesar 165,56 g/m<sup>2</sup>/24jam ± 0,14% didapat dari sampel IIB (3 gr khitosan, 0,4 ml/gr gliserol), sedangkan pada sampel IIA (3 gr khitosan, 0,2 ml/gr gliserol) diperoleh nilai sebesar 226,24 g/m<sup>2</sup>/24jam ± 15,93%. Nilai tertinggi 559,48 g/m<sup>2</sup>/24jam ± 2,47% diperoleh dari sampel IVD (5 gr khitosan, 0,8 ml/gr gliserol). Tabel 4.5 akan memperlihatkan nilai tertinggi dan terendah uji WVTR dengan jelas.

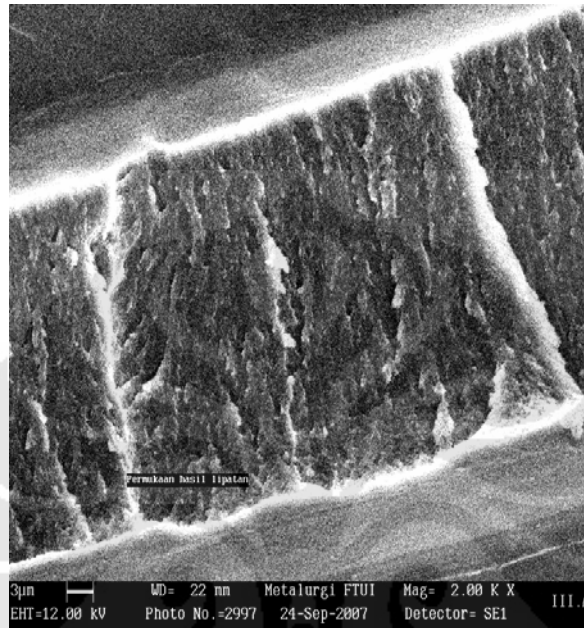
Tabel 4.5. Hasil Pengujian WVTR *Edible Film*

Kode Sampel	Hasil Pengujian WVTR	Keterangan
IIA	226,24 g/m <sup>2</sup> /24jam ± 15,93%	
IIB	165,56 g/m <sup>2</sup> /24jam ± 0,14%	Nilai terendah
IVC	453,52 g/m <sup>2</sup> /24jam ± 2,05%	
IVD	559,48 g/m <sup>2</sup> /24jam ± 2,47%	Nilai tertinggi

Seharusnya pada sampel IIB diperoleh nilai laju transmisi uap air yang semakin meningkat dibandingkan sampel IIA seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol yang ditambahkan, seperti terlihat pada data sampel IVC dan IVD terjadi peningkatan nilai WVTR yang cukup signifikan. Data hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6, 7, dan 8.

Hal ini dapat terjadi karena pada sampel IIB molekul gliserol belum merata mengisi celah-celah antar rantai molekul khitosan sehingga nilai WVTR yang didapatkan lebih kecil dari sampel IIA, sedangkan pada sampel IIA molekul gliserol masih belum bergerak aktif mengisi celah-celah rantai molekul polimer khitosan karena konsentrasi gliserol yang ditambahkan masih relatif kecil nilainya sehingga hanya dipengaruhi oleh komposisi khitosan. Pada sampel IIC molekul gliserol mulai merata mengisi celah molekul khitosan dan pada sampel IID molekul gliserol telah merata mengisi celah molekul khitosan sehingga terjadi peningkatan nilai WVTR yang cukup signifikan dari sampel IIB ke sampel IIC dan IID. Selain konsentrasi *plasticizer* gliserol, nilai WVTR *edible film* khitosan juga dipengaruhi oleh komposisi khitosan (banyaknya gram khitosan yang terlarut). Dapat terlihat pada sampel IA sampai dengan ID (Gambar 4.5) terjadi peningkatan nilai WVTR seiring dengan peningkatan komposisi khitosan yang terlarut dan konsentrasi gliserol. Hal ini disebabkan karena pada sampel I komposisi khitosan masih relatif kecil (2 gr) sehingga molekul gliserol yang ada akan dengan cepat mengisi celah-celah rantai molekul khitosan, akibatnya terjadi kenaikan nilai WVTR mulai dari sampel IA sampai ID. Untuk sampel III dan IV, karena komposisi khitosannya lebih besar dari sampel I dan II maka peningkatan nilai WVTR nya dari sampel A ke sampel D lebih besar dari sampel I dan II karena makin banyak/ tinggi komposisi khitosan, maka makin tinggi pula nilai WVTR yang diperoleh, dikarenakan *edible film* khitosan adalah *edible film* yang *hidrofilik*, sehingga bersifat menyerap uap air. Selain itu gliserol sendiri juga bersifat *hidrofilik*, sehingga gliserol justru akan menghasilkan penyerapan air pada RH tinggi. Hal ini nantinya akan menyebabkan peningkatan terjadinya difusitas yang menyebabkan meningkatnya mobilitas rata-rata dari molekul air. Adanya komponen *hidrofilik* menyebabkan *film* jadi mudah mengembang dan banyak menyerap air. Irisan yang dilakukan pada sampel IIIA *edible film* khitosan

(4gr khitosan) dengan penambahan gliserol 0,2 ml/gr khitosan (Gambar 4.6) memperlihatkan bahwa selain gliserol berfungsi sebagai pengisi celah antar rantai molekul polimer khitosan, juga berfungsi membentuk lapisan putih pada permukaan *edible film* yang dihasilkan.



Gambar 4.6. Foto SEM irisan sampel IIIA

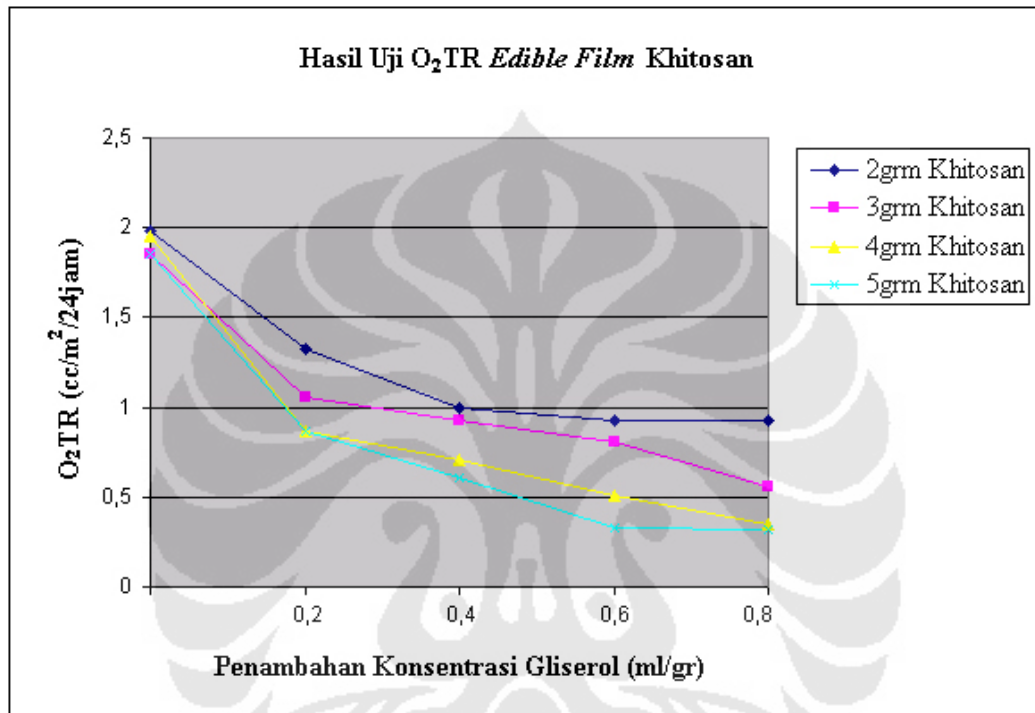
Uji SEM dilakukan di Laboratorium Metalografi Departemen Metalurgi dan Material Fakultas Teknik UI.

Untuk sampel yang tidak ditambahkan gliserol (0 ml/gr gliserol) seperti terlihat pada Gambar 4.5, peningkatan nilai WVTR terjadi relatif stabil seiring dengan peningkatan komposisi khitosan. Hal ini dikarenakan penyerapan uap air oleh *edible film* tidak dipengaruhi oleh gerakan molekul gliserol untuk mengisi celah-celah molekul polimer khitosan, tetapi hanya dipengaruhi oleh komposisi khitosan yang ada, makin tinggi komposisi khitosan makin tinggi pula nilai WVTR yang didapat, karena *edible film* khitosan makin *hidrofilik*. Parameter laju transmisi uap air dapat digunakan untuk memperkirakan daya simpan produk.

#### 4.6 HASIL ANALISIS LAJU TRANSMISI OKSIGEN ( $O_2TR$ )

Gas yang terdapat di udara yang mempengaruhi bahan pangan sebagian besar adalah  $O_2$  dan  $CO_2$ . Transfer oksigen dari lingkungan ke dalam makanan berpengaruh terhadap kualitas dan umur simpan makanan. Oksigen menyebabkan

kerusakan, seperti adanya oksidasi *lipid* dan oksidasi vitamin sehingga dapat menyebabkan penurunan kualitas nutrisi dari makanan. *Edible film* dapat mencegah kerusakan pada produk makanan karena *edible film* memiliki sifat penghalang oksigen yang baik. Konsentrasi gas oksigen menentukan laju reaksi oksidasi yang mungkin terjadi pada bahan pangan.



Gambar 4.7 Hasil uji O<sub>2</sub>TR *edible film* khitosan

Dari hasil analisis seperti yang terlihat pada Gambar 4.7, *edible film* yang dihasilkan mempunyai permeabilitas oksigen yang terendah sebesar 0,32 cc/m<sup>2</sup>/24jam ± 0,0003% (sampel IVD) dan yang tertinggi sebesar 1,33 cc/m<sup>2</sup>/24jam ± 0,74% (sampel IA) untuk sampel uji dengan penambahan gliserol. Sedangkan larutan *edible film* khitosan tanpa menggunakan gliserol, memiliki nilai permeabilitas tertinggi sebesar 1,980 cc/m<sup>2</sup>/24jam ± 0,123% pada komposisi 2 gr khitosan dalam 100 ml asam asetat glasial 1% (sampel 0) dan terendah diperoleh pada sampel 0''' (5 gr khitosan) sebesar 1,852 cc/m<sup>2</sup>/24jam ± 0,013%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.6, sedangkan hasil pengujian O<sub>2</sub>TR selengkapnya tercantum dalam Lampiran 6, 7, dan 8.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian O<sub>2</sub>TR *Edible Film*

Kode Sampel	Hasil Pengujian O <sub>2</sub> TR	Keterangan
0	1,980 cc/m <sup>2</sup> /24jam ± 0,123%	Nilai tertinggi
0''''	1,852 cc/m <sup>2</sup> /24jam ± 0,013%	Nilai terendah
IA	1,33 cc/m <sup>2</sup> /24jam ± 0,74%	Nilai tertinggi
IVD	0,32 cc/m <sup>2</sup> /24jam ± 0,0003%	Nilai terendah

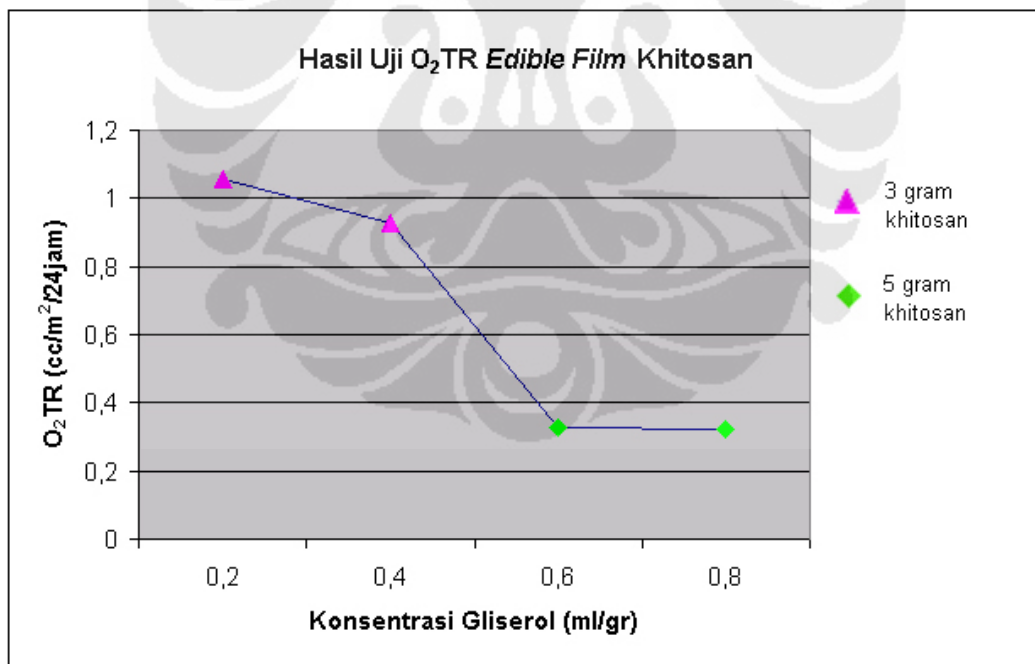
*Edible film* yang berbasis bahan dasar protein dan polisakarida, salah satu contohnya khitosan pada umumnya adalah *edible film* dengan nilai permeabilitas terhadap oksigen yang rendah. Hal ini disebabkan khitosan memiliki gugus hidroksil dalam jumlah cukup besar. Gugus hidroksil tersebut menciptakan interaksi rantai polimer yang kuat sehingga membatasi pergerakan rantai dan menyebabkan permeabilitas oksigen menjadi rendah.<sup>[1]</sup> Dengan makin meningkatnya komposisi khitosan, maka nilai O<sub>2</sub>TR nya pun akan semakin kecil karena gugus hidroksil yang ada akan semakin banyak, seperti terlihat pada sampel 0 sampai dengan 0''''.

Permeabilitas gas dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti sifat alami gas, struktur material, suhu, waktu penyimpanan, RH, penambahan *plasticizer* dan tipe produk yang akan dikemas. Penambahan gliserol ke dalam *edible film* akan menurunkan tingkat transmisi oksigen. Hal ini disebabkan karena penambahan gliserol yang bersifat *hidrofilik* (memiliki banyak ikatan –OH), ikatan –OH sendiri diketahui memiliki permeabilitas oksigen yang rendah.

Nilai laju transmisi oksigen yang didapat pada penelitian ini cenderung semakin menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi *plasticizer* gliserol yang ditambahkan, seperti terlihat pada tabel 4.6 di atas. Semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka jumlah gugus hidroksil semakin banyak. Akibatnya interaksi rantai polimer dalam *edible film* semakin kuat sehingga laju transmisi oksigen *edible film* tersebut semakin kecil/ menurun.

#### 4.7 HASIL OPTIMUM PENELITIAN

Hasil optimum dari pengujian *edible film* khitosan ini dapat dilihat dari nilai laju permeabilitas uap air (WVTR) dan laju permeabilitas oksigen ( $O_2TR$ ) karena kedua nilai tersebut berhubungan langsung dengan umur simpan produk yang dikemas, namun karena khitosan bersifat kedap terhadap oksigen atau paling tidak merupakan penghalang gas oksigen yang sangat baik, maka hasil optimum dilihat dari nilai WVTR yang terendah. *Edible film* khitosan memiliki nilai  $O_2TR$  yang rendah dikarenakan khitosan memiliki gugus hidroksil dalam jumlah cukup besar. Gugus hidroksil tersebut menciptakan interaksi rantai polimer yang kuat sehingga membatasi pergerakan rantai dan menyebabkan permeabilitas oksigen menjadi rendah dan jika semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan, maka jumlah gugus hidroksil semakin banyak. Akibatnya interaksi rantai polimer dalam *edible film* semakin kuat sehingga laju transmisi oksigen *edible film* tersebut semakin kecil/ menurun bahkan dapat menjadi nol.

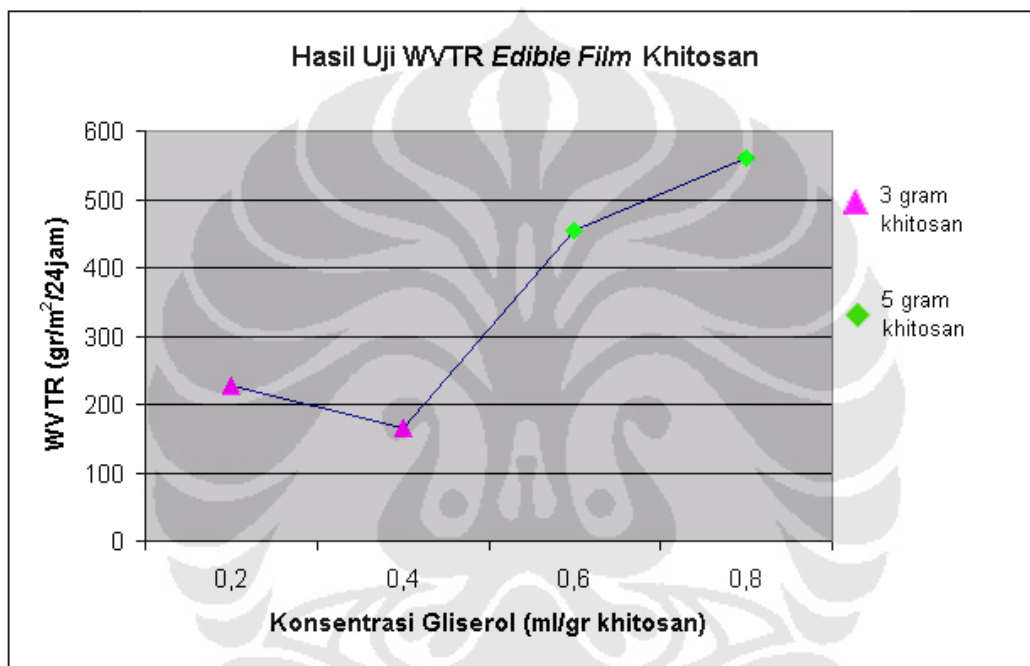


Gambar 4.8 Hasil uji  $O_2TR$  *edible film* pada 4 sampel

Pada Gambar 4.8 terlihat bahwa dengan peningkatan komposisi khitosan dan konsentrasi *plasticizer* gliserol membuat permeabilitas oksigen dari *edible film* khitosan semakin menurun, terlihat pada Gambar 4.8 nilai  $O_2TR$  dari 4



sampel yang semakin menurun seiring dengan peningkatan komposisi khitosan dan konsentrasi gliserol. Dimulai dengan titik yang paling atas sampel IIA (3 gr khitosan, 0,2 ml/gr gliserol) dengan nilai sebesar 1,057 cc/m<sup>2</sup>/24jam, lalu nilainya terus menurun pada sampel IIB (3 gr khitosan, 0,4 ml/gr gliserol) dan menurun lagi pada sampel IVC (5 gr khitosan, 0,6 ml/gr gliserol), sampai pada titik paling bawah pada sampel IVD (5 gr khitosan, 0,8 ml/gr gliserol) dengan nilai 0,321 cc/m<sup>2</sup>/24jam.



Gambar 4.9 Hasil uji WVTR *edible film* pada 4 sampel

Gambar 4.9 memperlihatkan hasil pengujian pada 4 sampel (IIA, IIB, IVC, dan IVD). Pada sampel IIA (3 gr khitosan, 0,2 ml/gr gliserol) diperoleh nilai WVTR sebesar 226,24 g/m<sup>2</sup>/24jam, kemudian mengalami penurunan pada sampel IIB dengan nilai WVTR 165,56 g/m<sup>2</sup>/24 jam. Nilainya kemudian akan naik pada sampel IIC dan IID, terus mengalami kenaikan yang stabil hingga sampel III dengan komposisi khitosan 4 gr dan penambahan 0,2, 0,4, 0,6, serta 0,8 ml/gr gliserol. Kemudian nilai WVTR *edible film* mengalami kenaikan yang cukup signifikan pada sampel IV. Pada Gambar 4.9 sampel IVC (5 gr khitosan, 0,6 ml/gr gliserol) memiliki nilai WVTR sebesar 453,52 g/m<sup>2</sup>/24jam dan sampel IVD sebesar 559,48 g/m<sup>2</sup>/24jam.

Hasil optimum diperoleh pada sampel IIB dengan nilai WVTR terendah sebesar  $165,56 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam} \pm 0,14\%$ . Untuk aplikasi kemasan pada makanan, diperoleh formulasi optimum pada penelitian ini yaitu pada sampel IIB juga (3 gr khitosan, 0,4 ml/gr gliserol).

Pada dasarnya hasil optimum tersebut tidak dapat menggambarkan standarisasi sifat fisik *edible film* khitosan yang dihasilkan, karena penggunaan *edible film* khitosan sebagai pengemas bersifat fleksibel, tergantung dari karakteristik produk yang akan dikemas, contohnya pada produk yang rentan terhadap uap air keberadaan laju transmisi uap air yang besar akan menurunkan kualitas produk tersebut, misalnya pada pengemasan buah-buahan dan sayur-sayuran akan mempercepat proses pematangan/ kualitas menjadi menurun. Namun bila diaplikasikan sebagai pengemas roti, dimana laju transmisi uap air yang cukup tinggi yang melalui kemasan dapat digunakan dalam menyeimbangkan kelembaban kulitnya yang rendah. Dari pengujian sifat fisik *edible film* khitosan ini kita dapat menentukan sifat fisik *edible film* yang dijadikan acuan disesuaikan dengan produk yang akan dikemas.