

## PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI EDIBLE FILM DARI NATA DE COCO DAN GLISEROL

Furqon Cipta Ismaya<sup>1</sup>, Nurul Hidayati Fithriyah<sup>2,\*</sup>, Tri Yuni Hendrawati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Magister Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta,  
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat 10510

\*Email: nurul.hidayati@ftumj.ac.id

Diterima: 21 Juli 2020

Direvisi: 20 November 2020

Disetujui: 25 Desember 2020

### ABSTRAK

Salah satu jenis kemasan bahan pangan yang aman dan bersifat *biodegradable* adalah dengan pengemasan menggunakan *edible film*. *Edible film* adalah suatu lapisan tipis yang rata, dibuat dari bahan yang dapat dikonsumsi, dan dapat berfungsi sebagai barrier agar tidak kehilangan kelembaban. Tujuan penelitian ini adalah membuat *edible film* dari *nata de coco* dan gliserol sebagai *plasticizer*, serta menguji pengaruh kenaikan konsentrasi gliserol terhadap karakter mekanik *edible film*. Penelitian ini menggunakan metodologi *mixing* dan *casting*. Variabel bebas pada penelitian ini meliputi konsentrasi gliserol 2%, 4%, 6%, 8%, 10% b/b. Penelitian menggunakan analisa sampel yaitu analisa ketebalan, tensile strength dan elongation. Analisa data menggunakan metode regresi. Semakin banyak gliserol yang ditambahkan, maka ketebalan film semakin meningkat dari 0,09 mm hingga 0,15 mm dan *elongation* semakin meningkat dari 1,59% sampai 13,75%, namun *tensile strength* menurun dari 32,40 MPa sampai 2,267MPa. Hasil karakterisasi film menunjukkan bahwa komponen utama penyusun nata adalah polimer selulosa. Hal ini ditunjukkan dengan adanya puncak serapan gugus fungsi karakteristik yaitu O-H, C-H dan C-O.

**Kata kunci:** *edible film, gliserol, nata de coco*

### ABSTRACT

*One type of safe and biodegradable packaging for food material is edible film. Edible film is a thin and flat layer made of consumable material which can function as a barrier to moisture loss. The objective of this study is to prepare edible film from nata de coco and glycerol as plasticizer employing mixing dan casting method, as well as to characterize its mechanical properties. Independent variable in this study included glycerol concentration 2%, 4%, 6%, 8%, 10% w/w. Measurements performed in this study were for thickness, tensile strength and elongation of samples. Data analysis employed regression method. Along with the rise of glycerol concentrations, the samples thickened from 0.09 to 0.15 mm and became more elastic with elongation increase from 1.59% to 13.75%, but became weaker as the tensile strength decreased from 32,40 MPa to 2,267MPa. Characterization of film revealed that the backbone of nata is cellulose polymer. This fact was confirmed by the existence of absorbance peaks of characteristic functional groups of O-H, C-H and C-O.*

**Keywords:** *edible film, glycerol, nata de coco*

## PENDAHULUAN

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Indonesia masuk kedalam peringkat kedua didunia sebagai penghasil sampah plastik ke laut setelah Tiongkok. Berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton/tahun dimana sebanyak 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut (Puspita, 2018) .

Plastik merupakan pengemas makanan yang banyak digunakan karena ekonomis, tetapi keberadaan plastik sangat tidak aman karena memiliki beberapa kelamahan yaitu menyebabkan terjadinya transfer senyawa-senyawa dari degradasi polimer, residu pelarut, dan biopolimerisasi ke bahan pangan sehingga dapat menimbulkan resiko toksis. Selain itu plastik juga merupakan bahan yang sukar dirombak secara biologis (*nonbiodegradable*) sehingga banyak mencemari lingkungan (Indraswasti, 2017).

Salah satu hal yang perlu diperhatikan setelah proses produksi bahan pangan adalah penyimpanan produk pangannya. Bahan pangan disimpan untuk memperpanjang masa simpan dan mencegah pembusukan. Kualitas makanan yang turun dapat terjadi karena dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain suhu, kelembaban atau kekeringan, udara, cahaya dan lama waktu penyimpanan. Salah satu solusi yang jelas adalah untuk melindungi makanan dari perubahan ini sampai mereka siap untuk konsumsi melalui aplikasi edible film, yang dapat mencegah kontaminasi, pertumbuhan mikroba, dan serangan hama (Pavlath, 2009).

Salah satu metode penyimpanan bahan pangan yang aman dan bersifat *biodegradable* adalah dengan pengemasan dengan *edible film*. *Edible film* adalah suatu lapisan tipis yang rata, dibuat dari bahan yang dapat dikonsumsi, dan dapat berfungsi sebagai *barrier* agar tidak kehilangan kelembaban, bersifat permeabel terhadap gas-gas tertentu, serta mampu mengontrol migrasi komponen-komponen larut air yang dapat menyebabkan perubahan pigmen dan komposisi nutrisi sayuran (Krochta, 1994).

Indonesia sebagai negara penghasil kelapa terbesar mempunyai potensi penghasil *nata de coco* terbesar. Industri *nata de coco*

belum mendapat perhatian secara serius, padahal jika kita mengkaji lebih jauh, *nata de coco* mempunyai potensi bisnis yang cukup besar. Produk utama *nata de coco* selain menjadi komoditi ekspor, juga memiliki potensi pemanfaat lain dengan diversifikasi produk turunan *nata de coco*. Pemanfaatan bioselulosa yang terdapat dalam *nata de coco* menjadi *bio sheet*, *bio cellulose mask*, *bio fiber pulp* dan *bio fiber powder* menjadi peluang untuk diversifikasi produk dan peningkatan ekspor. Saat ini sudah banyak permintaan Ekspor produk *bio sheet*, *bio cellulose mask*, *bio fiber pulp* dan *bio fiber powder* ke Korea dan Jepang (Lestari, 2018).

*Nata de coco* adalah makanan yang berbentuk jelly kenyal. Makanan ini berasal dari Filipina dan cukup terkenal di negara asia seperti Vietnam dan Indonesia. *Nata de coco* diproduksi dari *Bacterial Cellulose (BC)*, biasanya digunakan bakteri *Acetobacter xylinum* (Phong dkk., 2017). Selulosa adalah polimer alam berupa zat karbohidrat (polisakarida) dengan rumus molekul  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Selulosa merupakan bahan yang tersedia di alam paling melimpah dan murah. Bahan ini secara tradisional diekstrak dari tanaman atau limbah mereka. Selulosa merupakan biopolimer yang dapat diperoleh dari hasil pertanian. Polimer hasil pertanian mempunyai sifat termoplastik sehingga mempunyai potensi untuk dibentuk atau dicetak menjadi bioplastik. Keunggulan polimer jenis ini adalah tersedia sepanjang tahun (*renewable*) dan mudah hancur secara alami (*biodegradable*). Di Indonesia penggunaan selulosa sebagai bahan baku untuk bioplastik mempunyai potensi besar karena di Indonesia banyak bahan baku bioselulosa, di antaranya nanas, kelapa, jerami dan rumput laut padi merupakan beberapa alternatif sumber selulosa sebagai bioplastik *biodegradable* (Esa dkk, 2014).

*Plasticizer* merupakan bahan yang tidak mudah menguap, dapat merubah struktur dimensi objek, menurunkan ikatan rantai antar protein dan mengisi ruang-ruang yang kosong pada produk (Banker, 1966). *Edible film* yang terbuat dari protein dan polisakarida bersifat rapuh, sehingga membutuhkan *plasticizer* untuk meningkatkan elastisitas film. Molekul *plasticizer* mengurangi daya ikat rantai protein serta meningkatkan elastisitas dan fleksibilitas bahan film. Jumlah *plasticizer* yang

ditambahkan ke dalam persiapan pembentukan film hidrokoloid bervariasi antara 10% dan 60% berat hidrokoloid. Senyawa yang paling umum digunakan sebagai *plasticizer* adalah: gliserol, sorbitol, poliol (propilen glikol), polietilen glikol, oligosakarida dan air. Gliserol difungsikan sebagai *plastileizer* yang dapat memberikan sifat fisis dan mekanik. Sifat mekanik dan fisis yang dipengaruhi gliserol adalah *tensile strength*, modulus elastisitas, dan *elongation at break* pada plastik (Maulida, 2018 dan Isroi, 2017). Semakin banyak jumlah gliserol yang digunakan maka akan semakin banyak pula bagian dari bioplastik yang akan terdegradasi. Penambahan gliserol yang tinggi akan mengurangi sifat fisik dari bioplastik (Isroi, 2017).

*Edible film* dapat diproduksi dari bahan yang memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan tipis (*film forming ability*). Dalam proses pembuatannya bahan pembuat film harus terlarut dan terdispersi dalam suatu pelarut seperti air, alkohol, campuran air-alkohol, atau campuran pelarut lainnya. Pemlastis (*plasticizer*), zat antimikroba, zat warna, dan zat perasa dapat ditambahkan dalam proses pembuatannya. Dalam pengaplikasiannya pada makanan, larutan ini dapat digunakan dengan beberapa metode seperti pencelupan, penyemprotan, dan penyepuhan yang diikuti dengan pengeringan (Bourtoom, 2008)

Komponen yang digunakan untuk membuat *edible film* terbagi kedalam tiga kategori yaitu: hidrokoloid (seperti protein, polisakarida dan alginat), lemak (seperti asam lemak, *acylglycerol*, dan lilin), dan komposit. Hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *edible film* dapat berupa protein atau karbohidrat. Karbohidrat yang banyak digunakan sebagai bahan film adalah polisakarida meliputi selulosa, pektin, pati, pati modifikasi, ekstrak rumput laut, gum arab dan kitosan. Polisakarida umumnya sangat hidrofilik sehingga menghasilkan sifat penghambat uap air dan gas yang kurang baik, walaupun demikian pelapis dari polisakarida ini dapat memperlambat hilangnya kelembaban dari dalam produk pangan. (Bourtoom, 2008). Polisakarida sebagai bahan dasar *edible film* dapat dimanfaatkan untuk mengatur udara di sekitarnya dan memberikan ketebalan atau kekentalan pada larutan *edible film*. Pemanfaatan dari senyawa barantai

panjang ini sangat penting karena tersedia dalam jumlah banyak, harganya murah dan bersifat non toksik (Krochta, 1994).

Senyawa lipida yang dapat digunakan sebagai lapisan pelindung terdiri dari monogliserida asetat, lilin alami dan surfaktan. Senyawa lipida yang paling efektif adalah *paraffin wax* dan *beeswax*. Film yang terbentuk dari senyawa lipida umumnya memiliki sifat penghambat kelembaban yang sangat baik karena senyawa lipida tergolong hidrofobik. Lipida yang sering digunakan sebagai *edible film* antara lain lilin parafin dan lilin *carnauba* (Bourtoom, 2008).

Komposit film terdiri dari komponen lipida dan hidrokoloid. Aplikasi dari komposit film dapat dalam lapisan satu-satu (*bilayer*), di mana satu lapisan merupakan hidrokoloid dan satu lapisan lain merupakan lipida, atau dapat berupa gabungan lipida dan hidrokoloid dalam satu kesatuan film. Gabungan dari hidrokolid dan lemak digunakan dengan mengambil keuntungan dari komponen lipida dan hidrokoloid. Lipida dapat meningkatkan ketahanan terhadap penguapan air dan hidrokoloid dapat memberikan daya tahan. Perkembangan *edible film* atau yang dikenal sebagai bahan pelapis dari suatu produk pangan akhir-akhir ini mengalami kemajuan dengan pesat. Penelitian *edible film* yang pada awalnya diutamakan formulasi film dan sifat fisik, sekarang telah meningkat sampai kemungkinan struktur film mempengaruhi sifat film (Krochta, 1994).

Aplikasi *edible film* untuk buah dan sayur, daging dan unggas, serta untuk flavor encapsulation. Beberapa dari *edible film* adalah untuk memberikan penghalang semipermeabel terhadap gas dan uap, untuk membawa aditif seperti peningkat tekstur, antimikroba, antioksidan, dll. Secara umum, *edible film* merupakan suatu pilihan yang menarik untuk buah-buahan dan sayuran utuh, karena penghalang dapat dibentuk untuk melindungi produk dan tingkat fisiologis pascapanen kerusakan berkurang. Keberhasilan penerapan *edible film* sebagai hambatan untuk buah-buahan dan sayuran terutama tergantung pada pengembangan film atau lapisan yang dapat memberikan komposisi gas internal yang sesuai untuk buah tertentu / sayuran. Beberapa faktor harus diatasi ketika mengembangkan sebuah film di antaranya: bagaimana sifat larutan *coating* akan

mempengaruhi produk, bagaimana lapisan akan berubah dengan waktu, bagaimana lapisan akan berinteraksi dengan produk yang mungkin menyebabkan perubahan rasa, dan bagaimana kondisi penyimpanan akan mempengaruhi lapisan. Pertimbangan lainnya termasuk pentingnya ketebalan, warna, dan rasa *coating*, karena parameter ini dapat mengubah kualitas akhir dari produk dilapisi (Olivias, 2009)

*Edible film* telah digunakan selama berabad-abad untuk mencegah penurunan kualitas seperti penyusutan, oksidatif rasa, kontaminasi mikroba, dan perubahan warna dalam daging dan produk unggas. Di Jepang pembuatan *edible film* dari susu kedelai pada abad kelima belas, dan digunakan untuk tujuan pengawetan makanan. Pada abad keenam belas Inggris, daging dipotong dilapisi lemak untuk mengurangi hilangnya kelembaban dan penyusutan. Sejak itu, sejumlah formulasi *coating lipid* telah digunakan untuk meningkatkan kualitas daging dan produk daging. Letney (1958) mengusulkan daging *coating* dengan lemak meleleh dan membiarkannya memantapkan untuk membentuk sebuah film untuk memperpanjang masa simpan produk daging selama penyimpanan. Berbagai *edible film* polisakarida dan pelapis seperti pati dan turunannya, alginat, karagenan, eter selulosa dan pektin juga telah digunakan untuk meningkatkan kualitas daging dan produk unggas. Film polisakarida yang nongreasy dan memiliki daya tarik visual, yang membuat mereka diinginkan untuk aplikasi seperti membungkus dalam produk daging. Film ini hambatan baik untuk gas. Namun, karena sifat hidrofilik mereka, kelembaban sangat rendah. Film protein juga telah diteliti sepanjang sejarah untuk meningkatkan kualitas daging dan produk unggas. Pada abad kesembilan belas, penggunaan film gelatin untuk mengawetkan daging diusulkan oleh Harvard dan Harmony (1869) dan Morris dan Parker (1896). Penambahan larutan gelatin dan polimer metaphosphate, dan larutan air dari gelatinates logam sebagai lapisan pada daging olahan seperti sosis, bacon, dan ham untuk menghambat pertumbuhan jamur dan oksidasi lipid, dan mengurangi penanganan kerusakan. Penggabungan alkohol polihidrat (yaitu, propilen glikol, etilena glikol, gliserol, atau sorbitol) menjadi mgelatin-pembentuk film

solusi menghasilkan film fleksibel yang menunjukkan sifat penghalang yang baik (Ustunol, 2009)

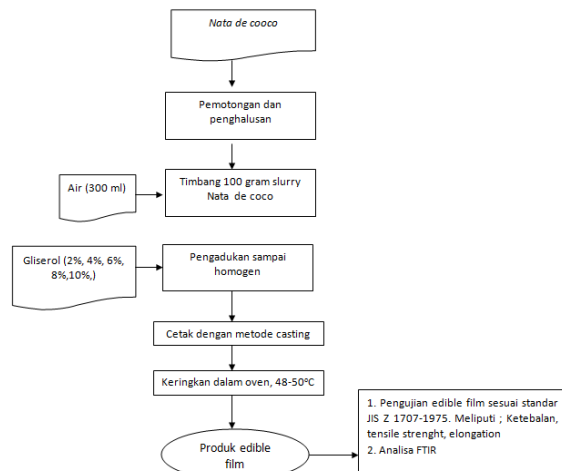
*Edible film* yang digunakan untuk flavor enkapsulasi harus memenuhi beberapa kriteria, beberapa di antaranya adalah sebagai berikut: ia harus membentuk dan menstabilkan emulsi, mempertahankan rasa selama enkapsulasi, melindungi rasa selama penyimpanan dari penguapan dan reaksi, dan kemudian melepaskan rasa ke produk pangan akhir pada konsumsi. Pentingnya menanamkan sifat pengemulsi tergantung pada jenis penyedap yang dikemas, proses enkapsulasi, dan aplikasi akhir dari rasa yang dikemas. Jika flavor tidak larut dalam sistem yang digunakan untuk enkapsulasi, maka matriks pengemulsi diperlukan. Emulsifikasi diperlukan untuk meminimalkan kerugian rasa selama proses enkapsulasi (*spray drying* dan proses ekstrusi). Ada banyak data dalam literatur yang menunjukkan bahwa retensi perasa tidak larut air secara substansial ditingkatkan jika emulsi berkualitas baik disiapkan dan digunakan selama proses enkapsulasi (Reineccius, 2009).

Tujuan penelitian ini adalah membuat *edible film* dari *nata de coco* dan gliserol, serta menguji pengaruh peningkatan kadar gliserol terhadap karakter mekanik *edible film*.

## METODE PENELITIAN

Pembuatan *edible film* terbagi menjadi 2 tahap yaitu *mixing* dan *casting*, atau pengepresan dan perendaman. Metodologi pengepresan dan perendaman terjadi karena adanya transfer massa secara difusi, dimana proses ini disebabkan oleh gerakan molekuler secara acak dan dominan pada fluida yang diam atau fluida yang mengalir laminar atau transfer massa yang dibantu dengan dinamika aliran. Sedangkan Metodologi *mixing* dan *casting* terjadi karena adanya transfer massa secara konveksi, di mana perpindahan massa dari suatu permukaan ke fluida yang bergerak atau juga disebut dengan perpindahan massa antar fasa. Oleh karena itu penelitian ini lebih cocok dan optimal dengan menggunakan metode proses *mixing* dan *casting* karena proses pencampuran gliserol dan kotosan bisa terdistribusi merata pada *edible film*. Sehingga untuk sifat-sifatnya bisa merata diseluruh bagian. Sedangkan untuk proses pengepresan

dan perendaman diperkirakan tidak merata pada *edible film*.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pembuatan *edible film* dari *nata de coco* mengacu kepada metodologi penelitian terdahulu (Ulfah, 2017; Harianingsih, 2016; Maulida, 2017; Wini, 2013; Guntarti, 2017; dan Supeni, 2012). Pembuatan *edible film nata de coco* menggunakan basis 100 gram, dan variasi konsentrasi gliserol (2%, 4%, 6%, 8%, 10% b/b). Terhadap *edible film* yang dihasilkan tersebut dilakukan analisa ketebalan, *tensile strength*, elongation, dan FTIR.

Pengukuran ketebalan *edible film* menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,02 mm. Analisa *tensile strength* dan *elongation at break* dalam studi ini berdasarkan ASTM D-882. Sifat mekanik dikarakterisasi dengan menggunakan Alat Uji Tarik *Universal Testing Machine*. Analisa sampel dengan menggunakan FTIR pada daerah bilangan gelombang 1000-4000  $\text{cm}^{-1}$  sehingga diperoleh spektrum karakteristik senyawa. Teknik FTIR ini digunakan untuk melihat puncak serapan dari gugus fungsi yang ada dalam produk.

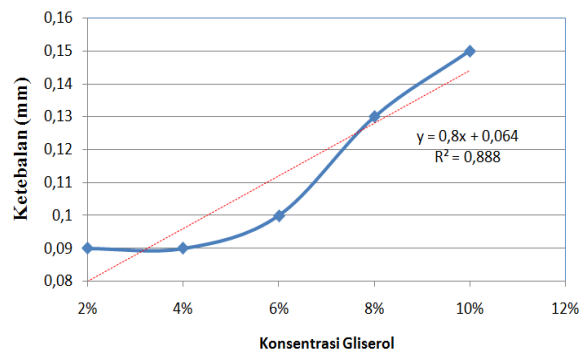
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Ketebalan *Edible Film*

Tabel 1. Ketebalan *Edible Film*

Konsentrasi Gliserol	Ketebalan (mm)
2%	0,09
4%	0,09

6%	0,10
8%	0,13
10%	0,15



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap kelembaban

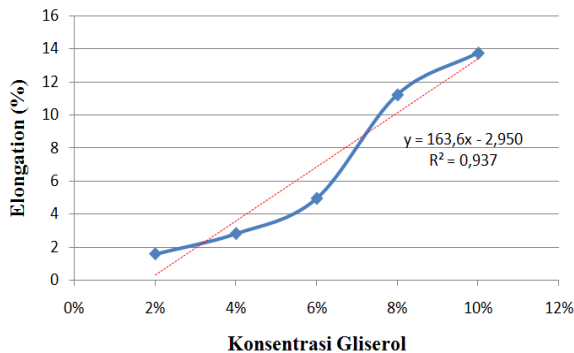
Dari hasil tersebut diperoleh pada konsentrasi gliserol 2% dan 4% ketebalan *edible film* sebesar 0,09 mm; pada konsentrasi gliserol 6% ketebalan *edible film* sebesar 0,10 mm, pada konsentrasi gliserol 8% ketebalan *edible film* sebesar 0,13 mm; dan pada konsentrasi gliserol 10% sebesar 0,15 mm.

Dari data yang diperoleh dapat dilihat dengan meningkatnya konsentrasi gliserol maka semakin tebal *edible film* yang dihasilkan dari 0,12 mm sampai 0,16 mm. Penambahan konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* berpengaruh terhadap ketebalan *edible film*, semakin banyak gliserol yang ditambahkan maka ketebalannya semakin meningkat. (Harianingsih, 2016; Ulfah 2017; Arham, 2016; dan Irawan 2010). *Plasticizer* yang ditambahkan ke pembuatan *edible film* dapat mengikat dengan pati untuk membentuk polimer *plasticizer* pati sehingga ikatan pati-pati dapat digantikan oleh ikatan pati-gliserol-pati yang menyebabkan peningkatan ketebalan film (Burtoom, 2007). Pembentukan larutan film dengan konsentrasi gliserol yang lebih tinggi memiliki kandungan bahan kering yang lebih tinggi sehingga menghasilkan film yang lebih tebal (Nemet dkk., 2010). Selanjutnya gliserol konsentrasi tinggi dapat meningkatkan kemampuan penyerapan kelembaban sampai batas tertentu dan dapat mengakibatkan peningkatan ketebalan film karena terjadi proses penggembungan (Vieira dkk., 2011).

### Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Elongation *Edible Film*

Tabel 2. Elongation Edible Film

Konsentrasi Gliserol	Elongation (%)
2%	1,589
4%	2,821
6%	4,948
8%	11,22
10%	13,75



Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Elongation Edible Film

Dari data yang diperoleh dapat dilihat dengan meningkatnya konsentrasi gliserol maka semakin tebal edible film yang dihasilkan dari 1,589% sampai 13,75%. Penambahan konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* berpengaruh terhadap *elongation* dari *edible film*; semakin besar gliserol yang ditambahkan maka *elongation* semakin meningkat. (Farahnaky, 2012; Fatmasari, 2018; dan Ningsih, 2015).

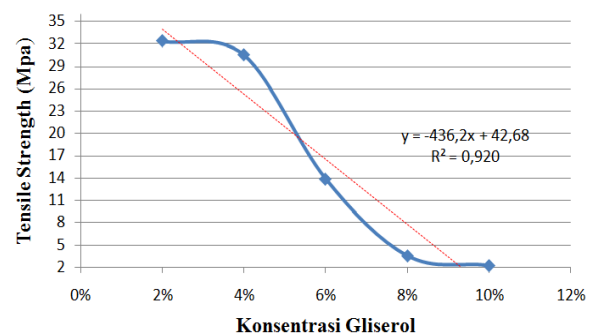
Elongasi *edible film* meningkat seiring peningkatan konsentrasi gliserol pada formulasi edible film. Peningkatan elongasi ini dikarenakan sifat gliserol sebagai *plasticizer* yakni meningkatkan fleksibilitas film. Gliserol dapat berinteraksi dengan pati dengan cara membentuk ikatan pati-*plasticizer* dimana ikatan ini akan mengakibatkan peningkatan elastisitas edible film (Fatmasari, 2018). Penambahan *plasticizer* juga dapat menyebabkan turunnya gaya intermolekular sepanjang rantai polimer sehingga meningkatkan fleksibilitas film (Khwaldia, 2004; Huri dan Nisa, 2014). Gugus hidroksil di sepanjang rantai gliserol merupakan penyebab terbentuknya ikatan hidrogen antara polimer pati dengan *plasticizer* yang menggantikan ikatan hidrogen antara polimer pati selama pembentukan biopolimer film (Burtoom, 2007). Polioliol seperti gliserol berfungsi secara efektif sebagai *plasticizer* berdasarkan

kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal dengan meningkatkan ruang kosong antar molekul, sehingga menurunkan kekakuan dan meningkatkan fleksibilitas film. Ruang kosong antar molekul tersebut diisi oleh *plasticizer* sehingga keberadaan *plasticizer* akan menurunkan tegangan interaksi antar molekul pati (Kroochta, 2004)

### Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Tensile Strength dari Edible Film

Tabel 3. Tensile Strength dari Edible Film

Konsentrasi Gliserol	Tensile Strength (MPa)
2%	32,40
4%	30,50
6%	13,86
8%	3,521
10%	2,267



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Tensile Strength dari Edible Film

Dari hasil tersebut diperoleh pada konsentrasi gliserol 2% sebesar 32,40 MPa; pada konsentrasi gliserol 4% sebesar 30,50 MPa; pada konsentrasi gliserol 6% sebesar 13,86 Mpa; pada konsentrasi gliserol 8% sebesar 3,521 MPa; dan pada konsentrasi gliserol 10% sebesar 2,267 MPa.

Dari data yang diperoleh dapat dilihat dengan meningkatnya konsentrasi gliserol maka semakin rendah *tensile strength* dari *edible film* yang dihasilkan dari 32,40 MPa sampai 2,267 MPa. Penambahan konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* berpengaruh terhadap *tensile strength* dari *edible film*, semakin besar gliserol yang ditambahkan maka *tensile strength* semakin rendah. (Farahnaky, 2012; Fatmasari, 2018; dan Ningsih, 2015 ).



ditunjukkan dengan gugus fungsi karakteristik yaitu gugus O-H , C-H dan C-O.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimka kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi Republik Indonesia/BRIN atas hibah Penelitian Tesis Magister, Terima kasih Penulis sampaikan pula kepada LPPM UMJ dan Prodi Magister Teknik Kimia FTUMJ dan yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Bourtoom, T. 2008. "Edible Film and Coating: Characteristic and Properties". Prince of Songkhla University, Songkhla.
- Esa, Faezah; Tasirin, Siti. M; dan Rahman, Norliza.A. 2014. "Overview of Bacterial Cellulose Production and Application". International Conference on Agricultural and Food Engineering. Scienc Direct.
- Harianingsih; Suwardiyono. 2017. "Pembuatan Edible film Dari Nata De Soya ( Ampas Tahu) Sebagai Bentuk Waste To Product UKM Tahu".Publikasi Ilmiah Universitas Wahid Hasyim. Semarang
- Indraswati, Denok. 2017. "Pengemas Makanan".Forum Ilmiah Kesehatan. Ponorogo
- Irawan, Suryo. 2010."Effect of Glycerol to Phsyca/Mechanical and Barrier Characteristic of Edible Film From Chitosan". Jurnal Kimia dan Kemasan, Vol.32 No.1. 6-12
- Isroi; Supeni, Guntari; Eris, Deden D; dan Cahyanigtyas, Agustina A. 2018. "Biodegradability Of Cassava Edible Bioplastics In Landfill and Plantation Soil". Jurnal Kimia dan Kemasan. 40(2) . 129-140
- Krochta, J.M. 1994. "*Edible Film and Coating to Improve Food Quality*". Technomic Publishing Company. New York
- Lestari, L.T ; Wahyuni, S.T; Mintarti, S.U; dan Churiyah Madziatul. 2018. "Economic Empowerment Models Of Poor Community Based Diversification Of Vco Waste In Nata De Coco Products In Trenggalek District". IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM). Vol 20. Page : 75-83
- Maulida; Kartika, T; Harahap, M.B; dan Ginting, M.H.S. 2017. "Utilization of Mango Seed Starch in Manufacture of Bioplastic Reinforced with Microparticle Clay Using Glycerol as Plasticizer". IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.
- Olivias, Guadalupe I; dan Canovas, Gustavo B. 2009. "Edible Films and Coatings for Fruits and Vegetables". Edible Films and Coatings for Food Applications. Chapter 7. Western Regional Research Center. USA
- Pavlat, Atilla E; dan Orts, William. 2009. "Edible Films and Coatings: Why, What, and How?". Edible Films and Coatings for Food Applications. Chapter 1. Western Regional Research Center. USA
- Phong, Huynh X; Lin, Le T; Thanh, Nguyen N; Long, Bui H.D; dan Dung, Ngo T.P. 2017."Investigating the Conditions for Nata-de-Coco Production by Newly Isolated Acetobacter sp" .American Journal of Food Science and Nutrition. Vol: 4(1): 1-6.
- Puspita, Sherly. (2018, Agustus 19). "Indonesia Penyumbang Sampah Plastik Terbesar Kedua di Dunia ". Kompas.com. Diakses pada 13 Mei 2019 melalui <https://megapolitan.kompas.com/read/2018/08/19/21151811/indonesiapenyumbang-sampah-plastik-terbesar-kedua-di-dunia>.
- Reineccius, Gery A. 2009. "Edible Films and Coatings for Flavor Encap". Edible Films and Coatings for Food Applications. Chapter 9. Western Regional Research Center. USA
- Ulfah, M; Salsabila, A; dan Rohmawati, I. 2017. "Characteristics of Water Solubility and Color on Edible Film From Bioselulosa Nata Nira Siwalan With the Additional of Glycerol". International Conference on Mathematics, Science and Education (ICMSE). IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 983.
- Ustunol, Zey. 2009. "Edible Films and Coatings for Meat and Poultry". Edible Films and Coatings for Food Applications. Chapter 8. Western Regional Research Center