

## Penambahan Pektin dan Gliserol terhadap Karakteristik Edible Film dari Pati Singkong

Kristinah Haryani<sup>1</sup>, Mhd Shaumi Al Anshar<sup>2\*</sup>, Viki Hermansyah<sup>3</sup>

Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang, Jl. Prof. Sudarto, SH, Kec. Tembalang, 50275.

\*Corresponding Author : mhdshaumi@gmail.com

### Abstrak

Pengemasan adalah suatu upaya yang dilakukan untuk menjaga atau melindungi produk pangan maupun non-pangan. Umumnya kemasan terbuat dari plastik, dapat terurai dengan sempurna membutuhkan waktu 100 hingga 500 tahun. Indonesia menempati peringkat kedua negara penghasil sampah terbesar di dunia. Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk mengurangi banyaknya timbunan limbah, khususnya limbah plastik yang sulit terurai di alam. *Edible film* adalah bahan tipis yang digunakan untuk membungkus atau melapisi makanan dan obat-obatan untuk memperpanjang umur simpan produk yang dapat dikonsumsi bersama-sama atau dihilangkan sebelum dikonsumsi. Pada penelitian ini akan mengkaji pengaruh penambahan jenis pektin (apel, jeruk, dan pisang) dan kadar gliserol (1 %, 1,5 %, dan 2 %) yang berbeda pada pembuatan *edible film* dari pati singkong. Prosedur pertama yaitu melakukan karakterisasi pati singkong dengan melakukan uji kadar protein, lemak, air, abu, dan karbohidrat serta kadar metoksil pektin. Setelah dilakukan karakterisasi, dilakukan pembuatan *edible film* dan menganalisis variabel yang berpengaruh (kuat tarik, kemuluran, biodegradabilitas, ketebalan, dan permeabilitas uap air) sehingga didapatkan jenis pektin terbaik, kadar pektin terbaik, dan kadar gliserol terbaik. Hasil penelitian menunjukkan *edible film* dengan karakteristik terbaik memiliki kandungan 2 % pektin apel dan 1,5 % gliserol dengan karakteristik ketebalan 0,15 mm; kuat tarik 0,84 MPa; persen elongasi 79,7 %; laju permeasi air 15,56 g/m<sup>2</sup>.menit dan tingkat biodegradabilitas 85,71 %.

**Kata kunci:** *Edible film*, Pektin, Gliserol, Karakteristik, Terbaik.

### Abstract

Packaging is an action to preserve or protect food and non-food products. Generally, packaging made of plastic can completely decompose and takes 100 to 500 years. Indonesia ranks second waste-producing country in the world. Therefore, a solution is needed to reduce the amount of waste heaped, especially plastic waste which is difficult to decompose in nature. *Edible film* is a thin material used to wrap or coat food and medicines to extend the shelf life of products that can be consumed together or removed before consumption. In this research, we will examine the effect of adding different types of pectin (apple, orange, and banana) and glycerol (1 %, 1,5 %, and 2 %) in *edible film* production from cassava starch. The first procedure in this research is to characterize cassava starch by testing the contents of protein, fat, water, ash, and carbohydrates also pectin methoxyl content. After characterization, the *edible film* was made and analyzed the influencing variables (tensile strength, elongation, biodegradability, thickness, and water vapor permeability) to obtain the best type of pectin, pectin content, and glycerol content. The results showed that the *edible film* with the best characteristics contained 2 % apple pectin and 1,5 % glycerol with a thickness characteristic of 0.15 mm; tensile strength 0.84 MPa; percent elongation 79.7 %; the water permeation rate is 15.56 g/m<sup>2</sup>.minute and the biodegradability rate is 85.71 %.

**Keywords :** *Edible film*, Pectin, Glycerol, Characteristics, Best.

## PENDAHULUAN

Pengemasan suatu barang telah dikenal sejak lama dan semakin berkembang seiring perkembangan teknologi. Kemasan adalah suatu yang penting, khususnya dalam mewadahi bahan makanan. Menurut Kementerian Negara Koperasi Usaha Kecil Dan Menengah (2009) dalam Widiati (2019), Kemasan atau *packaging* adalah ilmu, seni dan teknologi yang bertujuan untuk melindungi sebuah produk saat akan dikirim, disimpan atau dijual. Kemasan dapat menghalangi oksigen dan kontaminan pada udara untuk masuk sehingga menjaga dan mencegah pembusukan makanan (Mulyawan *et al.*, 2019). Maka, pengemasan memiliki peranan dan fungsi yang penting dalam perlindungan produk (Widiati, 2019).

Kalsum *et al.* (2017) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa plastik merupakan salah satu jenis kemasan. Plastik adalah material yang terbuat dari nafta (komponen minyak bumi) yang diperoleh melalui proses penyulingan. Ikatan kimia plastik sangat kuat sehingga banyak digunakan oleh masyarakat (Wahyudi *et al.*, 2018). Plastik banyak dipilih oleh masyarakat karena sifatnya yang ringan, isolator panas, dan biaya produksi yang murah sehingga memiliki harga jual yang murah. Akan tetapi, sifat plastik yang juga memiliki dampak negatif yaitu tidak dapat membusuk dan tidak bisa menyerap air yang mengakibatkan sulitnya terurai dengan sempurna sehingga diperkirakan membutuhkan waktu ratusan tahun (Karuniastuti, 2003 dalam Hasan *et al.*, 2021). Kekurangan plastik berupa waktu penguraian yang lama dapat menjadikan masalah lingkungan yang serius.

Indonesia menempati peringkat kedua negara penghasil sampah terbesar di dunia (Putra & Wahid, 2021). Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) (2020), terdapat 32.737.776,50 ton timbunan sampah/tahun di Indonesia. Plastik merupakan jenis sampah terbanyak kedua setelah sisa makanan, yaitu 17 % dari total timbunan sampah di Indonesia pada tahun 2020. Berdasarkan data yang dirilis oleh International Coastal Cleanup (2021), terdapat 1.685.206 lembar plastik yang ditemukan di laut pada tahun 2020. Pengemas makanan merupakan penyumbang terbesar pada limbah plastik yang ditemukan di laut, yaitu sebanyak 573.534 lembar pembungkus makanan plastik.

Oleh karena itu, diperlukan solusi untuk mengurangi banyaknya timbunan limbah, khususnya limbah plastik yang sulit terurai di alam. *Edible film* bisa menjadi alternatif untuk kemasan makanan sebagai pengganti penggunaan plastik (Triadmojo *et al.*, 2021). *Edible film* adalah bahan tipis yang dapat dikonsumsi serta digunakan untuk membungkus atau melapisi makanan dan obat-obatan sehingga dapat menambah waktu simpan produk. *Edible film* terdiri dari kata *edible* dan *film*. *Edible* berarti suatu yang dapat dikonsumsi bersamaan dengan makanan sehingga perlu mencakup semua sifat bahan makanan yang aman dan *film* adalah bahan penutup yang memiliki sifat melindungi makanan dari lingkungan luar dan membatasi transportasi gas dan uap air antara bahan makanan dan lingkungan luar. Umumnya, bahan ini tidak boleh mengubah penampilan, bau, dan rasa produk. Oleh karena itu, bahan film harus setipis mungkin untuk memperoleh sifat mekanik yang memadai untuk melindungi bahan makanan. Penggunaan bahan alami untuk pembuatan *edible film* memiliki banyak manfaat seperti sifat antimikroba, antioksidan, dan lain sebagainya (Erkmen & Barazi, 2018; Mahajan *et al.*, 2018; Sharma *et al.*, 2019). *Edible film* dapat diproduksi menggunakan bahan ramah lingkungan seperti pektin, kitosan, gelatin, pati, selulosa, dan lain sebagainya (Erkmen & Barazi, 2018).

Pati merupakan polisakarida (homopolimer glukosa) dengan ikatan  $\alpha$ -glukosidik. Karbohidrat utama dalam makanan dapat berupa pati, yang disebut sebagai karbohidrat kompleks (Aryanti, 2013 dalam Widyatmoko, 2015). Dalam 100 g singkong, terdapat sekitar 90,21 g pati (Permana, 2012 dalam Widyatmoko, 2015). Kandungan pati dalam singkong yang mencapai 90 % dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *edible film* (Perera *et al.*, 2021).

Pektin merupakan polimer dengan ikatan  $\alpha$ -1,4-glukosida dari asam galakturonat, turunan galaktosa. Pektin bisa didapatkan dari tumbuhan baik dari buah dan sayur. Berbagai buah dapat dijadikan sumber pektin seperti pisang, apel, dan jeruk. Pektin yang berasal dari tumbuhan secara alami tergolong sebagai *food additive* (bahan tambahan pada makanan) yang aman menurut *Food and Drug Administration* (FDA) (Dash *et al.*, 2019). *Plasticizer* ditambahkan pada

pembuatan *edible film* untuk meningkatkan sifat elastisitas dari *biofilm* sehingga menghasilkan lapisan film yang elastis dan lentur (Krochta & Johnston, 1997 dalam Saleh *et al.*, 2017). *Plasticizer* yang digunakan adalah gliserol (Krochta *et al.*, 1994 dalam Saleh *et al.*, 2017).

Kadar metoksil merupakan sifat kimia penting pada pektin yang menentukan karakteristik pektin (Gnanasambandam & Proctor, 1999). Kadar metoksil pada pektin dideskripsikan sebagai jumlah mol metanol dalam 100 mL asam galakturonat (Pagarra *et al.*, 2018). Kadar metoksil pektin berpengaruh terhadap tekstur dan struktur dari gel pektin sehingga berperan penting dalam larutan pektin untuk menentukan sifat fungsional (Constenla & Lozano, 2003).

Gliserol merupakan senyawa dengan tiga gugus hidroksil pada senyawa alkohol serta terbentuk dari reaksi esterifikasi sebagai produk samping. Penambahan gliserol dapat mempengaruhi karakteristik *edible film*. *Tensile strength edible film* dapat mengalami penurunan seiring meningkatnya konsentrasi gliserol. Hal tersebut disebabkan daya renggang pada *edible film* melemah serta molekul-molekul mengalami penurunan interaksi sehingga *film* yang diperoleh elastis.

Suatu *edible film* memiliki karakteristik yang dapat diamati dan dianalisis. Karakteristik dari *edible film* yang dapat dianalisis antara lain *tensile strength*, *elongation*, ketebalan, biodegradabilitas, dan *water vapour permeation* (Pradana *et al.*, 2017; Saleh *et al.*, 2017). *Tensile strength* (kuat tarik) merupakan maksimal gaya yang dapat diberikan pada film dengan luasan tertentu (Kar, 2021). *Elongation* (kemuluran) merupakan peregangan film secara maksimal atau maksimal perubahan panjang film sebelum terputus (Hazirah, *et al.*, 2018). Analisis biodegradabilitas digunakan untuk meninjau tingkat degradasi suatu material di lingkungan. Analisis biodegradabilitas dapat menggunakan metode *soil burial test*, yaitu material ditimbun di dalam tanah (Rahmawati, 2018). Pada *edible film*, sifat seperti kuat tarik, elongasi dan ketahanan terhadap transmisi uap air (permeabilitas) dapat dipengaruhi oleh ketebalan *film* (Hasdar *et al.*, 2011 dalam Fera & Nurkholik, 2018). Permeabilitas uap air (*Water vapour permeation* / WVP) dapat dideskripsikan sebagai sifat suatu film dalam mempertahankan

dan menjaga kandungan uap air dalam bahan yang dikemas (Bertuzzi *et al.*, 2017).

Sebelumnya, telah dilakukan berbagai penelitian terkait karakterisasi *edible film*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Fadhil *et al.* (2021), telah dilakukan karakterisasi ketebalan, transmisi uap air, kuat tarik, dan karakteristik lain pada *edible film*, tetapi hanya meninjau efek dari konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Afandi *et al.* (2021), telah dilakukan juga karakterisasi terhadap *edible film*, tetapi bahan baku pembuatan *edible film*nya adalah pati jagung (*Zea mays L.*). Pada penelitian yang dilakukan oleh Ariska (2021), telah dilakukan karakterisasi *edible film* berbahan dasar pati singkong, tetapi zat tambahan yang diberikan yaitu ekstrak jahe gajah.

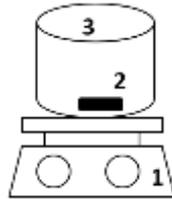
Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan berbagai jenis pektin dan gliserol terhadap sifat mekanik, *burial test*, permeasi uap air, ketebalan, daya larut, dan ketebalan *edible film* berbahan dasar pati singkong untuk melengkapi penelitian yang telah dilakukan sebelumnya

## METODE

### Bahan dan peralatan

Pada penelitian ini, bahan utama yang digunakan adalah pati singkong (*Amylum manihot*) seberat 1000 gram (1 kg). Pati memiliki kandungan kadar air 10,66 %; kadar abu 0,05 %; protein 1,199 %; lemak 0,308 % dan karbohidrat 87,783 %. Bahan lain yang digunakan yaitu gliserol *Food Grade*, didapatkan dari toko Jwalita\_shop, dibeli melalui *e-commerce* (*online shop*). Pektin buah (apel, jeruk dan pisang) dengan berat masing-masing 100 gram dari Toko Xarissa Corner, dibeli melalui *e-commerce* (*online shop*). HCl dengan kadar 37 % sebanyak 20 mL didapatkan dari Laboratorium Kimia FSM UNDIP. NaOH dengan merk MERCK seberat 200 gram, aquadest sebanyak 1,5 liter dan etanol 96 % sebanyak 100 mL dibeli dari Toko Kimia Indrasari, Semarang. Indikator PP sebanyak 10 mL didapatkan dari Laboratorium Dasar Teknik Kimia UNDIP. Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hotplate stirrer*, *magnetic stirrer*, dan peralatan gelas dengan merk Iwaki, Herma, dan Pyrex.

### Gambar Rangkaian Alat



Gambar 1. Rangkaian alat pembuatan *edible film*

Keterangan:

1. *Hotplate stirrer*
2. *Magnetic stirrer*
3. *Beaker glass*

### Prosedur Percobaan



Gambar 2. Prosedur percobaan

#### a. Karakterisasi Bahan Baku

Pati singkong dianalisis kandungan didalamnya berupa lemak (SNI 01-2354.3-2006), protein (SNI 01-2354.4-2006), kadar air (SNI 01-2354.2-2006), dan kadar abu (SNI 01-2354.1-2006) di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro. Diperoleh karakteristik pati dengan kadar air: 10,66 %; kadar abu: 0,05 %; protein: 1,199 %; lemak: 0,308 %; karbohidrat: 87,783 %.

Kemudian dilakukan penentuan kadar metoksil dari pektin dengan cara melarutkan campuran 0,5 g pektin dan 2 mL etanol 95 % dalam NaCl 2,5 %. Larutan ditambahkan 5 tetes indikator fenoltalein (PP) dan dilakukan titrasi sampai terbentuk warna merah muda dengan larutan NaOH 0,1 N. Kemudian, larutan hasil titrasi ditambahkan 25 mL larutan NaOH 0,2 N kemudian diaduk dan didiamkan dalam keadaan tertutup selama 30 menit pada suhu kamar. Selanjutnya ditambahkan 25 mL larutan HCl 0,2 N dan ditetesi 5 tetes indikator fenoltalein (PP) kemudian dititrasi sampai terbentuk warna merah

muda dengan larutan NaOH 0,1 N. Kadar metoksil dihitung berdasarkan volume titran yang digunakan:

$$\text{Kadar metoksil} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times 31}{\text{Bobot sampel (mg)}} \times 100 \%$$

(Maulana, 2015 dalam Latupeirissa *et al.* 2019)

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh karakteristik pektin (apel, jeruk, dan pisang) yang digunakan sebagai bahan baku dengan secara berurutan 3,72 %; 1,86 %; 2,48 %.

#### b. Pembuatan *edible film*

Larutan pati singkong dengan konsentrasi pati singkong 3 % (berat pati per volume aquadest) dibuat dengan melarutkan pati singkong (3 g) dalam 100 ml aquadest. Larutan dipanaskan pada suhu 70°C diatas *hotplate stirrer* dengan pengadukan 100 rpm menggunakan *magnetic stirrer*. Setelah terbentuk gel, ditambahkan gliserol dengan komposisi 1 % (volume gliserol per volume aquadest) dan ditambahkan larutan pektin 2 % (berat pektin per volume aquadest). Gel dicetak dengan ukuran 10cm×10cm dan dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 23 jam. Setelah kering, dinginkan di dalam desikator yang berisi *silica gel* selama 2-3 hari. Lalu *edible film* disimpan dalam wadah plastik yang berisi *silica gel*. Ulangi tahapan diatas untuk variabel pektin pisang, apel, dan jeruk. Selanjutnya dilakukan analisis karakteristik *edible film* berupa *tensile strength*, %elongasi, *burial test*, *water vapour permeation*, dan ketebalan untuk mengetahui jenis pektin yang terbaik. Setelah mendapatkan jenis pektin yang terbaik, mengulangi pembuatan *edible film* dengan variabel konsentrasi pektin yang dibuat bervariasi (1 %, 1,5 %, dan 2 %) dan menggunakan jenis pektin terbaik yang didapatkan pada analisis sebelumnya dan kemudian dianalisis kembali karakteristiknya untuk mengetahui konsentrasi pektin terbaik. Setelah mendapatkan konsentrasi pektin yang terbaik, mengulangi pembuatan *edible film* dengan variabel konsentrasi gliserol yang dibuat bervariasi (1 %, 1,5 %, dan 2 %) serta menggunakan jenis pektin terbaik dan konsentrasi pektin terbaik yang telah didapatkan pada analisis sebelumnya dan kemudian dianalisis kembali karakteristiknya untuk mengetahui kadar gliserol terbaik (Saleh, *et al.*, 2017).

#### c. Metode Analisis

##### Analisis *Tensile Strength* dan % Elongasi

Alat yang digunakan yaitu *Tensile Strength Tester*. Langkah analisisnya yaitu film yang dibuat diletakkan pada alat (dijepit di bagian atas dan bawah), kemudian alat dinyalakan. Data yang diperoleh berupa kuat tarik dan panjang akhir film sebelum putus. Dari data yang didapatkan dapat dilakukan perhitungan %*elongation* (% kemuluran) dan *tensile strength*.

$$\text{Tensile strength (N/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas}}$$

$$\% \text{elongasi} = \frac{\text{perpanjangan (cm)}}{\text{panjang awal (cm)}} \times 100 \%$$

(Nurdiniah, 2017)

#### Analisis Burial Test

Uji tingkat begradasi dilakukan dengan metode *soil burial test*, yaitu sampel *edible film* yang dihasilkan disimpan dalam desikator selama 24 jam dan dilakukan penimbangan awal. Sampel ditimbun di dalam tanah selama 7 hari. Sampel tersebut dilakukan penimbangan setiap hari kemudian dihitung banyaknya massa yang hilang setelah dikubur di dalam tanah (Rahmawati, 2018).

#### Analisis Water Vapour Permeation

Menurut Shabrina *et al.* (2017) dalam Santoso & Atma (2020), sampel *film* dengan

ukuran tertentu disimpan dalam desikator selama 24 jam, lalu ditempatkan kedalam *beaker glass* berisi aquadest 30 ml dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Transmisi uap air dihitung dengan rumus:

$$\text{WVP} = \frac{\Delta G}{A \cdot t}$$

Keterangan:

$\Delta G$  = perubahan berat film (gram)

A = luas penampang film (m<sup>2</sup>)

t = waktu (60 menit)

#### Analisis Ketebalan

Menurut Setiani *et al.* (2013) dalam Fera & Nurkholik (2018), ketebalan *edible film* dapat diukur menggunakan mikrometer sekrup yang memiliki ketelitian 0,01 mm. *Edible film* diukur pada 5 titik yang berbeda. Hasil pengukuran ketebalan *edible film* diambil rata-rata.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Penambahan Pektin

Pada pembuatan *edible film*, dilakukan penambahan beberapa jenis pektin dengan kadar yang sama yaitu 2 %. Pektin yang digunakan berupa pektin apel, pisang dan jeruk. Didapatkan data karakteristik *edible film* dengan variasi jenis pektin, terdapat dalam tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik *edible film* pada variasi jenis pektin

Jenis Pektin	Ketebalan (mm)	<i>Tensile Strength</i> (MPa)	Elongasi (%)	WVP (g/m <sup>2</sup> .menit)	Biodegradabilitas (%)
Apel	0,12	1,70	56,33	11,01	77,42
Jeruk	0,1	1,02	39,3	19,81	60,00
Pisang	0,1	1,43	56	22,04	66,67

Pada tabel 1, ketebalan *edible film* yang dihasilkan sebesar 0,12 mm pada pektin apel dan 0,1 mm (pada pektin jeruk dan pisang). Karakteristik berupa *tensile strength* pada *edible film* yang dihasilkan dengan penambahan pektin apel, jeruk dan pisang secara berurutan sebesar 1,7 MPa; 1,02 MPa dan 1,43 MPa. Untuk persen elongasi, penambahan pektin apel, jeruk dan pisang, didapatkan hasil secara berurutan sebesar 56 %; 39,3 % dan 56 %. Untuk sifat laju permeasi air (WVP) didapatkan hasil sebesar 11,01 g/m<sup>2</sup>.menit (pektin apel), 19,81 g/m<sup>2</sup>.menit (pektin jeruk), dan 22,04 g/m<sup>2</sup>.menit (pektin pisang). Sedangkan sifat biodegradabilitas *edible*

*film* setelah ditanam selama 1 minggu, tingkat degradasi dengan penambahan pektin apel sebesar 77,42 %; sedangkan pektin jeruk sebesar 60 % dan pektin pisang sebesar 66,67 %. Secara keseluruhan, karakteristik terbaik *edible film* yang didapatkan adalah dengan penambahan pektin apel.

Dari uji yang dilakukan, pada pektin apel, jeruk dan pisang secara berurutan memiliki kadar metoksil sebesar 3,72 %; 1,86 %; dan 2,48 %. Pada proses gelatinisasi, kemampuan pembentukan gel pada pektin dapat dipengaruhi kadar metoksil (Putri *et al.*, 2020). Kemampuan pembentukan gel pada pektin menurun seiring

penurunan kadar metoksilnya sehingga semakin tinggi kadar metoksil, pembentukan gel dengan pektin semakin baik (Owens & Maclay, 1946 dalam Reichembach *et al.*, 2020). Pektin dengan kadar metoksil rendah menyebabkan pembentukan gel yang keras dan kurang baik (Lee *et al.*, 2021). *Edible film* dengan pektin metoksil rendah menyebabkan kelenturan film rendah sehingga %elongasinya rendah. Sifatnya yang mudah rapuh mengindikasikan *tensile strength* rendah. Selain itu, Pada pembentukan

gel, interaksi hidrofobik gugus metoksil dapat menyebabkan pengurangan area kontak dengan air (Gawkowska *et al.*, 2018). Hal tersebut dapat menyebabkan transportasi air pada gel semakin sedikit.

#### Pengaruh Kadar Pektin

Pada pembuatan *edible film* berbasis pati singkong, dilakukan penambahan pektin apel dengan kadar berbeda. Kadar yang ditambahkan sebesar 1 %, 1,5 %, dan 2 %. Didapatkan data karakteristik *edible film* pada tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik *edible film* pada variasi kadar pektin

Kadar Pektin	Ketebalan (mm)	<i>Tensile Strength</i> (MPa)	Elongasi (%)	WVP (g/m <sup>2</sup> .menit)	Biodegradabilitas (%)
1 %	0,13	0,48	12,8	12,29	66,67
1,5 %	0,09	0,75	26,3	11,28	75,00
2 %	0,12	1,70	56,33	11,01	77,42

Pada tabel 2, ketebalan *edible film* yang dihasilkan dengan penambahan pektin apel 1 %; 1,5 % dan 2 % sebesar 0,13; 0,09 dan 0,12 mm. Karakteristik *tensile strength* pada *edible film* yang dihasilkan dengan penambahan pektin apel 1 %, 1,5 %, dan 2 % secara berurutan sebesar 0,48 MPa; 0,75 MPa dan 1,7 MPa. Pektin yang ditambahkan menambah nilai kuat tarik *edible film* karena kuat tarik intermolekul meningkat dengan adanya pembentukan matriks polimer yang kuat antara pati dan pektin (Widyaningsih *et al.*, 2012 dalam Pradana *et al.*, 2017). Untuk persen elongasi dengan variasi kadar pektin apel (1 %, 1,5 % dan 2 %), didapatkan hasil secara berurutan sebesar 12,8 %; 26,3 % dan 56,33 %. Peningkatan sifat elastisitas *film* berbanding lurus terhadap penambahan konsentrasi pektin. Hal ini diduga karena terbentuknya ruang bebas pada interaksi pati dan pektin serta peningkatan mobilitas molekul yang membentuk ikatan hidrogen akibat sifat hidrofilik pada pati dan pektin (Pradana *et al.*, 2017). Sifat laju permeasi air (WVP) didapatkan hasil sebesar 12,29 g/m<sup>2</sup>.menit (pektin apel 1 %); 11,28 g/m<sup>2</sup>.menit (pektin apel 1,5 %) dan 11,01 g/m<sup>2</sup>.menit (pektin apel 2 %). Permeabilitas uap air pada *film* menunjukkan adanya penurunan nilai seiring dengan penambahan pektin pada pembuatan *edible film* berbasis pati. Penambahan pektin

mengakibatkan terbentuknya interaksi yang kuat antar keduanya sehingga mengakibatkan volume dan jarak antar molekul *film* semakin kecil (Wu *et al.*, 2009 dalam Pradana *et al.*, 2017). Matriks polimer yang terbentuk pada film akibat ikatan antara pati dan pektin juga mengakibatkan rongga dalam gel *film* semakin kecil, sehingga migrasi uap air pada *edible film* yang dibuat tertahan dengan baik (Pradana *et al.*, 2017). Sedangkan sifat biodegradabilitas *edible film* setelah ditanam selama 1 minggu, tingkat degradasi dengan penambahan pektin apel 1 % sebesar 66,67 %; untuk kadar 1,5 % sebesar 75 % dan untuk kadar 2 % sebesar 77,42 %. *Edible film* yang mempunyai komposisi massa hidrokoloid lebih banyak memiliki sifat biodegradabilitas tinggi (Sarka *et al.*, 2011 dalam Dewi *et al.*, 2019). Penambahan pektin yang sedikit (1-2 %) tidak memberikan perbedaan ketebalan *edible film* yang signifikan (Lesmana *et al.*, 2017). Secara keseluruhan, karakteristik terbaik *edible film* yang didapatkan adalah *edible film* dengan kadar pektin apel 2 %.

#### Pengaruh Kadar Gliserol

Pada pembuatan *edible film* berbasis pati singkong, dilakukan penambahan gliserol dengan kadar berbeda. Kadar yang ditambahkan sebesar 1 %, 1,5 %, dan 2 %. Didapatkan data karakteristik *edible film* pada tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik *edible film* pada variasi kadar gliserol

Kadar Gliserol	Ketebalan (mm)	Tensile Strength (MPa)	Elongasi (%)	WVP (g/m <sup>2</sup> .menit)	Biodegradabilitas (%)
1 %	0,12	1,70	56,33	11,01	77,42
1,5 %	0,15	0,84	79,7	15,56	85,71
2 %	0,14	0,53	95,3	17,22	80,49

Penambahan gliserol sebanyak 1 %; 1,5 % dan 2 % secara berturut-turut menghasilkan *edible film* dengan tebal 0,12; 0,15 dan 0,14 mm. Menurut Rosida (2017), penambahan gliserol pada pembuatan *edible film* mengakibatkan peningkatan akumulasi padatan dalam larutan sehingga ketebalan film semakin besar. *Tensile strength* yang dihasilkan secara berturut-turut sebesar 1,70 MPa; 0,84 MPa dan 0,53 MPa. Menurut Harianingsih *et al.* (2017), nilai *tensile strength* berbanding terbalik dengan gliserol yang ditambahkan. Semakin banyak gliserol yang ditambahkan, akan mengakibatkan penurunan *tensile strength*. Hal ini disebabkan oleh ikatan rantai yang semakin kuat sebagai akibat dari interaksi hidrogen dalam *edible film* yang semakin banyak sehingga untuk memutuskan ikatan rantai tersebut dibutuhkan energi yang relatif besar. Untuk persen elongasi dengan variasi kadar gliserol (1 %, 1,5 % dan 2 %), didapatkan hasil secara berurutan sebesar 56,33 %; 79,7 % dan 95,3 %. Persen elongasi meningkat seiring bertambahnya kadar gliserol pada *edible film*. Semakin banyak penambahan gliserol akan menurunkan ikatan kohesi antar polimer sehingga film yang terbentuk akan menjadi lunak dan mudah putus. Peningkatan ketebalan *edible film* yang dibuat sebagai akibat dari penambahan gliserol pada saat proses pembuatana film dapat mengakibatkan peningkatan pemanjangan *film* pada saat putus (Harianingsih *et al.*, 2017; Handayaningsih & Ulfah, 2017). Untuk sifat laju permeasi air (WVP) didapatkan hasil sebesar 11,01 g/m<sup>2</sup>.menit untuk kadar gliserol 1 %; 15,56 g/m<sup>2</sup>.menit untuk kadar gliserol 1,5 % dan 17,22

g/m<sup>2</sup>.menit untuk kadar gliserol 2 %. Menurut Rosida *et al.* (2017), peningkatan jumlah gliserol menyebabkan peningkatan besar *water vapor permeability* (WVP) *edible film* karena sifat hidrofilik dari gliserol. Umumnya pada bagian hidrofilik *edible film* terjadi migrasi uap air sehingga perbandingan antara bagian hidrofobik dan hidrofilik *edible film* akan mempengaruhi besar *water vapor permeability* (WVP). Sedangkan sifat biodegradabilitas *edible film* setelah ditanam selama 1 minggu dengan penambahan gliserol 1 % sebesar 77,42 %; untuk kadar 1,5 % sebesar 85,71 % dan untuk kadar 2 % sebesar 80,49 %. Penambahan gliserol menyebabkan penurunan gaya intermolekuler pada *edible film* sehingga kelarutannya bertambah. Semakin tinggi kandungan hidrofilik *edible film*, maka kelarutannya akan semakin tinggi (Bourtoom 2007 dalam Nurdini 2017). Sifat hidrofilik gliserol dapat berpengaruh pada ikatan rantai dan gaya antar ikatan rantai dari ikatan hirogen pada gugus hidroksil sehingga mempermudah interaksi dengan mikroba (Sofia *et al.*, 2017). Oleh karena itu, peningkatan kadar gliserol dalam *edible film* mengakibatkan semakin tinggi tingkat biodegradabilitasnya. Secara keseluruhan, karakteristik terbaik *edible film* yang didapatkan adalah *edible film* dengan kadar gliserol 1,5 %.

#### **Perbandingan Edible Film yang Dihasilkan dengan Standar Edible Film**

Dari *edible film* yang diperoleh dari penelitian, dilakukan perbandingan karakteristik *edible film* dengan standar yang ada. Menurut Japanese Industrial Standart (1975) dalam Deden *et al.* (2020), *edible film* disarankan memiliki

ketebalan <0,25 mm. *Edible film* yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki ketebalan berkisar 0,09-0,15 mm. Hal tersebut telah sesuai dengan standar yang ditetapkan. Menurut Japanese Industrial Standart (1975) dalam Santoso & Atma (2020), *tensile strength edible film* yang disarankan yaitu >0,392266 MPa. *Tensile strength edible film* yang diperoleh dalam penelitian ini telah sesuai dengan standar *tensile strength edible film* yang ditetapkan, dengan nilai *tensile strength* dari pengujian sebesar 0,53-1,70 MPa.

Menurut Japanese Industrial Standart (1975) dalam Santoso & Atma (2020), persen elongasi *edible film* yang disarankan yaitu >70 %. Persen elongasi *edible film* yang diperoleh yaitu 12,8-95,3 %. Beberapa *edible film* yang diperoleh tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan, tetapi *edible film* dengan komposisi 2 % pektin apel dan 1,5 % gliserol serta *edible film* dengan komposisi 2 % pektin apel dan 2 % gliserol sudah sesuai dengan teori yang ditetapkan dengan persen elongasi secara berturut-turut sebesar 79,7 % dan 95,3 %. Menurut Japanese Industrial Standart (1975) dalam Deden *et al.* (2015), permeasi uap air (WVP) *edible film* yang disarankan yaitu <10 g/m<sup>2</sup>.hari. Permeasi uap air (WVP) *edible film* yang diperoleh belum sesuai dengan standar yang ditetapkan dimana permeasi uap air (WVP) *edible film* yang diperoleh lebih besar dari standar yang ditetapkan yaitu 11,01-22,04 g/m<sup>2</sup>.menit.

Pada Japanese Industrial Standart (1975) dalam Sofia *et al.* (2017), tidak terdapat standar untuk tingkat biodegradabilitas *edible film*. Menurut Badan Standarisasi Nasional (2016) dalam SNI 7188.7:2016, tingkat biodegradabilitas *edible film* yang disarankan yaitu >60 % selama 1 minggu. Tingkat biodegradabilitas *edible film* yang diperoleh dalam penelitian ini sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan dimana tingkat biodegradabilitas *edible film* yang diperoleh yaitu 60-85,71 % selama 1 minggu.

## SIMPULAN DAN SARAN

Jenis pektin terbaik dalam penelitian ini adalah pektin apel dengan karakteristik ketebalan 0,12 mm; *tensile strength* 1,7 MPa; persen elongasi 56,33 %; laju permeasi air (WVP) 11,01 g/m<sup>2</sup>.menit dan tingkat biodegradabilitas 77,42 %. Kadar pektin terbaik yang ditambahkan dalam penelitian ini adalah 2 % dengan karakteristik

ketebalan 0,12 mm; *tensile strength* 1,7 MPa; persen elongasi 56,33 %; laju permeasi air (WVP) 11,01 g/m<sup>2</sup>.menit dan tingkat biodegradabilitas 77,42 %. Kadar gliserol terbaik yang ditambahkan dalam penelitian ini adalah 1,5 % dengan karakteristik ketebalan 0,15 mm; *tensile strength* 0,84 MPa; persen elongasi 79,7 %; laju permeasi air (WVP) 15,56 g/m<sup>2</sup>.menit dan tingkat biodegradabilitas 85,71 %. Beberapa karakteristik *edible film* yang diperoleh sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan. Permeasi uap air (WVP) *edible film* yang diperoleh tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan dan persen elongasi pada sebagian *edible film* yang diperoleh tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Terdapat saran dalam percobaan yang dilakukan, antara lain: interval kadar penambahan pektin dan gliserol pada pembuatan *edible film* sebaiknya dibuat besar agar perbedaan karakteristik *edible film* yang diperoleh semakin signifikan, disarankan membuat *edible film* yang memenuhi seluruh standar karakteristik *edible film* yang ditetapkan dan menetapkan target standar yang diinginkan, dan menguji karakteristik *edible film* yang lain agar diperoleh sudut pandang lain dalam menentukan kadar terbaik dalam pembuatan *edible film*, seperti ketahanan terhadap mikroba, suhu dan lain-lain.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Prodi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia atas semua dukungan dan diskusi selama penelitian, khususnya Bapak Prof. Dr. Ing. Suherman, S.T., M.T. selaku kepala Departemen Teknik Kimia, Prof. Nita Aryanti, S.T., M.T. selaku ketua Prodi S1 Teknik Kimia dan Ir. Kristinah Haryani, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing serta seluruh pihak yang terlibat. Para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Deden, M., Rahim, A., & Asrawaty. 2020. Sifat Fisik dan Kimia *Edible Film* Pati Umbi Gadung pada Berbagai Konsentrasi. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 5(1), 26-33.
- Dewi, S. R., Chairunisa, N. N., Nugrahani, R. A. Ningsih, T. D., Fithriyah, N. H., & Kosasih, M. 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Kelarutan dalam Air dan Biodegradabilitas Bioplastik dari Campuran Dedak Padi-Jagung. *Seminar Nasional Penelitian*

- LPPM UMJ. Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Elizabeth, J., Aníbal, Bertuzzi, M., & Alejandra, M. 2019. Starch-Pectin Films Obtained By Extrusion And Compression Molding. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, 6(6).
- Erkmen, O., & Barazi, A. O. 2018. *General Characteristics of Edible films*. *Journal of Food Biotechnology Research*, 2(1.3), 1–4.
- Fera, M. & Nurkholik, N. 2018. Kualitas Fisik Edible Film yang Diproduksi dari Kombinasi Gelatin Kulit Domba dan Agar (*Gracilaria* sp). *Journal of Food and Life Sciences*, 2(1).
- Gawkowska, D., Cybulska, J., & Zdunek, A. 2018. Structure-related gelling of pectins and linking with other natural compounds: A review. *Polymers*, 10(7), 762.
- Handayaningsih, M., & Ulfah, M. 2017. Karakteristik Elastisitas Edible Film Bioselulosa Nata De Siwalan Dengan Penambahan Gliserol. *Seminar Nasional Sains dan Entrepreneurship IV Tahun 2017*.
- Harianingsih, H., Suwardiyono, S., & Wulandari, R. 2017. Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Tensile Strength dan Elongation at Break Edible Film dari Nata de Soya. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 2(1).
- Hasan, H. S. J. & Wiyogo. 2021. Pengaruh Arah Aliran Air Pendingin Terhadap Hasil Minyak dan Laju Perpindahan Panas Pada Alat Penyulingan Limbah Plastik. 3(1), 28–33.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.37304/jptm.v3i1.3026>.
- International Coastal Cleanup 2021. ICC Report 2021. Diakses pada 30 November 2021, dari [https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2021/09/2020-ICC-Report\\_Web\\_FINAL-0909.pdf](https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2021/09/2020-ICC-Report_Web_FINAL-0909.pdf)
- Kalsum, U., Sukma, D., & Susanto, S. 2017. Pengaruh Bahan Kemasan terhadap Kualitas dan Daya Simpan Buah Jambu Biji Merah (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Pertanian Presisi*, 01(01), 59–72.
- Latupeirissa, J., Fransina, E. G., & Tanasale, M. F. 2019. Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Kulit Jeruk Manis Kisar (*Citrus* sp.). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 7(1), 61-68.
- Lee, B. H., Jung, H. T., Kim, H. S., & Yoo, S. H. 2021. Structural and gelling properties of very low methoxyl pectin produced by an alkali-treatment. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 53(2), 121-125.
- Lesmana, I., Ali, A., & Johan, V. S. 2017. *Variasi Konsentrasi Pektin Kulit Durian Terhadap Karakteristik Fisik Dan Mekanik Edible Film Dari Pati Ubi Jalar Ungu* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Mahajan, B.V.C.; Tandon, R.; Kapoor, S.; Sidhu, M.K. 2018. Natural Coatings for Shelf-Life Enhancement and Quality Maintenance of Fresh Fruits and Vegetables—A Review. *J. Postharvest Technol*, 6, 12–26.
- Mulaywan, I. B., Handayani, B. R., Dipokusumo, B., Werdiningsih, W., & Siska, A. I. 2019. Pengaruh Teknik Pengemasan dan Jenis Kemasan terhadap Mutu dan Daya Simpan Ikan Pindang Bumbu Kuning. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(3), 464-475.
- Nurdiniah, N. 2017. Pengaruh Penambahan Kitosan terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Asam (*Tamarindus indica* L.). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alaudin, Makasar.
- Pradana, G. W., Jacoeb, A. M., & Ruddy, S. 2017. Karakteristik Tepung Pati dan Pektin Buah Pedada serta Aplikasinya sebagai Bahan Baku Pembuatan *Edible film*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(3), 609–619.
- Putra, R. A., & Wahid, A. 2021. Perancangan dan Pembuatan Prototipe Mesin Pengepress Hidrolik Limbah Plastik. *Journal Mechanical and Manufacture Technology*, 2(1), 27–34.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.35891/jmmt.v2i1.2478>.
- Putri, D., Falah, N., Kurniaty, N., & W, H. A. 2020. Pembuatan Dan Karakterisasi *Edible film* dari Pektin Buah Apel Hijau. *Prosiding Farmasi*.
- Rahmawati, A. D. 2018. *Pengaruh Variasi Komposisi Gliserol dan Kitosan Terhadap Kualitas Plastik Biodegradable dari Bekatul*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Reichembach, L. H., & de Oliveira Petkowicz, C. L. 2020. Extraction and characterization of a pectin from coffee (*Coffea arabica* L.) pulp with gelling properties. *Carbohydrate*

- Polymers*, 116473.  
[doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116473](https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116473)
- Rosida, Sudaryati, & Yahya, A.M. 2017. Edible Film from the Pectin of Papaya Skin (The Study of Cassava Starch and Glycerol Addition). *Journal of Physics*.
- Saleh, F. H., Nugroho, A. Y., & Juliantama, M. R. 2017. Pembuatan *Edible film* Dari Pati Singkong Sebagai Pengemas Makanan. *Teknoin*, 23(1), 43–48.  
<https://doi.org/10.20885/teknoin.vol23.iss1.art5>
- Santoso, R. A. & Atma, Y. 2020. Physical Properties of Edible Film from Pangasius catfish Bone Gelatin-Breadfruits Starch with Different Formulation. *Indonesian Food Science and Technology Journal*, 3(2), 42-47.
- Sharma, V.H.P.; Shami, V.; Samsher; Chandhary, V.; Sunil; Kumar, M. 2019. Importance of edible coating on fruits and vegetables: A review. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 8, 4104–4110.
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional 2020. Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah. Diakses pada 30 November 2021, dari <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>.
- Sofia, A., Prasetya, A. T., & Kusuma, E. 2017. Komparasi Biplastik Kulit Labu Kuning-Kitosan dengan Plasticizer dari Berbagai Variasi Sumber Gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), 110-116.
- Triadmojo, B., Okaviyani, D. T., & Nabila, A. K. 2021. Potensi Penambahan Minyak Atsiri Jahe Merah Dalam Pembuatan *Edible film* Pati Taro Terhadap Sifat Fisik dan Aktivitas Antioksidan. *Proceedings National Conference PKM Center*, 139–143.
- Widiati, A., 2019. Peranan kemasan (packaging) dalam meningkatkan pemasaran produk usaha mikro kecil menengah (umkm) di “mas pack” terminal kemasan Pontianak. *Jurnal Audit dan Akuntansi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura*, 8(2), pp.67-76.