

**PENGARUH EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH  
(*Averrhoa bilimbi* L.) DAN KONSENTRASI GLISEROL  
TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* BERBASIS  
PATI SINGKONG**

---

**TUGAS AKHIR**

---

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar sarjana teknik dari  
universitas pasundan**

**Oleh  
VIA INDRIANA  
NPM: 213020008**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2025**

## ABSTRAK

# PENGARUH EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi* L.) DAN KONSENTRASI GLISEROL TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* BERBASIS PATI SINGKONG

Oleh  
**Via Indriana**  
**NPM: 213020008**  
**(Program Studi Teknologi Pangan)**

*Edible film* berbasis pati singkong merupakan salah satu alternatif kemasan pangan biodegradable yang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan plastik konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) dan konsentrasi gliserol serta interaksi antara konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik fisik dan mekanik *edible film* berbasis pati singkong. Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik *edible film* berbahan pati singkong.

Penelitian dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (3×3) dengan dua faktor, yaitu konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh (0%, 0,25%, 0,5%) dan konsentrasi gliserol (1%, 1,5%, 1,75%). Dengan pengujian ketebalan, kadar air, kelarutan, laju transmisi uap air (WVTR), *elongation at break*, dan pH.

Hasil menunjukkan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh berpengaruh nyata terhadap kelarutan, WVTR, dan pH, sedangkan interaksi antara ekstrak dan gliserol berpengaruh nyata terhadap WVTR. Kesimpulannya, kombinasi 0,5% ekstrak daun belimbing wuluh dan 1% gliserol menghasilkan *edible film* terbaik dengan sifat mekanik dan barrier yang optimal.

Kata kunci: *edible film*, pati singkong, ekstrak daun belimbing wuluh, konsentrasi gliserol.

## **ABSTRACT**

### ***THE EFFECT OF BELIMBING WULUH LEAF EXTRACT (Averrhoa bilimbi L.) AND GLYCEROL CONCENTRATION ON THE CHARACTERISTICS OF CASSA STARCH-BASED EDIBLE FILM***

Oleh  
**Via Indriana**  
**NPM: 213020008**  
**(Department of Food Technology)**

*Cassava starch-based edible film is one of the alternative biodegradable food packaging that can be used to reduce the use of conventional plastics. This study aims to determine the effect of the addition of bilimbi leaf extract (Averrhoa bilimbi L.) and glycerol concentration as well as the interaction between bilimbi leaf extract concentration and glycerol concentration on the physical and mechanical characteristics of cassava starch-based edible film. The purpose of this study is to analyze the effect of bilimbi leaf extract concentration and glycerol concentration on the characteristics of cassava starch-based edible film.*

*The study was conducted using a completely randomized factorial design (3×3) with two factors, namely bilimbi leaf extract concentration (0%, 0.25%, 0.5%) and glycerol concentration (1%, 1.5%, 1.75%). Test parameters include thickness, moisture content, solubility, water vapor transmission rate (WVTR), elongation at break, and pH.*

*Results showed that the addition of bilimbi leaf extract significantly affected the solubility, water vapor transmission rate (WVTR), and pH of the cassava starch-based edible film, while the interaction between the extract and glycerol concentrations had a significant effect on WVTR. In conclusion, the combination of 0.5% bilimbi leaf extract and 1% glycerol produced the best edible film with optimal mechanical and barrier properties.*

*Keywords: edible film, cassava starch, bilimbi leaf extract, glycerol concentration.*

**PENGARUH EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH  
(*Averrhoa bilimbi* L.) DAN KONSENTRASI GLISEROL  
TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* BERBASIS  
PATI SINGKONG**

Oleh  
**Via Indriana**  
**NPM: 213020008**  
**(Program Studi Teknologi Pangan)**



Pembimbing

Ir. Willy Pranata Widjaja.M.Si., Ph.I

**PENGARUH EKSTRAK DAUN BELIMBING WULUH  
(*Averrhoa bilimbi* L.) DAN KONSENTRASI GLISEROL  
TERHADAP KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* BERBASIS  
PATI SINGKONG**

Oleh  
**Via Indriana**  
**NPM: 213020008**  
**(Program Studi Teknologi Pangan)**



Koordinator Tugas Akhir

Rizal Maulana Ghafar, S.T., M.T.

## DAFTAR ISI

KETERANGAN	HALAMAN
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR</b> ....	Error! Bookmark not defined.
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>1</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>3</b>
1.1. Latar Belakang .....	3
1.2. Identifikasi Masalah .....	8
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	8
1.4. Manfaat Penelitian.....	8
1.5. Kerangka Pemikiran.....	9
1.6. Hipotesis Penelitian.....	16
1.7. Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1. Pati Singkong.....	Error! Bookmark not defined.
2.2. Gliserol.....	Error! Bookmark not defined.
2.3. Ekstrak Daun Belimbing Wuluh .....	Error! Bookmark not defined.
2.4. <i>Edible Film</i> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
3.1. Bahan dan Alat .....	Error! Bookmark not defined.
3.1.1. Bahan .....	Error! Bookmark not defined.
3.1.2. Alat.....	Error! Bookmark not defined.
3.2. Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1. Rancangan Percobaan .....	Error! Bookmark not defined.
3.2.2. Rancangan Analisis.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.3. Rancangan Respon.....	Error! Bookmark not defined.

3.3.	Prosedur Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1.	Penelitian Pendahuluan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2.	Penelitian Utama.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3.	Prosedur Pembuatan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.4.	Prosedur Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.5.	Diagram Alir Pembuatan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.6.	Diagram Alir Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1	Penelitian Pendahuluan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1	Hasil Analisis Kadar Amilosa (UV-Vis) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.2	Analisis Kadar Pati.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.3	Kandungan Fitokimia Ekstrak Daun Belimbing Wuluh.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2	Penelitian Utama .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1	Ketebalan <i>Edible Film</i> Pati Singkong.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.2	Kelarutan <i>Edible Film</i> Pati Singkong .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.3	WVTR <i>Edible Film</i> Pati Singkong ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.4	Kadar Air <i>Edible Film</i> Pati Singkong .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.5	Perpanjangan Putus <i>Edible Film</i> Pati Singkong ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.6	pH <i>Edible Film</i> Pati Singkong .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2	Kesimpulan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.3	Saran Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>1</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1.1) Latar Belakang, (1.2) Identifikasi Masalah, (1.3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Pemikiran, (1.6) Hipotesis, serta (1.7) Waktu dan Tempat Penelitian

### 1.1. Latar Belakang

Edible Film adalah lapisan tipis yang terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan. Lapisan ini ditempatkan di antara komponen makanan untuk bertindak sebagai penghalang terhadap transfer massa, seperti kelembapan, oksigen, lipid, dan zat terlarut, serta sebagai pembawa untuk bahan makanan dan aditif guna meningkatkan penanganan produk makanan. Film edible umumnya diproduksi menggunakan komponen seperti polisakarida, lipid, dan protein. Secara tradisional, film edible yang terdiri dari protein kedelai dan lipid dibuat dari susu kedelai yang dimasak. Film edible berbasis hidrokoloid menawarkan penghalang efektif terhadap transfer oksigen, karbohidrat, dan lipid. Sebagian besar film hidrokoloid memiliki karakteristik unggul, menjadikannya cocok untuk digunakan sebagai bahan kemasan. Film hidrokoloid umumnya larut dalam air, yang menguntungkan dalam aplikasinya. Penggunaan lipid sebagai bahan pembentuk film tunggal terbatas karena film yang dihasilkan umumnya tidak terlalu kuat. Hidrokoloid meliputi protein dan polisakarida. Dalam hal ini, selulosa dan turunannya berasal dari sumber organik dan memiliki kekuatan mekanik yang baik untuk produksi film. Selulosa efektif sebagai penghalang terhadap oksigen dan hidrokarbon, dan kemampuannya sebagai penghalang terhadap uap air dapat ditingkatkan dengan penambahan lipid. (Warkoyo, 2014)

Menurut JIS Z 1707:2019 (Japanese Industrial Standard) yang mengatur film plastik untuk kemasan pangan yakni film berbahan polimer dengan ketebalan kurang dari 0,25 mm dan digunakan sebagai komponen kemasan pangan maka dalam penelitian ini istilah edible film merujuk pada lapisan tipis berbahan polimer berbasis pati singkong yang dapat dikonsumsi bersama produk makanan yang dikemas dan memenuhi kriteria teknis film kemasan seperti yang disyaratkan oleh JIS Z 1707. Dalam penelitian ini, edible film didefinisikan sebagai lapisan tipis untuk pengemas primer pada suatu makanan yang terdiri dari komponen yang dapat dimakan, yang digunakan sebagai pengemas atau pelapis pangan dan berfungsi sebagai penghambat perpindahan massa seperti uap air dan oksigen. Serta dapat dikonsumsi bersama produk pangan yang dikemas (Bourtoom, 2009; Pascall & Lin, 2013)

Industri pangan kini menghadapi tantangan besar dalam mengurangi kemasan plastik sekali pakai demi menunjang keberlanjutan dan keamanan pangan. dalam mengembangkan sistem kemasan yang tidak hanya mampu melindungi produk, tetapi juga ramah lingkungan dan aman untuk dikonsumsi. Salah satu inovasi yang berkembang pesat adalah penggunaan *edible film*, yaitu lapisan tipis berbahan dasar bahan pangan yang dapat dimakan dan berfungsi sebagai pelindung produk. Penggunaan *edible film* menjadi solusi potensial untuk menggantikan kemasan sintetis berbahan plastik yang sulit terurai di lingkungan, sebagai alternatif. teknologi *edible film* semakin berkembang karena mampu menyediakan kemasan yang aman dikonsumsi, *biodegradable*, dan berpotensi meningkatkan umur simpan produk. (Purwaningsih, 2017)



Pati singkong (*Manihot esculenta*) merupakan salah satu bahan lokal yang banyak digunakan sebagai bahan dasar *edible film* karena memiliki kemampuan membentuk *film* yang baik, transparan, dan *fleksibel*. Pati singkong juga mudah diperoleh, murah, dan *biodegradable*. Namun, *edible film* berbasis pati murni memiliki beberapa kelemahan, seperti kerentanan terhadap uap air (WVP), dan tidak memiliki sifat antimikroba, sehingga kurang ideal untuk aplikasi pangan. (Purwaningsih, 2017)

Untuk mengatasi kelemahan tersebut, diperlukan modifikasi seperti penam-  
-bahan *plasticizer* dan senyawa bioaktif alami. Salah satu bahan yang berpotensi digunakan adalah ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). Daun ini mengandung tanin, flavonoid, dan saponin yang termasuk senyawa bioaktif dan memiliki gugus fungsi yang dapat berinteraksi dengan matriks pati, terutama melalui pembentukan ikatan hidrogen. Interaksi ini dapat memengaruhi karakteristik fisikokimia *edible film*, seperti pH, kelarutan, elastisitas, ketebalan, dan struktur film secara keseluruhan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini ekstrak daun belimbing wuluh digunakan sebagai sumber senyawa bioaktif untuk memodifikasi sifat *edible film*, tanpa mengacu pada aktivitas biologis lainnya. (Ernawati, 2016)

Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan ekstrak daun belimbing wuluh dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik *edible film*. Formulasi dengan konsentrasi pati singkong sebesar 3,5% serta ekstrak daun belimbing wuluh sebesar 0%, 0,25%, dan 0,5%. Gliserol sebesar 1,0%, 1,5%, dan 1,75% digunakan untuk mengetahui kombinasi terbaik yang menghasilkan film tipis, mudah larut, elastisitas yang tinggi, pH netral, dan WVTR harus rendah untuk

mencegah penyerapan air saat penyimpanan. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dihasilkan *edible film* alami, ekonomis, dan efektif, yang dapat diaplikasikan secara langsung pada produk pangan dalam upaya mendukung keberlanjutan industri kemasan pangan yang sehat dan ramah lingkungan.

Gliserol merupakan plasticizer yang umum ditambahkan dalam pembuatan *edible film* berbasis polisakarida karena mampu meningkatkan fleksibilitas, mengurangi kerapuhan, dan memperbaiki kemampuan regang film. Namun demikian, jumlah gliserol yang digunakan harus berada pada konsentrasi yang tepat. Penambahan gliserol yang berlebihan justru dapat menurunkan kualitas film yang dihasilkan. Su et al. (2010) melaporkan bahwa pada konsentrasi yang melebihi 2%, gliserol menyebabkan terjadinya *over-plasticization* pada matriks polimer, yang ditandai dengan penurunan kekuatan tarik (*tensile strength*) dan munculnya tekstur film yang tidak stabil. Kondisi ini terjadi karena gliserol dalam jumlah tinggi meningkatkan jarak antar rantai molekul pati dan mengurangi gaya kohesi antar polimer, sehingga struktur film menjadi terlalu lunak, lengket, dan mudah mengalami deformasi.

Secara teori, ekstrak tanaman mengandung polifenol dan flavonoid yang bersifat sangat reaktif terhadap matriks polisakarida, sehingga pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan struktur film. Sapper dan Chiralt (2018) melaporkan bahwa penambahan ekstrak polifenol dalam jumlah melebihi 1% dapat mengganggu homogenitas matriks pati dan menghasilkan film yang tidak seragam. Acevedo et al. (2020) juga menjelaskan bahwa konsentrasi ekstrak yang terlalu tinggi memicu terjadinya agregasi dan fase terpisah (*phase separation*), sehingga film menjadi rapuh, tidak rata, dan sulit dibentuk. Selain itu, Mentese et al. (2018)



menemukan bahwa ekstrak tanaman pada konsentrasi tinggi meningkatkan viskositas larutan film dan menurunkan integritas mekanik film yang dihasilkan. Oleh karena itu, penggunaan ekstrak pada rentang rendah, yaitu di bawah 1%, dianggap paling optimal untuk menjaga kestabilan struktur film tanpa menimbulkan masalah tekstur dan homogenitas. Berdasarkan landasan teori tersebut, konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh sebesar 0%, 0,25%, dan 0,5% dipilih dalam penelitian ini untuk memastikan bahwa efek bioaktif ekstrak dapat diamati tanpa mengganggu proses pembentukan film maupun kualitas akhir edible film yang dihasilkan.

Selain itu, tingginya konsentrasi gliserol menyebabkan film menjadi lebih higroskopis, sehingga lebih mudah menyerap uap air dari lingkungan. Hal ini berdampak pada menurunnya sifat mekanik dan kemampuan film mempertahankan integritasnya selama penyimpanan maupun aplikasi pada produk pangan. Su et al. (2010) menekankan bahwa film dengan kadar gliserol lebih dari 2% menunjukkan sifat penanganan yang buruk (*poor handling properties*), termasuk mudah melengkung, sulit dilepaskan dari cetakan, dan memiliki permukaan yang lengket, oleh karena itu, pemilihan rentang konsentrasi gliserol yang relatif rendah, yaitu 1%, 1,5%, dan 1,75%

Kebaruan penelitian ini terletak pada kombinasi penggunaan ekstrak daun belimbing wuluh sebagai sumber senyawa bioaktif alami dan variasi gliserol sebagai plastisizer untuk menghasilkan edible film pati singkong dengan keseimbangan optimal antara sifat mekanik dan barrier, yang belum banyak dilaporkan pada penelitian sebelumnya.



## 1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan tersebut, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah bagaimana pengaruh konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dan konsentrasi gliserol serta pengaruh interaksi antara konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dengan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik *edible film* berbasis pati singkong.

## 1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik *edible film* berbahan pati singkong.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi dari ekstrak daun belimbing wuluh dan gliserol serta interaksi konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik ketebalan, kelarutan, WVP (*water vapor permeability*), *Elongation at break* (perpanjangan putus) dan pH *edible film* berbasis pati singkong.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Membuat kemasan ramah lingkungan (*biodegradable*) sebagai solusi untuk masalah limbah plastik kemasan makanan.
2. Mengaplikasikan ekstrak daun belimbing wuluh dan konsentrasi gliserol untuk menjaga keamanan dan kualitas produk pangan yang dikemas.
3. Mengaplikasikan *smart packaging* sebagai inovasi masa depan pengemas pangan berkelanjutan.

### 1.5. Kerangka Pemikiran

Buah dan sayuran sebagai produk hortikultura masih melakukan proses respirasi meskipun telah dipanen. Proses respirasi pascapanen ini berarti substrat nutrisi (misalnya karbohidrat) dalam komoditas terus diuraikan, menghasilkan CO<sub>2</sub>, air, dan panas. Laju respirasi yang tinggi mempercepat habisnya cadangan nutrisi dan mempercepat kerusakan, sehingga mutu buah menurun dan umur simpannya pendek. (Antunes, 2022)

Salah satu cara menekan laju respirasi adalah melalui teknik pengemasan yang tepat. Pengemasan (misalnya dengan plastik atau kemasan lain) dapat menciptakan kondisi atmosfer terkontrol di sekitar produk sehingga laju respirasi berkurang. Penelitian pascapanen menunjukkan bahwa kemasan dapat menahan laju respirasi dan transpirasi, sehingga *shelf-life* buah atau sayur lebih panjang. Namun, penggunaan plastik konvensional mengakibatkan masalah lingkungan tersendiri, karena plastik sulit terurai dan memperburuk pencemaran sampah. (Arista, 2021)

Edible film merupakan salah satu inovasi kemasan biodegradable (mudah terurai) dan bahkan dapat dimakan, sehingga tidak menimbulkan residu polusi. Edible film didefinisikan sebagai lapisan tipis yang diaplikasikan pada permukaan pangan, berfungsi menghambat migrasi uap air, gas (O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>), serta komponen lain dari/ke bahan pangan. Dengan demikian, edible film dapat melindungi produk pangan dari kehilangan air (yang menyebabkan susut berat dan tekstur layu) maupun dari paparan oksigen berlebih (yang dapat memicu oksidasi dan kerusakan kualitas). Pada buah dan sayur, lapisan edible film dapat membantu menjaga



modified atmosphere mikro di permukaannya, sehingga laju respirasi dan kemunduran mutu bisa ditekan. (Bahiroh, 2023)

Edible film juga memiliki keunggulan biodegradabilitas dan keamanan pangan. Karena tersusun dari bahan yang dapat dikonsumsi, edible film aman jika tertelan dan dapat terurai alami di lingkungan. Hal ini berbeda dengan plastik sintetik yang persisten. Oleh karena itu, edible film dianggap solusi menjanjikan untuk mengurangi sampah plastik sekaligus memperpanjang umur simpan hasil pertanian (Bahiroh, 2023). Edible film yang ideal harus memenuhi beberapa sifat: (1) cukup fleksibel (tidak rapuh) agar dapat melapisi produk dengan baik; (2) transparan agar penampilan produk tetap menarik; (3) tahan terhadap gas  $O_2$  untuk menghambat oksidasi; serta (4) tahan terhadap uap air untuk mencegah dehidrasi produk. Sifat-sifat ini dapat dicapai dengan formulasi dan bahan penyusun film yang tepat.

Komponen penyusun edible film umumnya terbagi menjadi tiga kelompok: hidrokoloid, lipid, atau komposit. Hidrokoloid mencakup polisakarida (contohnya pati, kitosan, alginat, pektin) dan protein, lipid mencakup lilin, asam lemak, dll; sedangkan komposit merupakan kombinasi hidrokoloid dengan lipid untuk memperoleh karakteristik tertentu. Pati adalah salah satu hidrokoloid yang paling luas digunakan sebagai bahan dasar edible film karena ketersediaannya melimpah, murah, dan punya kemampuan pembentuk film yang baik. Di Indonesia, pati singkong sangat potensial sebagai bahan film karena singkong mudah didapat dan merupakan sumber pati lokal yang murah. Pati singkong telah diteliti mampu menghasilkan film dengan sifat fisik yang cukup baik (transparan dan dapat melapisi). Akan tetapi, film yang dibuat murni dari pati biasanya memiliki



kelemahan yaitu teksturnya kaku dan rapuh (mudah pecah). Ini disebabkan ikatan antarmolekul polisakarida yang kuat ketika air menguap saat pengeringan film, menghasilkan matriks yang rigid (Bahiroh, 2023)

Berdasarkan data *Food and Agriculture Organization* (FAO), Indonesia merupakan negara penghasil singkong terbanyak kelima di dunia pada tahun 2020. Berturut-turut adalah Nigeria sebanyak 60 juta ton, Republik Kongo 41 juta ton, Thailand 29 juta ton, Ghana 21,8 juta ton dan Indonesia 18,3 juta ton (FAO, 2020). Di Indonesia, sentra produksi singkong terbanyak terdapat di daerah provinsi Lampung, Jawa Tengah dan Jawa Timur. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi singkong di Lampung mencapai 5,64 juta ton pada tahun 2021. Peningkatan produksi singkong terjadi pada tahun 2022 mencapai 5,95 juta ton. Pada tahun 2023 kembali meningkat signifikan dari tahun sebelumnya mencapai sekitar 16,76 juta ton (BPS, 2023).

Untuk mengatasi kekakuan film pati, diperlukan plasticizer (pemlastis) yang ditambahkan ke dalam larutan film. Gliserol adalah plasticizer yang paling umum digunakan pada edible film berbasis pati. Penambahan gliserol bertujuan untuk meningkatkan elastisitas dan fleksibilitas film dengan cara menyisip di antara rantai polimer pati, sehingga mengurangi gaya tarik-menarik antarmolekul pati. Dengan gliserol, film menjadi lebih lentur dan tidak mudah retak ketika kering. (Mohammed, 2023)

Penggunaan plasticizer seperti gliserol harus dalam kadar yang tepat, karena sangat memengaruhi karakteristik film yang dihasilkan (Bahiroh, 2023). Konsentrasi gliserol yang berbeda akan mengubah sifat mekanik dan fisik film.

Secara umum, semakin tinggi konsentrasi gliserol, kekuatan tarik (tensile strength) film cenderung menurun. Hal ini karena gliserol mengganggu keteraturan dan kerapatan ikatan dalam matriks pati: gliserol menurunkan kerapatan ikatan antar rantai polimer, sehingga film menjadi lebih lemah secara mekanik. Sebaliknya, penambahan gliserol akan meningkatkan persen elongasi pada saat putus (elongation at break), artinya film lebih elastis dan mampu meregang lebih panjang sebelum patah. Tanpa gliserol (0%), film pati cenderung sangat kaku (elongasi rendah ~1-2%) dan mudah patah, namun dengan gliserol tinggi, film menjadi sangat lentur (elongasi dapat meningkat puluhan kali lipat). Oleh sebab itu, harus dicari kompromi konsentrasi gliserol optimal yang memberi film kekuatan memadai tapi juga cukup fleksibel. (Sarbon, 2022)

Beberapa penelitian menentukan kadar gliserol optimum untuk film pati. Misalnya, Bahiroh, (2023) menemukan bahwa penambahan gliserol 0,4% (terhadap volume larutan) pada film pati singkong-alginat menghasilkan karakteristik terbaik: water vapor transmission rate (WVTR) 5,47 g/m<sup>2</sup>/hari, kuat tarik ~17,31 MPa, elongasi ~22,7%, dan ketebalan 0,06 mm. Penambahan gliserol di atas kadar tersebut cenderung menurunkan kuat tarik secara signifikan tanpa peningkatan berarti pada elongasi. Tren serupa dilaporkan oleh Sarbon (2022) pada film gelatin-pati: film tanpa plasticizer memiliki kuat tarik tertinggi tetapi sangat getas, sedangkan film dengan gliserol 40% mengalami penurunan kuat tarik hingga ~1,35 MPa namun elongasi meningkat drastis ~193%. Data ini menegaskan bahwa gliserol efektif memperbaiki fleksibilitas film pati, tetapi dosis berlebih melemahkan kekuatan mekaniknya.

Selain sifat mekanik, gliserol juga memengaruhi sifat penghalang (barrier) film, khususnya terhadap uap air. Gliserol bersifat humektan (menarik air) sehingga dapat meningkatkan permeabilitas uap air pada film pati. Kadar gliserol tinggi biasanya membuat film lebih hidrofilik dan mudah ditembus uap air, yang kurang diinginkan untuk kemasan produk segar yang butuh pengendalian kelembaban. Maka, lagi-lagi perlu keseimbangan: cukup gliserol untuk fleksibilitas, tapi tidak berlebihan hingga film terlalu tembus air. (Basiak, 2018)

Berdasarkan penelitian Abdullah, (2018) Peningkatan kandungan air dalam film edible yang terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol disebabkan oleh sifat hidrofilik dari kelompok OH dalam gliserol, yang memungkinkan gliserol untuk mengikat lebih banyak air. Sebaliknya, penurunan konsentrasi gliserol yang ditambahkan akan mengakibatkan kandungan air yang lebih rendah dalam film edible.

Menurut Zhang, (2024) Peningkatan konsentrasi gliserol dapat meningkatkan kandungan air dalam film makanan. Hal ini terjadi karena gliserol bersifat hidrofilik, yang menyebabkan kandungan air dalam film makanan meningkat. Semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan, semakin banyak kelompok OH yang disumbangkan, sehingga memungkinkan lebih banyak air terikat. Salah satu parameter utama yang menentukan efek plastisitas pada film biopolimer adalah kandungan air. Selain itu, kandungan air yang tinggi dalam film makanan akan meningkatkan ketebalan film.

Menurut Fahrullah, (2024) Ketebalan film dipengaruhi oleh jumlah air yang terkandung di dalamnya; semakin tinggi jumlah air, semakin tebal film tersebut,



meskipun luas permukaannya tetap sama. Selain itu, konsentrasi zat terlarut dalam campuran juga memainkan peran penting dalam menentukan ketebalan, di mana konsentrasi zat terlarut yang lebih tinggi akan menghasilkan film yang lebih tebal.


Menurut Zahra, (2020) Ketebalan film dipengaruhi oleh konsentrasi bahan; konsentrasi yang lebih tinggi akan menyebabkan peningkatan ketebalan yang lebih signifikan. Secara khusus, konsentrasi gliserol yang lebih tinggi berkontribusi pada ketebalan film yang lebih besar. Penggunaan gliserol dalam jumlah besar meningkatkan total padatan dalam larutan film, yang kemudian mengendap dan meningkatkan ketebalan. Dengan ketebalan yang lebih besar, film yang dapat dimakan menjadi lebih kaku dan keras, tetapi juga lebih efektif dalam melindungi produk makanan yang dikemas. (Salma, 2018).

Menurut Fitriyah, (2020) potensi ekstrak daun belimbing wuluh sebagai antimikroba alami. Ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, saponin, tanin, dan polifenol yang terbukti memiliki aktivitas antibakteri dan antijamur. Penambahan ekstrak ini dalam *edible film* diharapkan mampu memberikan efek antimikroba yang dapat memperpanjang masa simpan produk secara alami tanpa bahan pengawet sintetis.

Menurut Sulistyarini, (2019). pengujian skrining fitokimia ekstrak daun belimbing wuluh dilakukan dengan tujuan mengetahui kandungan saponin, flavonoid, dan tanin pada ekstrak daun belimbing wuluh. Hasil dari pengujian ekstrak tersebut, menunjukkan bahwa ekstrak positif memiliki kandungan fitokimia berupa tanin, flavonoid, dan saponin. Kandungan senyawa tanin menyebabkan ekstrak dapat bersifat polar, dikarenakan tanin memiliki gugusan OH, dimana



gugusan tersebut ketika bereaksi dengan  $\text{FeCl}_3$  akan terhidrolisis membentuk warna biru kehitaman. Hasil tersebut diperoleh pada ekstrak daun belimbing wuluh yang diuji. Ekstrak daun belimbing wuluh yang diuji positif memiliki kandungan flavonoid dikarenakan ekstrak menghasilkan warna merah setelah ditambahkan Magnesium dan HCl. Ekstrak belimbing wuluh positif mengandung saponin dikarenakan buih yang timbul disebabkan saponin memiliki beberapa senyawa yang mampu larut dalam air (hidrofil), dan beberapa senyawa tidak larut dalam air, sehingga memerlukan pelarut yang non polar (hidrofobik). Senyawa hidrofobik yang berikatan dengan udara akan menghasilkan buih tersebut (Sulistyarini, 2019). Kandungan senyawa- senyawa tersebut akan memperkaya kemampuan *edible film* dalam memperpanjang umur simpan bahan karena kemampuannya sebagai antimikroba.



Menurut Aji, (2019) Nilai elongasi pada saat putus cenderung berkurang seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh. Daun belimbing wuluh mengandung ikatan hidrogen atau kelompok fungsional -OH, yang berperan dalam hal ini. Seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh, nilai elongasi film *edible* umumnya menurun. Hal ini didukung oleh penelitian Dwimayasanti (2019), yang menjelaskan bahwa peningkatan ikatan hidrogen akan mengurangi jarak antara molekul. Penurunan jarak ini kemudian menyebabkan penurunan elastisitas film *edible*, yang mengakibatkan penurunan elongasi pada saat putus.

pH merupakan faktor penting yang mempengaruhi tidak hanya stabilitas dan aktivitas biologis suatu ekstrak, tetapi juga karakteristik sensori seperti rasa.

Ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) secara alami memiliki pH rendah, berkisar antara 4,2–4,5, yang berasal dari kandungan asam organik seperti asam sitrat, asam malat, dan asam oksalat. pH yang rendah ini memberikan rasa asam yang khas, dan keberadaan senyawa tanin di dalam daun turut menimbulkan sensasi sepat atau astringen di mulut (Nur, 2023).

Dalam konteks *edible film* berbasis pati singkong, efek rasa dari ekstrak daun belimbing wuluh akan lebih nyata apabila *edible film* dikonsumsi bersamaan dengan produk, misalnya sebagai pelapis buah segar atau produk siap makan. Namun, jika *edible film* berfungsi hanya sebagai kemasan yang dilepas sebelum konsumsi, dampak rasa menjadi tidak signifikan. Oleh karena itu, kompatibilitas rasa harus dipertimbangkan sejak tahap formulasi, khususnya pada produk pangan yang sensitif terhadap perubahan rasa akibat pH ekstrak. (Kumar, 2024)

Dengan pengembangan *edible film* berbahan dasar pati singkong, gliserol, dan ekstrak daun belimbing wuluh, diharapkan dapat dihasilkan kemasan yang biodegradable dan aman jika diaplikasikan. Formulasi berbasis pati singkong dan gliserol diketahui mampu menghasilkan film dengan sifat mekanik dan barrier yang baik, sekaligus ramah lingkungan (Basiak, 2018; Klinmalai, 2020; Heliyon, 2021). Selain memperpanjang umur simpan, *edible film* tersebut berpotensi meningkatkan nilai tambah produk lokal dan mendukung tren green packaging dalam industri pangan modern (Gaikwad, 2022; Gupta, 2024; Neto, 2022).

#### 1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, maka diperoleh hipotesis bahwa diduga konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dan konsentrasi gliserol serta

interaksi konsentrasi ekstrak daun belimbing wuluh dan konsentrasi gliserol berpengaruh terhadap karakteristik *edible film* berbasis pati singkong.

#### 1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Jurusan Teknologi Pangan, Universitas Pasundan yang berlokasi di Kampus IV UNPAS jalan Dr. Setiabudi No.193 Bandung. Waktu penelitian dimulai dari bulan Agustus 2025 hingga selesai



## DAFTAR PUSTAKA

- Acevedo, N.C., de la Caba, K., Guerrero, P. and Antoniewski, C. (2020). **Polyphenol–starch interactions in bioactive films**. Carbohydrate Polymers, 236, 116032.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), (2011). **SNI 01-2997-1996 Tepung Singkong**. 1st ed. Jakarta: BSN.
- Bourtoom, T. (2009). **Edible films and coatings: Characteristics and properties**. International Food Research Journal, 16, 237–248.
- Echave, J., Seyyedi-Mansour, S., Jorge, A.O.S. & Prieto, M.A. (2024). **Starch–Polyphenol Interactions: Impact on Food Structure and Starch Digestibility**. Proceedings, 103(1), p.63.
- Ernawati, R.R., (2016). **Kajian Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) sebagai Antibakteri pada Edible Coating untuk Memperpanjang Umur Simpan Buah Tomat (*Lycopersium esculentum*)**. Thesis (S1), Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Fatnasari, A., Nocianitri, K.A. and Supartana, I.P., (2018). **The effect of glycerol concentration on the characteristics of edible film made from sweet potato starch (*Ipomoea batatas* L.)**. Scientific Journal of Food Technology, 5(1), pp.27–35.
- Hayati, E.K., Fasyah, A.G. and Sa'adah, L., (2010). **Fraksinasi dan identifikasi senyawa tanin pada daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.)**. Jurnal Kimia, pp.193–200.
- JIS (Japanese Industrial Standard). (2019). **JIS Z 1707: General Rules of Plastic Films for Food Packaging**. Tokyo: Japanese Standards Association.
- Lim, L. I., Tan, H. L. & Pui, L. P. (2021). **'Development and characterization of alginate-based edible film incorporated with hawthorn berry extract'**, Journal of Food Science and Technology.

- Mentese, E., Yıldız, A. and Aydın, H. (2018). **Effect of plant extracts on the structural and functional properties of edible films.** *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13640.
- Pascall, M. A., & Lin, S. J. (2013). **The application of edible polymeric films and coatings in the food industry.** *Journal of Food Processing and Technology*, 4(2), 1–8.
- Pedreiro, S., Sanches Silva, A. & Ramos, F. (2021). **‘Bioactive edible films and coatings based in gums and starch: Phenolic enrichment and foods application’**, *Coatings*, 11(11), 1393.
- Purwoto, H. & Christi, G. J. A. (2019). **Optimasi Formula Edible Film Berbasis Amilopektin Pati Singkong dan Karagenan.** *Jurnal MIPI, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).*
- Puspita, L., dkk. (2021). **Aktivitas Antioksidan dan Evaluasi Sensori Kukis Tersubstitusi Tepung Kulit Buah Naga Merah**, *Jurnal Teknologi Industri dan Pangan (JTIP)*
- Sapper, M. & Chiralt, A. (2018). **‘Edible films and coatings from proteins: interactions with phenolic compounds’**, dalam *Edible films and coatings from proteins*, Elsevier, pp. 477-500.
- Su, J.F., Huang, Z., Yang, Y. and Yuan, X.Y. (2010). **Mechanical and thermal properties of starch-based films plasticized by glycerol.** *Journal of Food Engineering*, 98(3), pp. 360–366.
- Warkoyo, Santosa, H. & Utami, R. (2014). **Karakteristik Edible Film dari Pati Jagung dengan Penambahan Lilin Lebah (Beeswax)**, *Jurnal Teknosains Pangan, Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor.*
- Zhang, X. et al. (2024). **‘Changes in the properties of corn starch–glycerol films in a time-dependent manner’**, *Food Chemistry*

