

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBASIS PATI
KULIT SINGKONG DENGAN VARIASI PENAMBAHAN IOTA-
KARAGENAN DAN PENGAPLIKASIAN PADA TOMAT CERI**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Kimia



Oleh: **Sri Purwanti**

NIM : 2008036009

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBASIS PATI
KULIT SINGKONG DENGAN VARIASI PENAMBAHAN IOTA-
KARAGENAN DAN PENGAPLIKASIAN PADA TOMAT CERI**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Kimia



Oleh; **Sri Purwanti**

NIM; 2008036009

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Sri Purwanti

NIM : 2008036009

Jurusan : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

SINTESIS DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBASIS PATI KULIT SINGKONG DENGAN VARIASI PENAMBAHAN IOTA- KARAGENAN DAN PENGAPLIKASIAN PADA TOMAT CERI

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk dari sumbernya.

Semarang, 28 Agustus 2024

Pembuat Pernyataan



Sri Purwanti

NIM. 2008036009

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Sintesis dan Karakterisasi Edible Film Berbasis Pati Kulit Singkong dengan Variasi Penambahan Iota-Karagenan dan Pengaplikasian pada Tomat Ceri**

Penulis : Sri Purwanti

NIM : 2008036009

Jurusan : Kimia

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu kimia.

Semarang, 9 September 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Sekretaris Sidang


Mulyatun, M.Si


Wirda Udaibah, M.Si

NIP. 198305042011012008

NIP. 198501042009122003

Penguji Utama I

Penguji Utama II

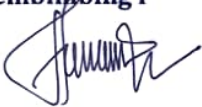

Rais Nur Latifah, M.Si


Mutista Hafshah, M.Si

NIP. 199203042019032019

NIP. 199401022019032015

Pembimbing I


Mulyatun, M.Si

NIP. 198305042011012008

NOTA DINAS

Semarang, 28 Agustus 2024

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo

di Semarang

Assalamualaikum wr.wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : **SINTESIS DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBASIS PATI KULIT SINGKONG DENGAN VARIASI PENAMBAHAN IOTA-KARAGENAN DAN PENGAPLIKASIAN PADA TOMAT CERI**

Nama : **Sri Purwanti**

NIM : 2008036009

Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Pembimbing I



Mulyatun, M.Si

NIP. 198305042011012008

ABSTRAK

Sepertiga dari produk holtikultura terbuang sia-sia karena komoditas buah dan sayur yang mudah rusak dan busuk sebelum dijual. Pelapisan tomat ceri menggunakan *edible film* merupakan upaya mencegah pembusukan dengan cara memperpanjang masa penyimpanan dan mempertahankan kualitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik *edible film* berbasis pati kulit singkong-iota-karagenan hasil sintesis dan mengetahui pengaruh penambahan variasi iota-karagenan pada *edible film* berbahan pati kulit singkong terhadap sifat mekanik, masa simpan serta kualitas tomat ceri. Adapun pengujian *edible film* dalam penelitian ini yaitu uji ketebalan, laju transmisi uap air, daya serap air, kuat tarik, elongasi dan karakterisasi FTIR. Kualitas tomat ceri dievaluasi melalui pengujian susut bobot, kadar vitamin C, dan uji organoleptik. *Edible film* hasil sintesis berbentuk lembaran tipis berwarna coklat. Penambahan iota-karagenan pada *edible film* berbasis pati kulit singkong berpengaruh terhadap ketebalan dari 0,25 mm menjadi 0,17 mm; kuat tarik dari 2,61 Mpa menjadi 5,55 Mpa; % elongasi dari 0,7% menjadi 45%; laju transmisi uap air dari 0,17 g/m²/24 jam menjadi 0,0594 g/m²/24 jam dan daya serap air dari 46,60% menjadi 52,0661%. Hasil analisis FTIR sampel *edible film* hasil sintesis menunjukkan spektrum adanya gugus O-H, C-H, C-O, dan C-O-SO₃. Penambahan iota-karagenan juga berpengaruh terhadap kualitas tomat ceri, yakni dengan nilai susut bobot yang rendah dan vitamin C yang tidak beda jauh dengan tomat ceri segar. Selain itu, penambahan iota-karagenan pada *edible film* dapat mempertahankan warna, tekstur dan aroma pada hasil uji organoleptik.

Kata kunci: *Edible film*, Iota-Karagenan, Pati Kulit Singkong, Tomat Ceri

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah swt. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat selesai dikerjakan. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabat dan para pengikutnya. Penyusunan skripsi dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi *Edible film* Berbasis Pati Kulit Singkong dengan Variasi Penambahan Iota-Karagenan dan Pengaplikasian Pada Tomat Ceri” dimaksudkan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari berbagai pihak yang telah memberikan nasihat, bimbingan, arahan, serta dukungan dan do’a. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Nizar Ali, M.Ag., Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang
3. Mulyatun, M.Si. Ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang dan selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, motivasi, serta selalu mengusahakan bantuan kepada penulis dengan

penuh pengertian dan selalu mendengarkan cerita penulis tentang kendala baik dalam proses sintesis maupun penyusunan skripsi.

4. Ana Mardiyah, M.Si., dosen wali yang memberikan semangat, motivasi, dan mendukung penulis sehingga mampu untuk berproses selama menjalani kuliah, riset tugas akhir, serta penyusunan skripsi.
5. Segenap Dosen, Pegawai dan Civitas Akademika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan pemahaman.
6. Kedua Orang Tua, Ayah (Bapak Lagan Poernama) dan Ibu (Ibu Sugiyanti), yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, kasih sayang, dan menjadi teman bercerita penulis sehingga dapat menyelesaikan studi dengan baik dan lancar.
7. Adik tercinta Silvia Ayundya Putri yang senantiasa mendukung dan selalu siap memberikan bantuan, serta keluarga besar yang selalu memberikan doa dan dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi dengan baik dan lancar.
8. Sahabat-sahabat penulis Nadaa, Nisa, Cipa dan Ayu yang telah menjadi tempat berbagi cerita, saling mendukung dalam perkuliahan, yang menemani penulis masak-masak, teman

bingung, selalu menemani dan mendukung penulis sampai akhir studi sarjana ini.

9. Teman-teman seperjuangan Kimia Angkatan 2020 khususnya KIM-A yang telah menunjukkan arti dari sebuah persahabatan dan menjadi tempat bertukar ilmu.
10. Teman-teman penelitian penulis Cahyani, Fitria dan Shafa yang menemani dan membantu penulis dalam menyelesaikan riset maupun penyusunan skripsi.
11. Sahabat penulis dari SMA, Faiqotuzzahro yang selalu memberikan semangat, motivasi, dukungan, bantuan dan menjadi tempat berbagi keluh kesah penulis.
12. Tim KKN MIT 16 posko 42 (KKN Adhinata) yang telah berjuang bersama dan memberikan semangat kepada penulis.
13. Laboratorium Kimia khususnya Bu Anita dan Mas Muchis yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk banyak belajar selama menjadi asisten laboratorium.
14. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah memberikan semangat demi terselesaikannya tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar penulis dapat

memperbaiki skripsi ini. Semoga naskah skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Semarang, 28 Agustus 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Sri Purwanti', written in a cursive style.

Sri Purwanti

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	13
C. Tujuan Penelitian.....	13
D. Manfaat Penelitian.....	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	42
A. Landasan Teori	42
1. <i>Edible Film</i>	42
2. Pati	43
3. Singkong (<i>Manihot Esculenta Crantz</i>)	47
4. Iota-Karagenan	49
5. Gliserol	52
6. Asam Stearat	53
7. Tween 20.....	54
8. Tomat Ceri	56
9. Karakterisasi <i>Edible Film</i>	58
B. Kajian Riset yang Relevan	63
C. Hipotesis Penelitian.....	67
sBAB III METODE PENELITIAN.....	68
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	68
B. Alat dan Bahan	68
C. Metode Penelitian.....	69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	55
A. Pembuatan dan Karakterisasi Pati Kulit Singkong	55

B.	Uji Kualitatif Pati Kulit Singkong	58
C.	Pembuatan Edible Film	62
D.	Pengujian <i>Edible Film</i>	67
1.	Karakterisasi Edible film Menggunakan FTIR (Fourier Transform Infrared)	67
2.	Uji Sifat Mekanik.....	70
3.	Uji Sifat Fisik	75
E.	Pengaplikasian <i>Edible film</i> pada Tomat Ceri	82
1.	Uji Susut Bobot.....	82
2.	Uji Kadar Vitamin C.....	84
3.	Uji Organoleptik.....	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		99
A.	Kesimpulan.....	99
B.	Saran	100
DAFTAR PUSTAKA.....		101
LAMPIRAN		117
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		176

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Kadar Pati dari Berbagai Sumber	45
Tabel 2.2 Klasifikasi Tanaman Singkong	48
Tabel 2.3 Klasifikasi Tomat Ceri	56
Tabel 2. 4 Pembagian Grade <i>Edible film</i> Berdasarkan Kuat Tarik	58
Tabel 2. 5 Gugus Fungsi <i>Edible Film</i>	62
Tabel 3. 1 Rancangan Formulasi <i>Edible Film</i>	72
Tabel 3. 2 Skor Penilaian Organoleptik.....	79
Tabel 4. 1 Hasil Uji FTIR Pati Kulit Singkong.....	62
Tabel 4. 2 Hasil FTIR Pati Kulit Singkong, iota-karagenan, EF Pati Kulit Singkong, EF PKS + iota-karagenan.....	69
Tabel 4. 3 Hasil Kuat Tarik <i>Edible Film</i>	71
Tabel 4. 4 Hasil Uji Elongasi <i>Edible Film</i>	74
Tabel 4. 5 Nilai Ketebalan <i>Edible Film</i>	76
Tabel 4.6 Nilai Laju Transmisi Uap Air	78
Tabel 4. 7 Nilai Daya Serap Air	80
Tabel 4. 8 Nilai Susut Bobot Tomat Ceri	83
Tabel 4. 9 Kadar Vitamin C Tomat Ceri	86
Tabel 4. 10 Hasil Uji Organoleptik Warna	90
Tabel 4. 11 Hasil Uji Organoleptik Tekstur	93
Tabel 4. 12 Hasil Uji Organoleptik Aroma	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Amilosa dan Amilopektin.....	46
Gambar 2. 2	Tanaman Singkong Roti	47
Gambar 2. 3	Bagian – Bagian Kulit Singkong	49
Gambar 2. 4	Struktur Kimia iota-karagenan	50
Gambar 2. 5	Struktur Kimia Gliserol	52
Gambar 2. 6	Struktur Kimia Asam Stearat.....	53
Gambar 2. 7	Tomat Ceri.....	57
Gambar 2. 8	Prinsip Kerja Instrumen FTIR	60
Gambar 4. 1	Pati Kulit Singkong.....	57
Gambar 4. 2	Hasil Uji Amilum	58
Gambar 4. 3	Reaksi Pembentukan Kompleks Biru Kehitaman..	59
Gambar 4. 4	Ilustrasi Amilum bereaksi dengan Iod menghasilkan Warna Biru Kehitaman	60
Gambar 4. 5	Spektrum FTIR Pati Kulit Singkong	61
Gambar 4. 6	Edible Film Hasil Sintesis	66
Gambar 4. 7	Spektrum FTIR Pati Kulit Singkong, Iota-Karagenan, Edible Film PKS dan Edible Film PKS-Iota-Karagenan	67
Gambar 4. 8	Aplikasi Edible Film pada Tomat Ceri.....	82
Gambar 4. 9	Uji Kadar Vitamin C.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja	117
Lampiran 2. Analisis Data	125
Lampiran 3. Lembar Kuesioner Organoleptik.....	143
Lampiran 4. Data Uji Organoleptik.....	145
Lampiran 5. Uji Organoleptik	149
Lampiran 6. Dokumentasi Proses Penelitian.....	171

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagai negara agraris, Indonesia mempunyai berbagai peluang bisnis di bidang pertanian. Beberapa produk pertanian tersedia secara luas di Indonesia. Mayoritas masyarakat yang berada pada daerah dataran tinggi mengandalkan hidupnya dari tanaman buah dan sayuran. Sebagaimana yang sudah umum diketahui, berbagai ragam buah dan sayuran memiliki beberapa manfaat bagi kesehatan (Wijayanto and Lani, 2018). Budidaya komoditas pertanian di Indonesia berkembang cukup pesat, termasuk produk hortikultura. Namun, sepertiga dari produksi terbuang sia-sia karena komoditas yang mudah rusak, terutama buah dan sayur segar membusuk sebelum jadi dijual. Perubahan kualitas produk pertanian ini disebabkan oleh kehilangan air dan respirasi, sehingga umur simpan produk pertanian dapat ditingkatkan dengan mengelola parameter ini (Shuang *et al.*, 2022).

Penurunan kualitas produk makanan memiliki keterkaitan dengan bahan pangan, hal tersebut disebabkan karena adanya interaksi antara bahan pangan

dengan lingkungan yang dapat memicu penyimpangan mutu pada produk dan bahan pangan tersebut. Salah satu contoh dari penyimpangan mutu pada bahan pangan adalah penyusutan (Sulaiman, 2019). Penyusutan yang dapat menyebabkan penyimpangan mutu adalah penyusutan akibat kerusakan fisik (*damage*), yakni kerusakan bagian yang seharusnya dapat dikonsumsi. Selain berpengaruh terhadap penyimpangan mutu bahan pangan, penyusutan akibat kerusakan fisik juga berpengaruh terhadap kehilangan berat, pencemaran yang dapat mengubah rupa, rasa dan bentuknya (Gunarto and Subiyanto, 2010).

Salah satu komoditas pertanian hortikultura yang dibudidayakan di beberapa tempat di dalam negeri adalah tomat ceri (*Solanum lycopersicum L. var. cerasiforme*). Tomat ceri termasuk komoditas hortikultura yang memiliki potensi ekonomi yang menjanjikan serta pangsa pasar yang signifikan. Fleksibilitas dalam mengonsumsi tomat ceri memungkinkan konsumsi secara langsung maupun pengolahan lebih lanjut. Tidak hanya memiliki rasa manis dan asam, tomat ceri juga kaya akan vitamin, mineral, dan nutrisi lainnya. Tomat ini juga memiliki sifat anti-inflamasi, penurunan kolesterol, dan antioksidan. Produk tomat dikonsumsi lebih dari 31.000 ton per tahun

di seluruh dunia, dengan rata-rata 6 kg per orang per populasi (de Souza *et al.*, 2015). Data Badan Pusat Statistik mencatat bahwa produksi tomat di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 1,11 juta ton dan mengalami peningkatan menjadi 1.14 juta ton pada tahun 2022 (Safitri *et al.*, 2023). Sifat klimakterik pada tomat ceri menyebabkan masa simpan optimalnya terbatas, yaitu sekitar 5-7 hari pada suhu ruang, bergantung pada waktu panen. Selama fase pematangan klimakterik, dapat terjadi perubahan komponen biokimia seperti pigmentasi, metabolisme dinding sel, dan produksi gas etilen yang pada akhirnya berakibat pada pembusukan tomat ceri (Ardi, Pujantoro and Wulandari, 2016).

Beberapa upaya telah dikembangkan untuk memperpanjang umur simpan produk pertanian segar atau memperbaiki kualitas dan keamanan makanan. Metode pembekuan dan aplikasi fungisida telah diterapkan secara luas sebagai metode utama untuk menghambat proses pembusukan dan memperpanjang masa simpan komoditas pertanian hortikultura. Namun, metode pembekuan tidak berkelanjutan karena biaya tinggi, cedera dingin dan konsumsi energi yang besar. Selain itu, penggunaan fungisida memiliki kekurangan adanya potensi meninggalkan residu pada buah dan

sayuran yang dapat menimbulkan efek buruk pada manusia dan lingkungan (Liu *et al.*, 2021). Selain cara-cara diatas, *film biobased* dengan biokompatibilitas dan biodegradabilitas telah mendapat perhatian yang cukup besar sebagai alternatif dari dua cara di atas. Selain itu, film-film ini dapat secara efektif mencegah kehilangan air dan respirasi buah dan sayur, sehingga memperpanjang umur simpannya (Shuang *et al.*, 2022).

Abad ke 12 dan 13 menandai awal mula penggunaan film pelapis makanan yang dapat dikonsumsi dan sekarang menjadi salah satu bahan pelindung makanan yang dominan di seluruh dunia. Kemasan semacam ini dapat diperoleh dalam berbagai bentuk dan sedang dikembangkan dari beberapa zat. Contoh dari *film biobased* adalah *edible film*. *Edible film* biasanya digunakan karena memiliki potensi dan efektivitas. Penerapan lapisan penghalang pada buah dan sayur segar untuk menghindari interaksi langsung dengan lingkungan mampu mencegah kerusakan sehingga masa simpan dapat diperpanjang (Liu *et al.*, 2021). *Edible film* ialah lapisan tipis terbuat dari bahan alami yang aman dikonsumsi, diaplikasikan guna melapisi makanan yang berfungsi sebagai penghalang terhadap transfer massa seperti lipid, cahaya, kelembapan dan oksigen sehingga

dapat meningkatkan sifat penanganannya. Keunggulan dari *film biobased* khususnya *edible film* adalah memiliki sifat mekanik yang baik, seperti kuat tarik yang mengakibatkan *edible film* mudah dibentuk sesuai dengan produk hasil panen yang akan dilapisi. Hal tersebut menyebabkan produk hasil panen yang dilapisi *edible film* dapat terlindungi dari kerusakan. Selain itu, meskipun tidak dimakan, *edible film* mudah terurai dan tidak meninggalkan residu berbahaya bagi lingkungan karena dibuat dari bahan-bahan alami (Khodaei, Hamidi-Esfahani and Rahmati, 2021).

Edible film dapat dibuat dari beberapa komponen bahan baku, yakni protein (polipeptida), karbohidrat (polisakarida), lemak (lipida) dan komposit (Widodo, Wati and Vivi A.P, 2019). Polisakarida seperti pati ialah salah satu bahan baku yang seringkali digunakan pada pembuatan *edible film*. Pati merupakan hidrokoloid komersial dan salah satu bahan baku biopolimer yang banyak digunakan (Jiang *et al.*, 2020), berupa bubuk, tidak berasa dan tidak berbau yang diproduksi oleh tumbuhan sebagai hasil dari proses metabolisme untuk menyimpan kelebihan gula dalam rentang waktu yang panjang. Pati tersedia di alam (yakni pada tumbuhan, bersifat terurai secara alami, mudah didapat, harga lebih ekonomis dan

juga ramah lingkungan. Pati juga mampu menyusun film dengan kekuatan yang cukup baik sehingga terdapat kesesuaian dengan sifat *edible film* (Widodo, Wati and Vivi A.P, 2019).

Sehubungan dengan kandungan komposisi yang dapat dimanfaatkan pada tumbuhan telah dijelaskan dalam QS, Al-An'am/6:99

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا
نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ
وَالزَّيْتُونِ وَالرَّيْثَانِ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُنْتَسِبَةٍ أُتُنُورُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْجَعُ إِنِّ فِي
ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya : “Dialah yang menurunkan air dari langit lalu dengannya Kami menumbuhkan segala macam tumbuhan. Maka, darinya Kami mengeluarkan tanaman yang menghihiau. Darinya Kami mengeluarkan butir yang bertumpuk (banyak). Dari mayang kurma (mengurai) tangkai-tangkai yang menjuntai. (Kami menumbuhkan) kebun-kebun anggur. (Kami menumbuhkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah dan menjadi masak. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-

benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman.”

Menurut Shihab (2007), dalam tafsir Al-misbah, ayat tersebut menggambarkan bagaimana Allah SWT menggunakan air hujan untuk memunculkan pertumbuhan biji dan benih, yang kemudian berkembang menjadi beragam tumbuhan hijau. Kitab Al-Muntakhab fi at-tafsir juga menjelaskan bahwa ayat tersebut menguraikan proses penciptaan buah yang melalui beberapa tahap hingga mencapai kematangan. Pada tahap kematangan inilah, buah mengandung berbagai zat seperti gula, minyak, protein, karbohidrat, dan tepung. Penjelasan ayat tersebut mengindikasikan bahwa Allah menciptakan tumbuhan dengan komposisi kimia yang memungkinkan pemanfaatan berbagai bagiannya, seperti kulit singkong yang patinya bisa diambil untuk membuat film yang bisa dimakan.

Terdapat beberapa sumber pati yang potensial dalam pembuatan *edible film* salah satunya adalah pati yang berasal dari kulit singkong. Singkong sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, seperti pada saat ini singkong banyak diolah diberbagai industri sehingga menghasilkan limbah kulit singkong. Kulit singkong termasuk limbah agroindustri yang dihasilkan dari

industri tepung tapioka, industri fermentasi, dan industri pokok makanan. Kulit singkong menyumbang kurang lebih 20% dari umbi singkong. Dengan demikian, 200 gram kulit singkong dihasilkan dari setiap kilogram umbi singkong. Produksi singkong nasional pada tahun 2015 mencapai lebih dari 24 juta ton. Diperkirakan, pada tahun 2016 produksi mengalami peningkatan menjadi sekitar 27 juta ton (BPS Indonesia, 2016), dengan produksi singkong sebesar 20,8 juta ton pada tahun 2019, Indonesia memiliki kesediaan limbah kulit singkong yang cukup besar, yakni sekitar 2,6 juta ton per tahun (Nurlaeni, 2022). Peningkatan produksi singkong berbanding lurus dengan peningkatan jumlah limbah kulit singkong, semakin tinggi volume produksi singkong, maka semakin besar pula hasil sampingnya yang berupa kulit singkong. Kulit singkong mengandung pati sekitar 44-59% yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan *Edible film* (Alfian, Wahyuningtyas and Sukmawati, 2020). Hasil dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa pati kulit singkong potensial digunakan sebagai bahan pembuat *edible film*, seperti penelitian yang dilakukan oleh Alfian, Wahyuningtyas dan Sukmawati (2020) yang menunjukkan bahwa kandungan air pada pati kulit singkong yang dihasilkan sekitar 11,13% sehingga masih

memenuhi standar menurut SNI 01-3451-1994 yakni maksimal sebesar 15%, Dengan demikian, pati kulit singkong memiliki potensi besar sebagai bahan baku *edible film*. Selain itu, penelitian yang telah dilakukan oleh Rahmadi Putri *et al.*, (2023) membuktikan bahwa memanfaatkan kulit singkong bagian yang berwarna putih untuk mengekstraksi pati telah terbukti lebih efektif dibandingkan dengan ampas singkong, yang mana dari penelitian tersebut dapat digunakan sebagai rujukan bahwa memang kulit singkong dapat menghasilkan pati yang digunakan sebagai bahan baku *edible film*.

Terdapat kelemahan *edible film* dari pati, yaitu karakteristiknya yang sensitif terhadap kelembapan sehingga dapat menurunkan sifat mekanik seperti sifat penghalang terhadap uap yang menyebabkan meningkatnya permeabilitas uap air (Jiang *et al.*, 2020). Uap air yang dapat menembus *edible film* akan merusak kualitas bahan makanan, stabilitas yang rendah akan menyebabkan umur simpan menjadi lebih pendek dari yang ideal. Dengan menyesuaikan sifat mekanik pati, komponen tambahan dapat ditambahkan untuk mengontrol sifat hidrofilik, sehingga meningkatkan aspek fisik dan fungsional dari *edible film*. Secara umum, bahan aditif dapat digolongkan menjadi dua, yaitu bahan yang

berfungsi sebagai aditif fungsional (seperti *plasticizer* dan *emulsifier*) dan bahan yang berfungsi sebagai aditif kualitas dan keamanan (Winarti, Miskiyah and Widaningrum, 2012). Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Abidah Walfatiyyah, dkk, (2008), *Edible film* berbahan dasar pati dapat dimodifikasi dengan penambahan bahan berupa *plasticizer* yakni gliserol dan sorbitol. Gliserol merupakan *plasticizer* yang paling umum digunakan pada *edible film* berbasis pati (Muscat *et al.*, 2013). Peningkatan permeabilitas *edible film* terhadap uap air dapat dikurangi dengan penambahan gliserol. Gliserol memiliki beberapa sifat, sifat inilah yang membuatnya mampu larut dalam air, meningkatkan kekentalan larutan dan menurunkan kadar air. Selain beberapa karakteristik tersebut, gliserol juga memiliki kemampuan untuk menahan air pada film yang merupakan bagian dari kerja *plasticizing*, kemampuan tersebut disebut sebagai humektan (Yanti, 2020). Menurut penelitian Chiumarelli and Hubinger (2014), *Edible film* yang mengandung gliserol menghasilkan sifat penghalang, sifat mekanik, termal, fisik dan structural yang baik. Pada penelitian ini gliserol digunakan sebagai *plasticizer*.

Penambahan bahan lain yang dapat menunjang sifat mekanik dari *edible film* adalah penambahan karagenan. Karagenan ialah biopolimer hidrofiik yang terdiri dari rantai linear sebagian galaktan sulfat dan banyak digunakan dalam pembuatan *edible film* (Rusli *et al.*, 2017). Terdapat 3 jenis karagenan yang umumnya digunakan pada makanan, yakni κ (kappa), ι (iota), dan λ (lamda) karagenan (Udo *et al.*, 2023). Diantara berberapa jenis karagenan, dalam penelitian ini digunakan iota-karagenan. Iota-karagenan merupakan ekstrak polisakarida ganggang laut yang sering diekstraksi dari *Euchema spinosum* dan dilaporkan berpotensi sebagai bahan film dengan sifat mekanik yang baik (Ghani *et al.*, 2019). Iota-karagenan memiliki kelebihan, yakni gel elastis dan halus, tahan terhadap suhu panas dan kemampuan mengikat air yang baik (Featherstone, 2015). Menurut penelitian Abdillah dan Charles (2021), penambahan iota-karagenan meningkatkan kuat tarik, yang lebih tinggi dan pengurangan permeabilitas uap air yang berarti iota-karagenan dapat digunakan untuk memperbaiki sifat *edible film*. Dalam mengontrol sifat permeabilitas *edible film*, juga dapat dilakukan penambahan zat yang bersifat hidrofobik (asam lemak, lilin dan minyak) yang

dikombinasikan dengan komponen yang lain. Asam lemak bersifat hidrofobik yang banyak dipelajari juga sebagai plasticizer (Cao, Yang and Fu, 2009). Sekarang ini, asam lemak yang banyak digunakan pada *edible film* adalah asam stearat, asam palmitat, dan *essential oil* (Randazzo *et al.*, 2016). Pada penelitian ini digunakan asam lemak berupa asam stearat karena asam stearat dapat meningkatkan ketahanan film terhadap uap air, tidak hanya itu, asam stearat juga memiliki kemampuan untuk meningkatkan fleksibilitas yang berpengaruh terhadap sifat mekanik film. Selain penambahan bahan-bahan tersebut, komponen lain yang dapat ditambahkan untuk memperbaiki karakteristik film adalah surfaktan. Surfaktan merupakan senyawa amfifilik yang digunakan untuk meningkatkan keterbasahan dan daya rekat film dan bertindak sebagai pengemulsi. Berdasarkan pada penelitian Rodríguez *et al.*, (2006), tween 20 merupakan surfaktan yang paling efektif pada konsentrasi yang rendah, sehingga pada penelitian ini digunakan tween 20 sebagai surfaktan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian sintesis dan karakterisasi *edible film* berbasis pati kulit singkong dengan variasi penambahan iota-karagenan terhadap sifat mekanik, masa simpan serta kualitas pada tomat ceri akan dilakukan.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik *edible film* berbasis pati kulit singkong – iota-karagenan hasil sintesis?
2. Bagaimana pengaruh penambahan variasi iota-karagenan pada *edible film* berbahan pati kulit singkong terhadap sifat mekanik, masa simpan serta kualitas pada tomat ceri?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik *edible film* berbasis pati kulit singkong– iota– karagenan hasil sintesis.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi iota-karagenan pada *edible film* berbahan pati kulit singkong terhadap sifat mekanik, masa simpan serta kualitas tomat ceri.

D. Manfaat Penelitian

1. Memberikan pengetahuan mengenai *edible film* berbasis pati kulit singkong.
2. Memberikan pengetahuan mengenai pengaruh variasi iota-karagenan jika ditambahkan ke dalam *edible film*.

3. Mendukung upaya mengurangi kerugian dengan memperpanjang umur simpan dan mempertahankan kualitas tomat ceri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. *Edible Film*

Edible film adalah kemasan inovatif yang dapat dijadikan sebagai alternatif pengaplikasian pada bahan pangan karena terbuat dari komponen – komponen alami yang memungkinkannya dimakan berbarengan dengan bahan pangan yang dilapisinya. Selain itu, *edible film* bersifat ramah lingkungan karena dapat terurai secara alami. *Edible film* adalah bahan pelapis yang digunakan sebagai pembungkus untuk pemisahan lapisan makanan komponen. Ini adalah pengganti plastik sintetis untuk kemasan makanan (Rusli, Metusalach and Tahir, 2017).

Edible film dikenal sebagai lapisan tipis yang dapat dikonsumsi yang bertindak sebagai penghambat terhadap kelembapan, oksigen, dan pergerakan zat terlarut dalam makanan. Polisakarida, protein, lipid, atau komposit yang terdiri dari beberapa komponen dapat digunakan sebagai bahan pembuat *edible film*, baik secara terpisah maupun bersama dengan pemlastis seperti sorbitol, gliserol, sukrosa, dan lain-lain (Cerqueira *et al.*, 2011). Film yang dapat dimakan dapat dibentuk sebagai pelapis makanan,

dan memiliki potensi untuk digunakan pada makanan sebagai pelindung (Julianti and Mimi, 2007). Film dan pelapis yang dapat dimakan telah menerima atensi yang lumayan besar pada periode waktu dekat ini karena keunggulan mereka dibandingkan film sintetis. Dibandingkan dengan film sintetis, *edible film* memiliki keunggulan karena dapat mengurangi polusi lingkungan bahkan ketika tidak dimakan. *Edible film* sepenuhnya terbuat dari energi terbarukan, dan diharapkan *edible film* akan terurai lebih cepat daripada bahan polimer.. Film dapat digunakan untuk kemasan individu makanan (Bourtoom. T, 2008). Dalam aplikasi serupa *edible film* juga digunakan untuk mengontrol laju difusi dari permukaan ke bagian dalam makanan. Dalam hal ini, *edible film* akan menjadi lapisan internal secara langsung kontak dengan bahan makanan (Bourtoom. T, 2008).

2. Pati

Pati sebagai jenis polimer dari polisakarida sering dimanfaatkan selaku bahan dasar sintesis *edible film* dikarenakan harganya terjangkau, gampang diperoleh dari sumber terbarukan, dan memberikan sifat mekanik yang baik (Unsa and Paramastri, 2018). Salah satu jenis karbohidrat polisakarida (karbohidrat

kompleks) adalah amilum, yang sering dikenal sebagai pati. Amilum, atau pati, tidak memiliki rasa atau bau dan tidak larut dalam air. Amilum atau pati diproduksi oleh tumbuhan sebagai hasil dari proses metabolisme untuk menyimpan kelebihan gula dalam rentang waktu yang panjang. (Nahwi, 2016). Pati dalam keadaan asli merupakan non plastik, karena ikatan hidrogennya kristalinitas yang diinduksi, dapat diubah menjadi bahan termoplastik dengan perlakuan termal-mekanis. Termoplast adalah bahan yang melunak dan berubah menjadi kenyal pada suhu di bawah suhu dekomposisi dan yang karenanya dapat dibentuk atau dibentuk menjadi bentuk yang diinginkan atau dengan kata lain merupakan bahan polimer yang karena sifatnya yang lemah ikatan internal dapat dicairkan dan dibentuk kembali dalam siklus pemanasan dan pendinginan (Koch, 2018).

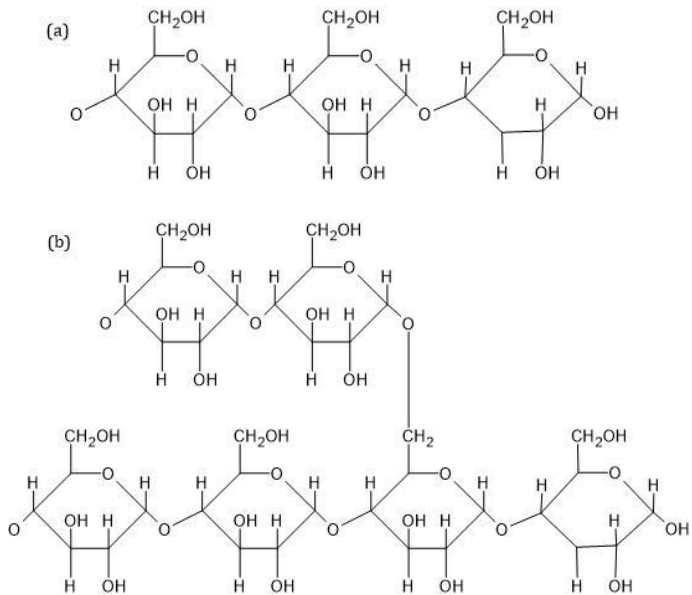
Bahan berbasis pati secara alami termasuk dalam kategori bahan berbasis bio, berbeda dengan bahan yang terbuat dari polimer sintetis. Mencampur pati atau biopolimer lain dengan polimer sintetis adalah metode umum untuk meningkatkan kandungan energi terbarukan dalam suatu bahan dan untuk meningkatkan sifat bahan yang mengandung biopolimer (Koch, 2018). Pati dapat

diisolasi dari berbagai sumber dan memiliki masing-masing kadar patinya. Pada tabel 2.1 disajikan perbandingan kadar pati dari berbagai sumber.

Tabel 2. 1 Perbandingan Kadar Pati dari Berbagai Sumber

Sumber Pati	Kadar Pati
Pati kulit singkong	44-59% (Alfian, Wahyuningtyas and Sukmawati, 2020)
Pati kulit pisang kepok	27% (Cengristitama, Herdiansyah and Sari Wardati, 2023)
Pati ampas singkong	7,5-10% (Weligama Thuppahige <i>et al.</i> , 2023)

Pati ialah biopolimer karbohidrat yang tersusun atas dua struktur utama, yakni amilosa dan amilopektin. Amilosa memiliki struktur garis lurus dengan ikatan glikosidik sedangkan amilopektin memiliki struktur bercabang (Mudaffar, 2021). Polimer glukosa dengan ikatan 1,4- α -glukosida membentuk rantai lurus dinamai sebagai amilosa. Semenara itu, amilopektin memiliki struktur bercabang akibat adanya ikatan 1,6- α -glukosida. Struktur amilosa dan amilopektin ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur (a) Amilosa dan (b) Amilopektin (Rais Nur Latifah, 2022)

3. Singkong (*Manihot Esculenta Crantz*)

Ubi kayu atau singkong (*Manihot esculenta crantz* atau *Maniot utilisissima phol*) ialah tanaman pangan penting yang bukan hanya dimanfaatkan sebagai makanan pokok, melainkan juga dimanfaatkan dalam beragam industri dan sebagai pakan ternak. Tumbuhan ini termasuk dalam famili *Euphorbiaceae* dan memiliki banyak sinonim serta nama pada setiap daerah (Gardjito, 2013). Tanaman singkong (*Manihot esculenta C.*) yang dimanfaatkan pada penelitian ini berjenis singkong roti yang dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Tanaman Singkong Roti (*Manihot esculenta C.*) (Gurusiana, 2022)

Singkong atau ubi kayu (*Manihot esculenta C.*) merupakan spesies dikotil dari famili *Euphorbiaceae* yang memiliki peran penting dalam sistem pangan Indonesia.

Sebagai sumber karbohidrat ketiga terbesar setelah padi dan jagung, singkong memiliki potensi besar untuk dikembangkan, terutama dalam industri tepung. (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, 2011). Kulit singkong berasal dari tumbuhan singkong yang memiliki klasifikasi seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Klasifikasi Tanaman Singkong (*Manihot esculenta* C.) (Van Steenis, 2003)

Kingdom	Plantae
Divisi	Spermatopytha
Subdivisi	Angiospermae
Kelas	Dicotyledoneae
Ordo	Euphorbiales
Famili	Euphorbiaceae
Genus	Manihot
Spesies	<i>Manihot utilisma</i> ; <i>Manihot esculenta</i> <i>Crantz</i>

Singkong memiliki bagian tanaman, seperti kulit. Kulit singkong memiliki komposisi kimia seperti protein (1,50-3,70%), lemak (0,800-2,10%), pati (44,00-59,0%), kalsium (0,420-0,770%), fosfor (0,020 – 0,100), HCN (18,00-305,40 ppm) dan serat (17,50-27,40%). Serat kasar merupakan komponen karbohidrat yang terutama berasal dari bagian tanaman yang keras. Komponen utama serat kasar adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin, yang

membentuk struktur dinding sel tanaman (Muhiddin, N., Juli, N. & Aryantha, 2000). Kulit singkong ini juga kaya akan pektin, tanin, enzim peroksidase, glikosida, dan kalsium oksalat (Sakalaty, Suryanto and Koleangan, 2021). Bagian kulit singkong berwarna merah muda, yakni berada di tengah-tengah antara kulit ari yang berwarna coklat dan bagian dalam yang berwarna putih akan digunakan dalam penelitian ini. Gambar bagian-bagian kulit singkong ditunjukkan pada gambar 2.3.

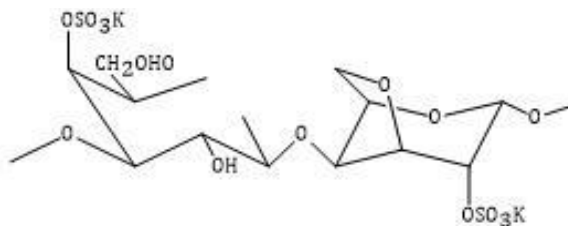


Gambar 2. 3 Bagian – Bagian Kulit Singkong
(Pilar Global, 2022)

4. Iota-Karagenan

Karagenan adalah polimer alami yang terdiri dari rantai panjang galaktosa dan 3,6-anhidrogalaktosa, yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik. Molekul karagenan mengandung gugus sulfat yang teresterifikasi, memberikan sifat hidrokoloid yang khas.

Pengklasifikasian karagenan berlandaskan pada keberadaan jembatan 3,6 -anhidro pada residu galaktosa yang terhubung ke-4, posisi dan jumlah ester gugus sulfat (Ghani *et al.*, 2019). Karagenan dikategorikan menjadi tiga tipe utama berdasarkan struktur molekulnya, yakni kappa (κ), iota (ι) dan lamda (λ). Masing-masing jenis karagenan mempunyai karakteristik unik yang membedakannya, termasuk kemampuan membentuk gel, tingkat kekentalan, kestabilan pada suhu tertentu, interaksi dengan bahan lain, dan kelarutannya (Campo *et al.*, 2009). Struktur iota-karagenan dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Struktur Iota-Karagenan (Necas dan Bartosikova, 2013)

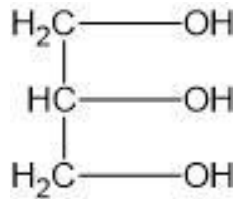
Iota-karagenan merupakan sebuah polisakarida berbentuk linier dengan konformasi heliks (Tuvikene *et al.*, 2015). Iota-karagenan merupakan jenis karagenan yang mengandung 25-30% 3,6-Anhidro galaktosa dan dua

gugus ester sulfat per disakarida dan kalsium, dan dengan demikian kekuatan gelnya kuat. Iota-karagenan dapat diekstraksi dari *Eucheuma spinosum* (Pereira, F. Gheda and J. A. Ribeiro-Claro, 2013). Selain aplikasi industri yang umum sebagai bahan pembentuk gel, penstabil, dan pengental yang lembut karena sifat viskoelastiknya yang unik, iota-karagenan terkenal dengan berbagai bioaktivitasnya (Necas and Bartosikova, 2013). Beberapa penelitian melaporkan bahwa iota-karagenan memiliki antioksidan, anti-virus, dan gastroprotektif (Wai *et al.*, 2023).

Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan iota-karagenan sebagai komponen tambahan pada sintesis *edible film* adalah penelitian dari (Thakur *et al.*, 2016) dan (Abdillah and Charles, 2021) yang menunjukkan bahwa penambahan iota-karagenan berkontribusi terhadap *edible film* yang dihasilkan, terutama pada sifat fisik dan sifat mekanik.

5. Gliserol

Gliserol, sebuah senyawa trihidroksi alkohol merupakan produk samping dari reaksi kimia yang digunakan untuk membuat biodiesel dengan proses transesterifikasi. Struktur kimia gliserol dapat dilihat pada gambar 2.5.



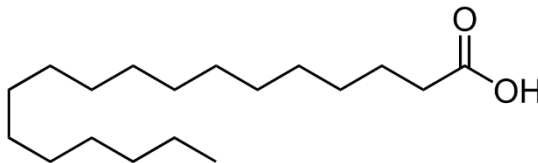
Gambar 2. 5 Struktur Gliserol
(Pubchem, 2004)

Itilah gliserol dan gliserin merujuk pada senyawa yang sama, dengan rumus kimia $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$. Gliserol berupa cairan tak berwarna dan tak berbau yang kental, bercita rasa manis (Pagliaro and Rossi, 2010). Gliserol adalah triol dengan struktur propana yang tersubstitusi pada posisi 1, 2, dan 3 oleh gugus hidroksil. Gliserol biasanya digunakan pada makanan, farmasi dan medis. Destilasi merupakan metode yang efektif untuk memurnikan gliserol sehingga memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan dalam berbagai aplikasi, termasuk industri makanan dan farmasi (Prasetyo, Widhi and Widayat, 2012).

Gliserol telah banyak digunakan sebagai *plasticizer* dalam *edible film*. Beberapa penelitian terdahulu yang menggunakan gliserol sebagai *plasticizer* adalah penelitian dari Arifin and Handayani, (2021) dan Yanti, (2020) data penelitian mengindikasikan bahwa dengan penambahan gliserol berperan penting dalam sifat mekanik serta kualitas permukaan *edible film* yang dihasilkan.

6. Asam Stearat

Asam stearat, sebagai salah satu anggota asam lemak jenuh, merupakan komponen utama dalam banyak lemak hewan dan minyak nabati. Nama IUPAC dari asam stearat adalah asam oktadekanoat, hal tersebut dikarenakan sebagian besar terdiri atas asam oktadekanoat. Struktur kimia asam stearat dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Struktur Asam Stearat (Pubchem, 2022)

Secara fisik, asam stearat dapat dideskripsikan sebagai padatan keras, mengkilat, dan berwarna terang, mirip dengan lilin paraffin (Febriyanti, 2015). Asam stearat merupakan asam lemak jenuh yang bersifat hidrofobik, yakni sukar larut dalam air (Santoso, Saputra and Pambayun, 2004). Asam stearat sering digunakan untuk bahan pembuatan lilin, sabun, plastik dan dalam produk kosmetik (Rikadyanti, Sugihartini and Yuliani, 2021). Sifat hidrofobik asam stearat dapat juga digunakan dengan tujuan meningkatkan ketahanan terhadap uap air pada *edible film* (Cornelia, Anugrahati and Christina, 2012). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Thakur *et al.*, (2016) dan Mande, (2018) yang mengindikasikan bahwa penambahan asam stearat sebagai lipid mampu menciptakan penghalang yang efektif terhadap uap air pada *edible film* karena sifat hidrofobiknya.

7. Tween 20

Tween 20 atau yang biasa disebut dengan polysorbate 20, memiliki rumus kimia $C_{58}H_{114}O_{26}$ yang berbentuk cairan pekat / kental dan berwarna kuning (Smart-Lab, 2018). Tween 20 menunjukkan nilai keseimbangan hidrofil-lipofil (HLB) yang tinggi, yang mengindikasikan bahwa polisorbat akan berperan

menyebarkan fase minyak dalam fase kontinu air, menghasilkan tipe emulsi minyak dalam air. Nilai HLB untuk sebagian besar pengemulsi berada pada kisaran 1,8 hingga 18,6, dengan Polisorbat pada kisaran 9,6 hingga 16,7. Karena sifatnya yang nonionik, polisorbat relatif tidak sensitif terhadap air sadah dan elektrolit dan dapat digunakan dalam formulasi asam dan basa (Moore, 1984).

Tween 20 memiliki banyak kegunaan dalam industri, penelitian, farmasi, dan produksi makanan. Tween 20 digunakan dalam industri tekstil sebagai agen antistatis, pelumas serat, dan pengemulsi akhir. Dalam industri makanan sebagai emulsifier. Dalam penelitian biologi, mereka menemukan kegunaan dalam ekstraksi protein membran, penonaktifan virus, dan persiapan kultur pertumbuhan (Moore, 1984).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Rodríguez, Osés, Ziani and Juan I. Maté, 2006) dan (Thakur *et al.*, 2017) menunjukkan bahwa tween 20 merupakan salah satu surfaktan yang efektif meskipun digunakan dalam konsentrasi rendah yang dapat mengemulsikan lemak dalam air.

8. Tomat Ceri

Tomat ceri komersial yang memiliki nama ilmiah *Solanum lycopersicum L. var. cerasiforme* merupakan tanaman yang ditanam setiap musim dan menjadi komoditas hortikultura yang digemari oleh masyarakat luas dan populer di seluruh dunia. Tanaman ini berasal dari Amerika Tengah dan Selatan, dan kini telah menyebar ke berbagai belahan dunia, termasuk Indonesia. Tomat ceri memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari varietas tomat lainnya, baik dari segi morfologi maupun kandungan gizi (Driyunitha, 2018). Tomat ceri termasuk dalam famili *Solanaceae* dan memiliki klasifikasi seperti pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi Tomat Ceri (Agromedia, 2007)

Kingdom	Plantae
Divisi	Spermatophyta
Sub Divisi	Angiospermae
Kelas	Dicotyledonae
Ordo	Solanales
Famili	Solanaceae
Genus	Lycopersicon
Spesies	<i>Solanum lycopersicum var. cerasiforme</i>

Warna tomat ceri adalah merah. Berbentuk bulat kecil, memiliki diameter sekitar 1.5 cm – 3 cm, berkulit tipis dan memiliki berat sekitar ± 30 gr. Tomat ceri kaya

akan kandungan air dan berbagai nutrisi penting. Dalam setiap 100 gram tomat ceri, terdapat sekitar 94 gram air, 1 gram protein, serta sejumlah mineral seperti kalsium, zat besi, dan magnesium. Selain itu, tomat ceri juga mengandung berbagai jenis vitamin, termasuk vitamin A, B1, B2, dan terutama vitamin C yang tinggi (Safitri, Budi and Lailiyah, 2023). Tomat ceri dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Tomat Ceri (*Solanum lycopersicum* L. var. *cerasiforme*) (Ape, 2023)

Tomat cherry, dengan rasa manis alami dan kandungan nutrisi yang kaya, dapat dikonsumsi secara langsung maupun dengan minim pengolahan. Rendah kalori, kaya serat, vitamin C, dan likopen, tomat ini tidak hanya menyehatkan pencernaan tetapi juga dapat meningkatkan imunitas (Olawuyi and Lee, 2022).

9. Karakterisasi *Edible Film*

A. Sifat Mekanik *Edible Film*

Sifat mekanik yang diuji dan diperhatikan pada sejenis film kemasan termasuk *edible film* ialah kuat tarik (*tensile strength*) dan persen pemanjangan (*elongation to break*) Sifat mekanik menunjukkan indikasi integritas film yang berlangsung sepanjang mekanisme penyusunan film tersebut (Nahwi, 2016).

Menurut Rusli, Metusalach and Tahir (2017), Nilai kuat tarik menunjukkan batas maksimum gaya yang sanggup ditahan bagi suatu film sebelum mendapati kerusakan (robek), sebagai halnya yang tampak pada tampilan alat pengujian. Berdasarkan *Japanese Industrial Standard* (1998), *edible film* dikelompokkan menjadi beberapa *grade*. Pembagian *grade* tersebut dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Pembagian *Grade Edible film* Berdasarkan Kuat Tarik

Satuan	N/ mm
<i>Grade 1</i>	100 atau lebih
<i>Grade 2</i>	50 atau lebih, tetapi tidak termasuk 100
<i>Grade 3</i>	25 atau lebih, tetapi tidak termasuk 50
<i>Grade 4</i>	5 atau lebih, tetapi tidak termasuk 25
<i>Grade 5</i>	Kurang dari 5

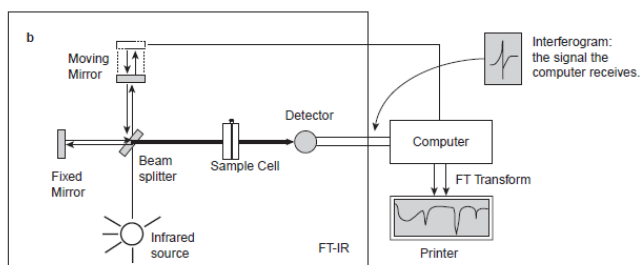
Adapun elongasi menurut (Rusli *et al.*, 2017) adalah perbandingan antara pertambahan panjang sebuah film dengan panjang awalnya, dinyatakan dalam bentuk persentase, saat film tersebut ditarik hingga putus. Berdasarkan *Japanese Industrial Standard* (1998), *edible film* yang telah memenuhi standar yaitu memiliki nilai elongasi minimal 70%.

B. FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Spektroskopi Infra Merah (IR) adalah metode karakterisasi yang mengukur bagaimana molekul dalam polimer bergetar ketika disinari dengan cahaya infra merah. Pola getaran ini unik untuk setiap jenis ikatan kimia, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi jenis polimer dan gugus fungsinya. Spektrofotometer inframerah adalah instrumen yang digunakan untuk mengukur intensitas radiasi inframerah yang ditransmisikan atau diserap oleh suatu sampel (Pavia *et al.*, 2009)

FTIR bekerja dengan cara mengirimkan sinar infra merah ke sampel. Molekul dalam sampel akan bergetar jika energi sinar infra merah cocok dengan frekuensi getaran molekul tersebut. Getaran ini

menyebabkan sebagian sinar infra merah diserap. Sinar infra merah yang tidak terserap akan diteruskan dan dideteksi, menghasilkan spektrum yang khas untuk setiap senyawa (Sari and Fajri, 2018). Ilustrasi penjelasan tersebut terdapat pada gambar 2.8.



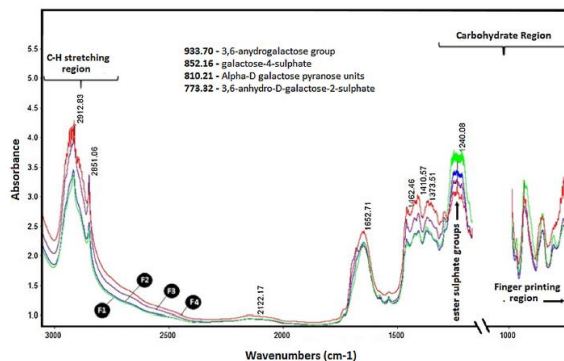
Gambar 2.8 Prinsip Kerja Instrumen FTIR
(Pavia *et al.*ss, 2009)

Panjang gelombang $4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$ merupakan daerah infra merah. Setiap gugus fungsi dalam molekul memiliki spektrum inframerah yang unik. Oleh karena itu, spektroskopi IR dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur konsentrasi gugus fungsi spesifik dalam senyawa organik dan polimer (Nahwi, 2016).

Dalam suatu instrumen *Fourier Transform Infra Red*, memiliki prinsip mengganti alat pemisah

cahaya tradisional (monokromator) dengan interferometer. Interferometer menciptakan pola interferensi yang kompleks. Dengan menggunakan “transformasi fourier”, pola ini dapat diubah menjadi spektrum yang menunjukkan frekuensi serapan cahaya oleh sampel (Nahwi, 2016).

Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Thakur *et al.*, (2016) yang meneliti tentang *edible film* berbasis pati beras yang ditambahkan dengan iota-karagenan, gliserol, asam stearat dan tween 20. Hasil sintesis *edible film* dilakukan karakterisasi menggunakan FTIR dan spektrum yang dihasilkan seperti pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Spektrum FTIR *Edible Film* Pati Beras, iota-Karagenan, Gliserol, Asam Stearat dan Tween 20 (Thakur *et al.*, 2016)

Spektra FT-IR film komposit menunjukkan beberapa pita serapan karakteristik umum pada bilangan gelombang yang berbeda. Bilangan gelombang 2851 cm^{-1} - 3050 cm^{-1} merepresentasikan vibrasi ulur C-H. Bilangan gelombang 2912 cm^{-1} berhubungan dengan gugus fungsi -OH. Pada rentang bilangan gelombang 700 cm^{-1} - 1000 cm^{-1} menunjukkan karakteristik polisakarida. Daerah spektral antara 800 cm^{-1} dan 950 cm^{-1} berhubungan dengan C-O-SO₃ pada C₂ dari 3,6-anhidrogalaktosa, C-O-SO₃ pada C₄ dari galaktosa, C-O-SO₃ pada C₂ dari 3,6-anhidrogalaktosa, C-O dari 3,6-anhidrogalaktosa. Bilangan gelombang 852 cm^{-1} dan 933 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus ester sulfat (Thakur *et al.*, 2016).

Data referensi (Thakur *et al.*, 2016) bilangan gelombang hasil pengujian FTIR disajikan pada tabel 2.5.

Tabel 2. 5 Gugus Fungsi *Edible Film* (Thakur *et al.*, 2016)

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
C-H	2851 cm^{-1} - 3050 cm^{-1}
O-H	3400 cm^{-1} - 2400 cm^{-1}
C-O-SO ₃	750 cm^{-1} - 1000 cm^{-1}

B. Kajian Riset yang Relevan

Penelitian ini mengacu pada studi dan penelitian terdahulu yang memiliki bidang sama dengan penelitian pembuatan *edible film*. Weligama Thuppahige *et al.*, (2023) menyelidiki potensi ekstraksi pati dari limbah agroindustri singkong, yaitu pati kulit singkong. Ekstrak pati yang diperoleh dikarakterisasi dan sifat-sifatnya dibandingkan dengan dengan pati singkong komersial. *Scanning Elektron Microscopy* (SEM) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) menunjukkan bahwa pati yang diekstrak dari kulit singkong dan pati singkong komersial memiliki morfologi dan gugus fungsi yang sangat mirip. Kulit singkong telah terbukti berpotensi sumber pati alternatif, dan sifat-sifat yang ditunjukkan oleh pati yang diekstrak dari sumber-sumber ini menunjukkan aplikasi potensial mereka sebagai bahan *edible film*, sebagai alternatif dari pati singkong komersial yang umum digunakan.

Penelitian Abdillah dan Charles (2021), menggunakan iota-karagenan pada sintesis *edible film* berbasis pati umbi garut. Hasil yang diperoleh adalah penambahan iota-karagenan meningkatkan kuat tarik, dan pengurangan permeabilitas uap air, yang berarti iota-karagenan dapat digunakan untuk memperbaiki sifat *edible film*. Pada penelitiannya dilakukan berbagai perlakuan dalam

pembuatan *edible film*. Pada perlakuan penambahan pati 3.5% - 0.5% iota-karagenan dihasilkan ketebalan 0.077 ± 0.009 mm, indeks *sweeling* $1185.00 \pm 86.20\%$, permeabilitas uap air 0.10 ± 0.002 g.mm/m², kuat tarik 0.631 ± 0.047 Mpa dan persen elongasi $71.505 \pm 10.244\%$. Pada perlakuan penambahan pati 3% - 1% iota-karagenan dihasilkan ketebalan 0.078 ± 0.03 mm, indeks *sweeling* $1490.45 \pm 88.65\%$, permeabilitas uap air 0.09 ± 0.011 g.mm/m², kuat tarik 1.650 ± 0.173 MPa dan persen elongasi $41.195 \pm 4.438\%$. Pada penambahan pati 2.5% - 1.5% iota-karagenan dihasilkan ketebalan 0.072 ± 0.004 mm, indeks *sweeling* $1564.02 \pm 232.51\%$, permeabilitas uap air 0.09 ± 0.012 g.mm/m², kuat tarik 1.927 ± 0.267 MPa, dan persen elongasi 37.863 ± 0.919 %. Pada penambahan pati 2% - 2% iota-karagenan, menghasilkan ketebalan *edible film* 0.066 ± 0.005 mm, indeks *sweeling* $3238.69 \pm 204.80\%$, permeabilitas uap air 0.10 ± 0.008 g.mm/m², kuat tarik 2.204 ± 0.301 MPa dan persen elongasi $32.649 \pm 3.587\%$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa iota-karagenan dapat digunakan untuk memperbaiki sifat mekanik *edible film*. Pada penelitian ini, juga dilakukan pengaplikasian *edible film* pada tomat ceri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaplikasian *Edible film* pada tomat ceri mampu mengurangi kehilangan bobot

susut secara signifikan selama penyimpanan 10 hari pada suhu ruang.

Thakur *et al.*, (2016) menyatakan bahwa iota-karagenan masih memiliki kekurangan terhadap sifat permeabilitas *edible film*. Pada penelitiannya yang menambahkan asam stearat pada *edible film* menghasilkan pengaruh terhadap sifat mekanik *edible film* dan permeabilitas uap airnya. Hasil penelitiannya adalah ketebalan *edible film* pati beras dan iota-karagenan memberikan hasil yang bervariasi antara 0.084 – 0.114 mm. Formulasi F1, yang terdiri dari 2% pati beras dan 2% iota-karagenan dengan 0,3% asam stearat menghasilkan ketebalan minimum. Kelarutan berkisar antara 43,35% hingga 63,22% yang merupakan nilai yang baik untuk aplikasi buah. Nilai kelarutan dipengaruhi secara signifikan dengan peningkatan konsentrasi karagenan. Formulasi F1 (2% pati beras: 2% iota-karagenan: 0,3% asam stearat) menunjukkan nilai kelarutan maksimum (63,22%). Kelarutan paling rendah pada formulasi yang terdiri dari 0,5% iota-karagenan dengan konsentrasi pati tinggi (4%) dan konsentrasi asam stearat (0,9%). Formulasi film F1, yang mengandung 2% pati beras, 2% iota-karagenan dan 0,3% asam stearat menunjukkan nilai WVP minimum ($3,55 \times 10^{-11} \text{ gs}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$) dibandingkan dengan formulasi F2 yang

mengandung 2.5% pati beras, 1,5% iota-karagenan dan 0.5% asam stearat ($4,22 \times 10^{-11} \text{ gs}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$) dan F3 yakni 3% pati beras, 1% iota-karagenan dan 0.70% asam stearat. ($4,57 \times 10^{-11} \text{ gs}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$). Formulasi F1 yang mengandung 2% pati beras, 2% iota-karagenan dan 0,3% asam stearat menyajikan kekuatan tarik tinggi ($116,5 \text{ N/m}^2$) yang telah berkontribusi pada pembentukan struktur yang lebih kuat. Sifat mekanik secara bertahap menurun dengan menurunnya konsentrasi iota-karagenan (0,5%) dan minimum ($31,6 \text{ N/m}^2$) pada F4 dengan 0,5% iota-karagenan dan 0,9% asam stearat. Persen elongasi untuk F1 yang mengandung 2% pati beras dan 2% iota-karagenan dengan 0,3% asam stearat, lebih tinggi (45,60%) daripada formulasi lain. Persen elongasi untuk formulasi F1-F4 berkisar dari 15,7% hingga 45,60%. Formulasi F4 yang mengandung 4% pati beras, 0.50% iota-karagenan dan 0.90% asam stearat menunjukkan nilai terendah pada kuat tarik dan persen elongasi. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, formulasi terbaik *Edible film* adalah formulasi F1, yang mengandung 2% pati, 2% *ι*-karagenan dan 0,3% asam stearat.

Pada penelitian (Thakur *et al.*, 2017), *edible film* dengan penambahan asam stearat efektif menurunkan nilai permeabilitas uap air, yakni dari nilai *edible film* kontrol

(tanpa penambahan) sebesar $7.56 \times 10^{-11} \text{ gs}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ menjadi $2,5 \times 10^{-11} \text{ gs}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$.

Pada penelitian Mudaffar (2021) menunjukkan bahwa perlakuan *wrapping* dengan *edible film* menghasilkan susut bobot terbaik dibandingkan dengan *coating*.

Berdasarkan kajian pada penelitian di atas, diketahui bahwa penambahan bahan-bahan seperti iota-karagenan, plasticizer, asam lemak dan surfaktan dapat mempengaruhi sifat mekanik dan sifat permeabilitas pada *edible film*. Penelitian ini akan mensintesis *edible film* pati berbasis pati kulit singkong dengan variasi iota-karagenan serta penambahan gliserol, asam stearat, dan tween 20 yang diaplikasikan pada tomat ceri.

C. Hipotesis Penelitian

Ditambahkannya iota-karagenan pada *edible film* berbasis pati kulit singkong akan meningkatkan sifat mekanik *edible film*. Sebaliknya, penambahan asam stearat akan menurunkan permeabilitas uap air. Melalui pengaplikasian *edible film* diharapkan dapat mempertahankan kualitas tomat ceri, terutama kandungan vitamin C dan bobot susut, dengan demikian dapat memperpanjang masa simpan tomat ceri.

sBAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan selama lima bulan dalam rentang Februari 2024 – Juli 2024 di Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang. Karakterisasi FTIR dilakukan di Laboratorium Terpadu UIN Walisongo Semarang. Uji kuat tarik dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro. Bahan baku utama yang digunakan adalah kulit singkong yang didapatkan dari pabrik pembuatan kripik singkong yang berlokasi di Kecamatan Manyaran Kota Semarang.

B. Alat dan Bahan

a) Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain peralatan gelas laboratorium yaitu pipet tetes, pipet volume, buret, batang pengaduk, gelas ukur, *beaker glass*, cawan porselein, erlenmeyer dan termometer, Kemudian mortar dan alu, spatula, statif dan klem. *magnetic stirrer* (D-Lab), ayakan 80 mesh, kain penyaring, kertas saring, blender, neraca analitik (Ohaus), oven (Memmert UN 30), *hot plate*. Alat

analisis meliputi : FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) Bruker ALPHA II Compact FT-IR Spectrometer, alat uji tarik (*Universal Testing Machine*) dan mikrometer sekrup.

b) Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit singkong yang diambil di Kelurahan Manyaran, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang sebagai sumber pati, tomat ceri, gliserol (Rofa, teknis), larutan iodin 0,1 N dan 0,01 N ($KI + I_2$ Merck, p.a), iota-karagenan, tween 20 (Merck, p.a), asam stearat (Pudak, teknis), *silica gel*, amilum 1% (Merck, p.a) serta air dan aquades.

C. Metode Penelitian

1. Pembuatan Pati dari Kulit Singkong

Metode pembuatan pati kulit singkong mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh (Alfian, Wahyuningtyas and Sukmawati, 2020). Kulit ari singkong yang berwarna coklat dipisahkan dengan kulit bagian dalamnya yang berwarna merah muda. Kulit yang berwarna merah muda diambil dan dicuci menggunakan air yang mengalir dan dilakukan perendaman menggunakan air selama 24 jam dengan

penggantian air dalam waktu 8 jam sekali. Tahap selanjutnya dilakukan proses penghancuran kulit singkong dengan menggunakan blender dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:3 untuk mempermudah proses penghancuran. Bubur kulit singkong yang telah didapat kemudian disaring dan dibiarkan selama 12 jam untuk mendapatkan endapan dari filtratnya. Setelah 12 jam endapan dipisahkan dari air, kemudian endapan yang diperoleh dijemur dengan sinar matahari langsung selama sekitar 2 hari. Kemudian dikeringkan agar pati kering sempurna menggunakan oven pada suhu 50°C selama 8 jam. Pati yang telah dikeringkan, dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh untuk selanjutnya dilakukan uji amilum dan karakterisasi menggunakan FTIR (Alfian, Wahyuningtyas and Sukmawati, 2020).

2. Uji Amilum

Sebanyak 1 gram pati kulit singkong dilarutkan dalam 10 mL aquades dalam gelas beaker, selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 1 mL dan ditambahkan 2 – 3 tetes larutan iodin 0,1 N ke larutan yang berada dalam tabung

reaksi, kemudian dihomogenkan hingga terjadi perubahan. Uji bereaksi positif apabila terjadi perubahan menjadi warna biru kehitaman yang menandakan mengandung amilum (mustakim and Tahir, 2019).

3. Pembuatan *Edible film*

Prosedur pembuatan *edible film* mengacu pada penelitian (Thakur *et al.*, 2016), yakni pati kulit singkong dengan variasi massa 4 gr, 3 gr, 2,5 gr, 2 gr, dan 1,5 gr dicampurkan dengan aquadest dan diaduk sambil dipanaskan pada suhu 80-85°C selama 15 menit. Karagenan dengan variasi massa 0 gr, 1 gr, 1,5 gr, 2 gr dan 2,5 gr ditambahkan pada suhu 80°C selama 10 menit. Campuran tersebut ditambahkan lelehan asam stearat 0,3 gr dan 0,5 mL tween 20 dan diaduk hingga tercampur sempurna. Setelah itu, ditambahkan gliserol 1,2 mL dan diaduk selama 15 menit. Campuran tersebut dituang ke dalam cetakan plastik berukuran 26,5 cm × 21,5 cm yang selanjutnya dioven pada suhu 65°C selama ± 10 jam lalu didinginkan pada suhu ruang. *Edible film* dilepaskan dari cetakannya, untuk selanjutnya

dilakukan karakterisasi. Rancangan komposisi penelitian ditunjukkan pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Rancangan Formulasi Edible Film

	Pati Kult Singkong	iota- kar	Gliserol	Asam Stearat	Tween 20
F1	4 gr	0 gr	1,2 mL	0,3 gr	0,5 mL
F2	3 gr	1 gr	1,2 mL	0,3 gr	0,5 mL
F3	2,5 gr	1,5 gr	1,2 mL	0,3 gr	0,5 mL
F4	2 gr	2 gr	1,2 mL	0,3 gr	0,5 mL
F5	1,5 gr	2,5 gr	1,2 mL	0,3 gr	0,5 mL

4. Pengujian *Edible Film*

a) Karakterisasi Menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Tujuan kalibrasi FTIR adalah untuk mengidentifikasi gugus spektral dan gugus fungsi pada *edible film*. Datanya adalah ditunjukkan dalam gambar spektrum antara bilangan gelombang dan transmisi,

Sampel *edible film* dikarakterisasi menggunakan spektrometer FTIR. Sampel *edible film* dipotong dengan ukuran 2 cm × 2 cm kemudian diletakkan dalam set holder yang setelahnya akan dianalisis. Spektrum FTIR dari semua sampel yang dianalisis dinyatakan

sebagai absorbansi, dalam kisaran panjang gelombang antara 400 - 4000 cm^{-1} (Acquah *et al.*, 2020).

b) Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik pada *edible film* mencakup uji kuat tarik dan elongasi. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah *universal testing machine*. Sampel *edible film* dengan ukuran 5 cm $\times$ 1 cm dipasang pada ujung penjepit. Daerah pengukuran pada alat diatur dengan beban yang sesuai, sementara pencatat data diset ke posisi awal (nol). Proses pengujian dimulai dengan mengaktifkan tombol penggerak dan penjepit. Sampel diamati secara kontinu hingga putus. Nilai kuat tarik diperoleh dari beban maksimum yang tercatat saat sampel putus, sedangkan elongasi ditentukan pada saat terjadinya pemutusan sampel (Hikmah, 2022).

Uji kuat tarik dan elongasi pada *edible film* dihitung menggunakan persamaan 3.1 dan 3.2.

$$\text{Kuat tarik} = \frac{F}{A} \quad (3.1)$$

Dengan F adalah gaya (N) dan A adalah luas (mm²)

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{b-a}{a} \times 100\% \quad (3.2)$$

Dengan a adalah panjang awal *Edible film* (cm) dan b adalah panjang akhir *Edible film* (cm)

c) Pengujian Sifat Fisik

1) Uji Ketebalan

Ketebalan *edible film* berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik *edible film* seperti kekuatan tarik, dan elongasi. Ketebalan *edible film* ditentukan menggunakan mikrometer sekrup dengan tingkat ketelitian hingga 0,001 milimeter. Pengukuran dilakukan pada lima titik sampel yang telah ditentukan, yaitu pada keempat sudut dan titik tengah. Nilai rata-rata dari kelima pengukuran tersebut

dinyatakan sebagai ketebalan *edible film* (Syaputra *et al.*, 2020).

2) Uji Laju Transmisi Uap Air

Pengujian laju transmisi uap air merujuk pada penelitian yang telah dilakukan oleh Hikmah (2022). Uji laju transmisi uap air dilakukan dengan menempatkan sampel *edible film* di atas tabung reaksi. Dibutuhkan 2 buah tabung reaksi, yang pertama diisi dengan aquades dan yang kedua diisi dengan silika gel. Kemudian, sampel didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang. Laju transmisi uap air dapat dihitung menggunakan persamaan 3.3.

$$\text{Laju transmisi uap air} = \frac{\Delta w}{tA} \quad (3.3)$$

Dengan Δw adalah perubahan massa (g), t adalah waktu (jam) dan A adalah luas area (cm^2).

3) Uji Daya Serap Air

Daya serap air diuji menggunakan metode yang merujuk pada penelitian Ma'rifah (2022). Sampel *edible film* dengan ukuran 2cm × 2 cm dicelupkan ke dalam gelas beker berisi akuades selama 10 detik, kemudian sampel diangkat dan dikeringkan. Selanjutnya dilakukan penimbangan. Kemudian sampel *edible film* dicelupkan kembali ke dalam aquades dan diangkat lalu dikeringkan untuk dilakukan penimbangan. Perlakuan tersebut dilakukan hingga diperoleh berat konstan. Daya serap air dihitung dengan menggunakan persamaan 3.5.

$$\text{Air yang diserap \%} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (3.4)$$

Dengan w adalah berat akhir sampel basah (gr) dan w_0 adalah berat sampel kering (gr).

5. Proses Pengaplikasian *Edible film* Terhadap Tomat Ceri

Tomat ceri dengan ukuran yang hampir sama (15 gr – 20 gr) ditimbang dan dibersihkan terlebih dahulu kemudian dibungkus menggunakan *edible film* dan disimpan pada suhu ruang selama 10 hari.

a) Uji Susut Bobot

Uji susut bobot dilakukan dengan mengamati dan menimbang massa tomat ceri yang dibungkus dan tidak dibungkus *edible film* pada hari ke 1, 2, 3, 4 hingga hari ke-10 dengan menggunakan neraca analitik (Abdillah and Charles, 2021).

Persentase susut bobot tomat ceri dihitung dengan menggunakan persamaan 3.5.

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\% \quad (3.5)$$

Dengan W_0 adalah bobot awal (gr) dan W_1 adalah bobot akhir (gr).

b) Uji Kadar Vitamin C

Uji kadar vitamin C dilakukan dengan menimbang 10 gr tomat ceri kemudian dihaluskan dengan mortal. Tomat ceri yang telah halus dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL

kemudian ditambahkan dengan aquades hingga tanda batas. Larutan tersebut dihomogenkan dan disaring menggunakan kertas saring. Filtrat hasil penyaringan diambil 25 ml dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer, selanjutnya ditambahkan indikator amilum 1% 3 tetes, lalu dititrasi dengan menggunakan larutan standar Iodium 0,01 N hingga warnanya berubah menjadi biru keunguan (Maftuhatussolihah, 2022). Perhitungan kadar vitamin C dapat dihitung menggunakan persamaan 3.6.

$$\text{Kadar Vitamin C} = \frac{v.titer \times 0,88 \times fp}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \quad (3.6)$$

Dengan v.titer adalah volume titer yang digunakan (mL), 1 mL 0.01 N iodium sama dengan 0.88 mg asam askorbat, fp adalah faktor pengenceran (mL) dan berat sampel (gr).

c) Uji Organoleptik

Uji organoleptik merupakan pengujian indra terhadap warna, tekstur dan aroma tomat ceri yang telah dilapisi *edible film* dan tidak dilapisi *edible film* pada penyimpanan hari ke-10. Hasil yang diperoleh dibandingkan antara tomat

ceri yang dilapisi *edible film* dengan yang tidak dilapisi dengan *edible film*. Pengujian organoleptik dilakukan dengan cara diamati, dicium dan diraba tomat ceri oleh 30 orang panelis dan dilakukan penilai berdasarkan tabel 3.2. Data yang diperoleh dilakukan pengolahan Hasil uji organoleptik diolah dengan menggunakan uji non parametrik *Kruskal-Wallis* pada taraf signifikansi 5%. Apabila terdapat perbedaan pada hasil, dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Tabel 3. 2 Skor Penilaian Organoleptik

Skor	Warna	Tekstur	Aroma
1	Kehitaman	Sangat Lunak	Sangat Busuk
2	Merah agak Kehitaman	Lunak	Busuk
3	Merah Kurang Cerah	Agak Lunak	Agak Busuk
4	Merah	Agak Keras	Agak Segar
5	Merah Cerah	Keras	Segar

Tomat ceri yang diuji dan dinilai memiliki kode sebagai berikut :

Kontrol : Tomat ceri yang tidak dilapisi dengan *edible film*.

TC1 : Tomat ceri yang dilapisi dengan *edible film* pati kulit singkong 4 gr - iota-karagenan 0 gr.

TC2 : Tomat ceri yang dilapisi dengan *edible film* pati kulit singkong 3 gr - iota-karagenan 1 gr.

TC3 : Tomat ceri yang dilapisi dengan *edible film* pati kulit singkong 2,5 gr - iota-karagenan 1,5 gr.

TC4 : Tomat ceri yang dibungkus dengan *edible film* pati kulit singkong 2 gr - iota-karagenan 2 gr.

TC5 : Tomat ceri yang dibungkus dengan *edible film* pati kulit singkong 1,5 gr - iota-karagenan 2,5 gr.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini disajikan dan dipaparkan hasil penelitian serta pembahasan terkait pembuatan dan karakterisasi pati kulit singkong (PKS), *edible film* pati kulit singkong dengan variasi penambahan iota-karagenan. Pengujian sifat *edible film* meliputi uji ketebalan, kuat tarik, elongasi, laju transmisi uap air dan daya serap air. *Edible film* juga dikarakterisasi gugus fungsi dengan menggunakan spektrofotometer FTIR. Evaluasi kualitas tomat ceri dilakukan dengan mengukur penurunan bobot, kadar vitamin C, serta karakteristik organoleptik seperti warna, aroma, dan tekstur

A. Pembuatan dan Karakterisasi Pati Kulit Singkong

Sumber pati kulit singkong pada penelitian ini diperoleh dari pabrik pembuatan kripik singkong di Kelurahan Manyaran, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang. Pembuatan pati kulit singkong dilakukan dengan memisahkan antara kulit singkong bagian luar yang berwarna coklat dengan kulit singkong bagian dalam yang berwarna merah muda. Bagian kulit yang berwarna merah muda diambil dan dicuci menggunakan air mengalir hingga bersih, selanjutnya dipotong menjadi bagian yang lebih kecil

(± 5 cm) kemudian dilakukan perendaman menggunakan air selama 24 jam dengan penggantian air selama 8 jam sekali, dan ditiriskan. Pencucian dan perendaman dilakukan dengan tujuan menghilangkan kontaminan, mengurangi kadar asam sianida, serta mengeliminasi getah dan rasa pahit pada kulit singkong (Alfian, Wahyuningtyas and Sukmawati, 2020). Kulit singkong memiliki kadar HCN 18,00-305,40 ppm. Berdasarkan penelitian Sari and Astili (2018) perlakuan perendaman, pencucian dan pengeringan dapat mengurangi kadar HCN hingga 50%. Proses selanjutnya adalah penghalusan kulit singkong menggunakan blender dengan perbandingan kulit singkong dan air 1:3 untuk mempermudah proses penghancuran. Residu dan filtratnya dipisahkan dengan cara menyaring bubur kulit singkong dengan kain blacu. Filtrat tersebut didiamkan selama 12 jam untuk memisahkan air dan endapan. Endapan yang diperoleh kemudian dipisahkan dari cairan dengan cara filtrasi menggunakan kertas saring dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2 hari, setelah itu dioven pada suhu 50°C selama 8 jam agar pati kering sempurna. Proses pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air dalam pati. Berdasarkan penelitian Alfian, Wahyuningtyas and Sukmawati (2020), pengeringan dengan metode tersebut menghasilkan kadar air 11,13%, yang mana sudah memenuhi

standar SNI 01-3451-1994 yakni kadar air maksimal 15%. Penghilangan kadar air dapat memperlambat pembusukan pada pati karena perkembangan mikroorganisme terhambat (Lidiasari, Syafutri Indriyani and Syaiful, 2006), dengan demikian dapat memperpanjang masa penyimpanan pati. Pati yang dihasilkan ditumbuk menggunakan lumpang dan alu yang selanjutnya diayak menggunakan ayakan 80 mesh agar ukuran partikel pati sama. Hasil akhir pembuatan pati kulit singkong ini berupa serbuk halus berwarna krem kecoklatan seperti pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pati Kulit Singkong

B. Uji Kualitatif Pati Kulit Singkong

1) Uji Amilum

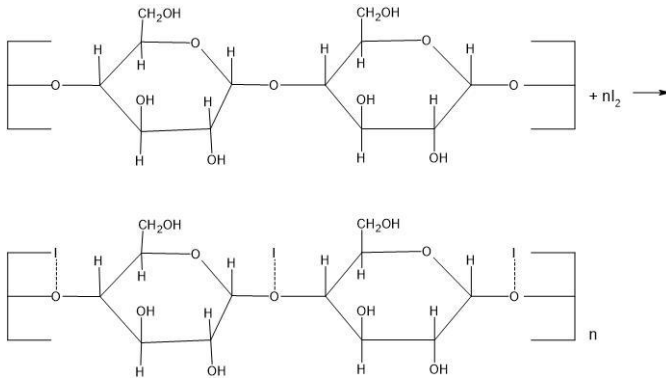
Uji amilum adalah suatu metode kualitatif untuk mengidentifikasi keberadaan amilum (pati) dalam suatu sampel. Uji amilum dapat dilakukan dengan menambahkan larutan iodine ke dalam pati. Hasil uji amilum positif apabila berwarna biru kehitaman. Uji amilum yang dilakukan pada penelitian ini juga menunjukkan perubahan warna menjadi biru kehitaman, yang mengindikasikan bahwa pati kulit singkong positif mengandung amilum (pati) seperti yang disajikan pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Hasil Uji Amilum

Perubahan warna tersebut dikarenakan reaksi antara gugus polisakarida karbohidrat dengan larutan iodin.

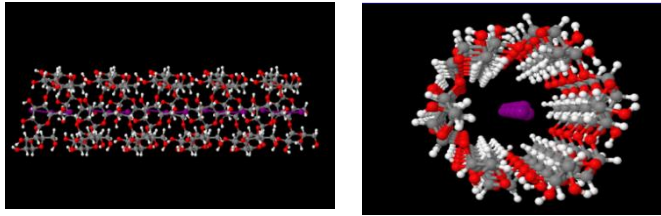
Reaksi yang terjadi antara amilum dengan iodine dapat dilihat pada persamaan 4.1 dan gambar 4.3



Gambar 4. 3 Reaksi Pembentukan Kompleks Biru Kehitaman (Ma'rifah, 2022)

Hal ini sesuai dengan pernyataan Fitri and Fitriana (2020), yang menyatakan bahwa golongan polisakarida akan memberikan reaksi dengan larutan iod dan memberikan warna biru kehitaman yang menunjukkan adanya amilum (pati) pada sampel. Dalam larutan pati terdapat amilosa yang membentuk struktur heliks yang ketika ditambah dengan larutan iod molekul iod memasuki rongga heliks amilosa yang menyebabkan iod terperangkap di dalam heliks tersebut. Di dalam rongga heliks, molekul iodium akan berinteraksi dengan

elektron-elektron pada rantai amilosa. Interaksi ini menyebabkan terjadinya proses perpindahan elektron, yang kemudian menghasilkan warna biru kehitaman yang khas. Ilustrasi tersebut disajikan pada gambar 4.4.

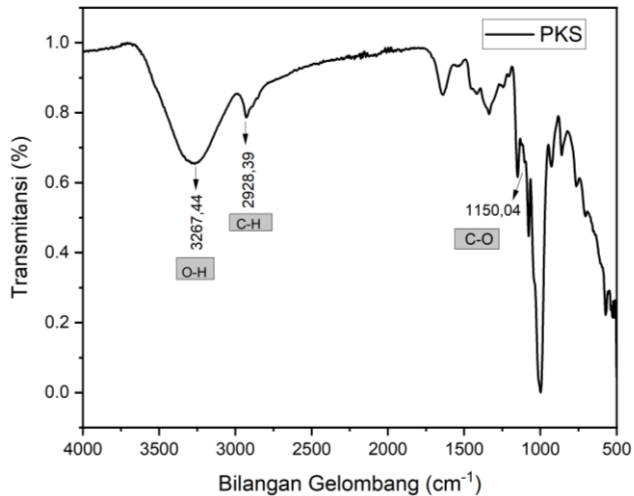


Gambar 4. 4 Ilustrasi Amilum bereaksi dengan Iod menghasilkan Warna Biru Kehitaman (Biotopics, 2013)

2) Karakterisasi Pati Kulit Singkong Menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Hasil pati kulit singkong dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan megonfirmasi keberadaan gugus fungsi yang terkandung dalam pati. Spektrum FTIR yang dihasilkan merupakan informasi data yang sangat kompleks sehingga akan menggambarkan secara menyeluruh karakteristik kimia suatu bahan.

Hasil spektrum karakterisasi FTIR pati kulit singkong pada penelitian ini disajikan pada gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Spektrum FTIR Pati Kulit Singkong

Berdasarkan spektrum hasil karakterisasi FTIR pada gambar 4.5, menunjukkan bahwa pati kulit singkong memiliki gugus O-H pada serapan bilangan gelombang 3267,44 cm⁻¹, gugus C-H pada serapan bilangan gelombang 2928,38 cm⁻¹, dan gugus C-O pada serapan bilangan gelombang 1150,04 cm⁻¹.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Prameswari *et al.*, (2022) mengenai karakteristik pati kulit singkong seperti yang terdapat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Uji FTIR Pati Kulit Singkong

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		
	Range Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Hasil Isolasi Penelitian	Literatur (Prameswari <i>et al.</i> , 2022)
O-H	3650-3200	3267,44	3379,43
C-H	3000-2850	2928,38	2930,00
C-O	900-1300	1150,04	1240,28

C. Pembuatan Edible Film

Edible film pada penelitian disintesis dengan memvariasikan pati kulit singkong 4 gr; 1 gr; 1,5 gr; 2 gr dan 2,5 gr serta iota-karagenan 0 gr; 1 gr; 2,5 gr; 2 gr dan 1,5 gr. Adapun rancangan variasi komposisi *edible film* telah disajikan dalam tabel 3.1. Sintesis *edible film* diawali dengan pati kulit singkong (variasi massa) ditambah dengan aquadest sebanyak 100 mL yang kemudian diaduk dan dipanaskan pada suhu 80°C-85°C selama 15 menit menggunakan *magnetic stirrer*. Pemanasan ini bertujuan untuk mencapai gelatinisasi. Gelatinisasi merupakan proses pecahnya butiran pati ketika dipanaskan dalam air. Panas

menyebabkan butiran pati membengkak dan menyerap air. Proses pembengkakan ini terus terjadi sehingga menyebabkan butiran pati pecah yang memungkinkan amilosa dan amilopektin (komponen utama pati) keluar dan larut dalam air (Nafilah and Sedyadi, 2019).

Pada penelitian ini ditambahkan iota-karagenan yang bertujuan untuk meningkatkan kekentalan, memperbaiki tekstur dan dapat membentuk gel yang lentur (Abdillah and Charles, 2021). Penambahan iota-karagenan (variasi massa) ke dalam larutan pati kulit singkong dilakukan pada suhu 80°C karena suhu tersebut merupakan suhu yang optimal untuk mengaktifkan sifat pembentuk gel dari iota-karagenan. Pada suhu tersebut, molekul-molekul iota-karagenan akan mulai membentuk ikatan hidrogen yang kuat. Selain itu, kelarutan iota-karagenan akan meningkat pada suhu tersebut (Sulistyo, Rulianto Utomo and Setijawati, 2018).

Plasticizer juga ditambahkan dalam sintesis *Edible film* pada penelitian ini karena *edible film* yang berbahan dasar pati memiliki sifat yang kaku, dengan ditambahkan *plasticizer* dapat mengurangi sifat kekakuan pada *edible film*. Jenis *plasticizer* yang digunakan adalah gliserol. Menurut Muscat *et al.*, (2013); Yanti (2020), gliserol merupakan *plasticizer* yang paling umum digunakan pada *edible film* berbasis pati yang memiliki sifat hidrofilik, karena gliserol

juga bersifat hidrofilik sehingga mudah larut. Selain itu, menurut Chiumarelli and Hubinger (2014), *edible film* yang mengandung gliserol menghasilkan sifat penghalang dan sifat mekanik yang baik.

Penambahan asam stearat pada penelitian ini bertujuan untuk mengurangi sifat permeabilitas pada *edible film*, karena asam stearat termasuk ke dalam jenis lipid. Lipid memiliki sifat hidrofobik yang efektif digunakan untuk memperbaiki sifat permeabilitas pada *edible film*. Hal tersebut sesuai dengan pendapat (Wang *et al.*, 2021) yang menyatakan bahwa asam stearat dapat membentuk ikatan dengan polimer pembentuk film, seperti pati yang menghasilkan struktur yang lebih rapat dan kuat. Gugus karboksil (-COOH) dari asam stearat dapat membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil (-OH) pada molekul pati. Ikatan ini terjadi di bagian hidrofilik dari kedua molekul. Bagian rantai alkil (rantai karbon panjang) dari asam stearat, yang bersifat hidrofobik, dapat terorientasi sedemikian rupa sehingga berinteraksi dengan bagian hidrofobik dari matriks film, membantu membentuk struktur yang lebih teratur dan rapat. Struktur yang lebih rapat ini membuat sulit bagi uap air untuk menembus film, sehingga mengurangi permeabilitas uap air.

Pada penelitian ini juga digunakan tween 20 yang bertindak sebagai pengemulsi. Tween 20 termasuk jenis surfaktan yang merupakan senyawa amfifilik yang dapat digunakan untuk meningkatkan kelarutan komponen-komponen hidrofobik (asam stearat) dalam *edible film* karena dapat mendispersikan minyak dalam air (Moore, 1984).

Tahap akhir dari pembuatan *edible film* adalah proses pemanasan di suhu 70°C yang bertujuan untuk pembentukan lembaran film. Hal tersebut dapat terjadi karena larutan edible yang telah dicetak jika dipanaskan mengalami penguapan air yang berakibat pada pengkerutan partikel. Hasil yang diperoleh sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Baldwin *et al.*, (1994), yaitu pembentukan film merupakan akibat dari pengkerutan partikel selama proses pemanasan.

Edible film yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4.6.

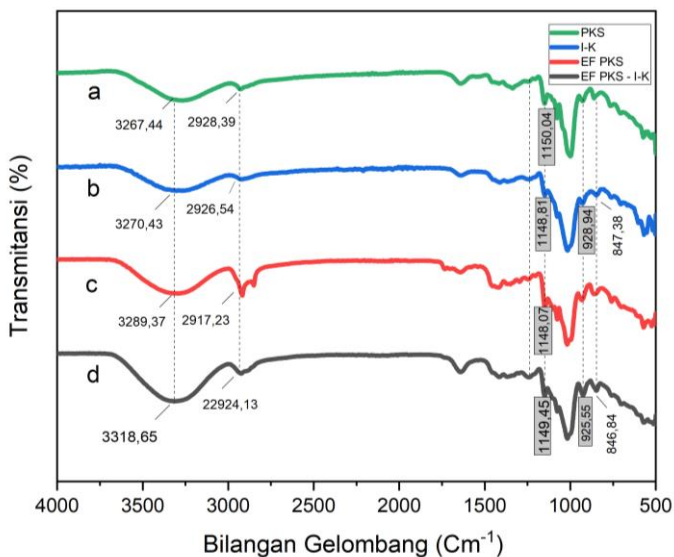


Gambar 4. 6 *Edible Film* Hasil Sintesis

D. Pengujian *Edible Film*

1. Karakterisasi *Edible film* Menggunakan FTIR (Fourier Transform Infrared)

Karakterisasi *Edible film* menggunakan FTIR (Fourier Transform Infrared) bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada *edible film* serta dapat memverifikasi keberadaan bahan tambahan pada *edible film*. Hasil spektrum FTIR dari *edible film* pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Spektrum FTIR (a) Pati Kulit Singkong (b) iotakaragenan (c) *Edible Film* PKS (d) *Edible Film* PKS-iotakaragenan

Berdasarkan spektrum pada gambar 4.5, *edible film* yang dihasilkan menunjukkan pola spektrum yang serupa. Pita serapan gugus O-H terlihat pada bilangan gelombang $3267,44\text{ cm}^{-1}$ hingga $3318,65\text{ cm}^{-1}$ yang terdapat pada pati kulit singkong, iota-karagenan, gliserol, asam stearat dan tween 20. Spektrum serapan *edible film* c (*edible film* kontrol tanpa penambahan iota-karagenan) pada penelitian ini terlihat pada bilangan gelombang $3289,37\text{ cm}^{-1}$ sedangkan pada *edible film* d (dengan penambahan iota-karagenan) pita serapan gugus O-H bergeser ke bilangan gelombang yang lebih tinggi yakni $3318,65\text{ cm}^{-1}$. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan iota-karagenan meningkatkan interaksi ikatan hidrogen yang berkontribusi pada peningkatan kuat tarik *edible film*. Ini sesuai dengan penelitian Abdillah and Charles (2021), yang menghasilkan pergeseran serapan gugus O-H ke bilangan gelombang yang lebih tinggi seiring dengan penambahan iota-karagenan yang menghasilkan peningkatan kuat tarik film. Pada bilangan gelombang $2917,23\text{ cm}^{-1}$ hingga $2292,13\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan pita serapan gugus C-H yang terdapat pada pati kulit singkong, iota-karagenan, gliserol, asam stearat dan tween 20. Pada bilangan gelombang $1148,07\text{ cm}^{-1}$ hingga $1150,04\text{ cm}^{-1}$ ditemukan gugus fungsi

C-O yang terdapat pada pati kulit singkong, iota karagenan, gliserol, asam stearate dan tween 20. Pada bilangan gelombang 925,56 cm^{-1} hingga 928,94 cm^{-1} dan 846,84 cm^{-1} hingga 847,38 cm^{-1} dikaitkan dengan gugus C-O-SO₃ pada C2 dari 3,6-anhidrogalakrosa dan C4 dari galaktosa-4-sulfat (Thakur *et al.*, 2016; Abdillah and Charles, 2021) yang terdapat pada iota-karagenan dan *edible film* yang mengandung iota-karagenan. Hasil bilangan gelombang spektrum FTIR disajikan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil FTIR Pati Kulit Singkong, Iota-Karagenan, EF Pati Kulit Singkong, EF PKS- Iota-Karagenan

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})			
	PKS	Iota-kar	EF PKS	EF PKS + Iota-kar
O-H	3267,44	3270,43	3289,37	3318,65
C-H	2928,39	2926,54	2917,23	22924,13
C-O	1150,04	1148,81	1148,07	1149,45
C-O-SO ₃	-	928,94	-	925,55
C-O-SO ₃	-	847,38	-	846,84

2. Uji Sifat Mekanik

Sifat mekanik berperan dalam menentukan seberapa kuat, elastis dan tahan lama film tersebut. Pada penelitian ini, sifat mekanik yang diuji adalah kuat tarik dan elongasi.

Kuat tarik merupakan kekuatan maksimum yang dapat diberikan pada suatu bahan sebelum bahan tersebut terputus. Semakin tinggi kuat tarik suatu *edible film*, semakin kuat pula *edible film* tersebut dalam menahan tekanan, benturan dan peregangan.

Hasil uji kuat tarik pada berbagai variasi komposisi EF PKS-iota-karagenan disajikan pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Hasil Kuat Tarik *Edible Film*

Variasi Komposisi	Kuat Tarik (MPa)	<i>Japanese Industrial Standard (JIS, 1997)</i>
EF PKS 4 gr – iota-k 0 gr	2,61	Grade 5 (kurang dari 5 N/mm)
EF PKS 3 gr – iota-k 1 gr	4,60	Grade 5 (kurang dari 5 N/mm)
EF PKS 2,5 gr – iota-k 1,5 gr	5,27	Grade 4 (5 N/mm lebih tetapi kurang dari 25 N/mm)
EF PKS 2 gr – iota-k 2 gr	5,06	Grade 4 (5 N/mm lebih tetapi kurang dari 25 N/mm)
EF PKS 1,5 gr -iota-k 2,5 gr	5,55	Grade 4 (5 N/mm lebih tetapi kurang dari 25 N/mm)

Berdasarkan tabel 4.3, hasil kuat tarik yang diperoleh pada penelitian ini berkisar dari 2,61 MPa hingga 5,55 MPa. Nilai kuat tarik terendah dihasilkan oleh formulasi F1 (EF PKS 4 gr – iota-k 0 gr). Umumnya, semakin tinggi konsentrasi pati yang digunakan maka semakin tinggi pula kuat tarik yang dihasilkan. Tetapi, dalam penelitian ini, hubungan antara konsentrasi pati dan kuat tarik tidak linier. Dapat dilihat pada formulasi F1, yang mana semakin tinggi konsentrasi pati yang digunakan, kuat tariknya menurun. Hal tersebut dapat terjadi karena pada formulasi F1 tidak ditambah dengan iota-karagenan dan konsentrasi pati yang digunakan tinggi, sehingga *edible film* yang dihasilkan terlalu rapuh, kaku dan mudah pecah ketika ditarik. Menurut Didik (2019), penambahan pati dengan konsentrasi tinggi dapat meningkatkan kadar amilosa dalam larutan *edible film*. Namun, kadar amilosa yang terlalu tinggi dapat menyebabkan film menjadi lebih rapuh dan kurang elastis, sehingga kuat tariknya menurun.

Dalam penelitian ini juga terjadi fenomena penurunan kuat tarik pada formulasi F4 (EF PKS 2 gr -iota-k 2 gr) yang disebabkan oleh konsentrasi yang sama antara pati kulit singkong dan iota-karagenan. Keduanya memiliki kemampuan untuk membentuk gel dan memiliki

struktur yang berbeda. Pati merupakan polisakarida berbasis glukosa (amilosa dan amilopektin) sedangkan iota-karagenan merupakan polisakarida berbasis galaktosa dengan ikatan sulfat, apabila konsentrasi keduanya sama, dapat mengganggu pembentukan struktur gel yang kuat dan teratur sehingga tidak cukup kuat membentuk jaringan polimer yang padat dan terikat kuat. Dengan demikian dapat mengurangi kuat tarik pada *edible film*. Selain itu, pada formulasi F4, waktu pengeringan sedikit lebih lama dari formulasi yang lain. Waktu pengeringan yang terlalu lama menyebabkan penguapan air yang berlebihan dan menghasilkan film yang lebih rapuh. Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Sudaryati H. P., Mulyani and Hansyah, 2010) yang menyatakan bahwa seiring bertambahnya waktu pengeringan, kandungan air dalam bahan akan terus berkurang sehingga akan berpengaruh terhadap kuat tarik *edible film*. Berdasarkan JIS (*Japanese Industrial Standard*) 1997, *Edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini termasuk ke dalam grade 5 (kuat tarik kurang dari 5 N/15 mm) dan grade 4 kuat tarik lebih dari 5 N/mm).

Parameter uji sifat mekanik yang kedua adalah elongasi. Elongasi merupakan kemampuan *edible film*

untuk meregang atau memanjang sebelum putus ketika diberi gaya tarik.

Hasil uji elongasi pada berbagai variasi komposisi EF PKS-iota-karagenan disajikan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Elongasi *Edible Film*

Variasi Komposisi	Elongasi (%)	<i>Japanese Industrial Standard (JIS, 1997)</i>
EF PKS 4 gr - iota-k 0 gr	0,7	
EF PKS 3 gr – iota-k 1 gr	18,3	
EF PKS 2,5 gr - iota-k 1,5 gr	45	>70%
EF PKS 2 gr - iota-k 2 gr	28	
EF PKS 1,5 gr - iota-k 2,5 gr	19	

Berdasarkan tabel 4.4, diketahui bahwa nilai elongasi yang diperoleh dari berbagai variasi komposisi berkisar antara 0,7% hingga 45%. Hasil nilai elongasi yang diperoleh mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya iota-karagenan. Menurut penelitian Thakur *et al.*, (2016) bertambahnya nilai elongasi disebabkan bertambahnya konsentrasi iota-karagenan. Hal tersebut dapat terjadi karena interaksi dan

kompatibilitas pati dengan iota-karagenan. Asosiasi heliks iota-karagenan dalam matriks film membentuk matriks yang lebih kompak ketika sampel mencapai suhu gelatinisasi dan membentuk struktur 3D sebagai hasil dari pemasangan rantai dengan iota-karagenan dan pati yang berdekatan. Namun, hasil tersebut mengalami penurunan mulai pada formulasi F4 (EF PKS 2 gr - iota-k 2 gr) yang juga disebabkan oleh penambahan iota-karagenan pada *edible film*. Pada formulasi tersebut, *edible film* yang dihasilkan membentuk jaringan yang kompleks yang bertindak sebagai penahan atau penghalang terhadap deformasi sehingga *edible film* sedikit rapuh dan mudah putus. Nilai elongasi yang didapat pada penelitian ini belum memenuhi JIS (*Japan Industrial Standard*) 1997, yakni minimal nilai elongasi 70%.

3. Uji Sifat Fisik

Parameter sifat fisik *edible film* yang diuji pada penelitian ini adalah ketebalan, laju transmisi uap air dan daya serap air.

a. Ketebalan

Ketebalan akan berpengaruh terhadap fleksibilitas suatu *edible film*. Semakin tebal *edible film* dapat menurunkan fleksibilitas *edible film*,

semakin tipis *edible film* yang dihasilkan akan mudah sobek. Nilai ketebalan *edible film* pada berbagai variasi komposisi EF PKS-iota-karagenan disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Nilai Ketebalan *Edible Film*

Variasi Komposisi	Ketebalan (mm)	<i>Japanese Industrial Standard (JIS, 1997)</i>
EF PKS 4 gr - iota-k 0 gr	0,25	
EF PKS 3 gr - iota-k 1 gr	0,20	
EF PKS 2,5 gr- iota-k 1,5 gr	0,19	<0,25 mm
EF PKS 2 gr - iota-k 2 gr	0,18	
EF PKS 1,5 gr - iota-k 2,5 gr	0,17	

Berdasarkan tabel diatas, nilai ketebalan *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 0,17 mm hingga 0,25 mm. Nilai ketebalan tertinggi ditunjukkan oleh formulasi F1 (EF PKS 4 gr - iota-k 0 gr) dan ketebalan terendah ditunjukkan oleh formulasi F5 (EF PKS 1,5 gr - iota-k 2,5 gr). Dalam penelitian ini, nilai ketebalan yang dihasilkan mengalami penurunan seiring dengan penambahan

iota-karagenan yang digunakan. Hal tersebut disebabkan oleh semakin besar iota-karagenan yang digunakan, semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk sehingga menghasilkan jaringan yang lebih rapat. Jaringan yang rapat ini mengisi ruang yang tersedia. Selain itu, penurunan pati yang digunakan juga mempengaruhi ketebalan film. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Abdillah and Charles (2021) yang menunjukkan bahwa penurunan ketebalan disebabkan oleh penurunan bahan kering dalam larutan pembentuk film, yang ditunjukkan pada sampel *edible film* dengan kandungan pati rendah.

Nilai ketebalan *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini cukup baik karena masih memenuhi standar menurut JIS (*Japanese Industrial Standard*) 1997, yakni maksimal ketebalan *edible film* adalah 0,25 mm.

b. Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air merupakan ukuran seberapa cepat uap air dapat melewati suatu material. Semakin tinggi nilai laju transmisi uap air, maka semakin mudah air melewati material tersebut.

Nilai laju transmisi uap air yang dihasilkan pada penelitian ini disajikan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai Laju Transmisi Uap Air

Variasi Komposisi	Laju Transmisi Uap Air (g/m ² /24 jam)	<i>Japanese Industrial Standard (JIS, 1997)</i>
EF PKS 4 gr - iota-k 0 gr	0,17 ± 6,71	
EF PKS 3 gr - iota-k 1 gr	0,1443 ± 4,00	
EF PKS 2,5 gr - iota-k 1,5 gr	0,0876 ± 6,50	<10 g/m ² /24 jam
EF PKS 2 gr - iota-k 2 gr	0,0821 ± 6,82	
EF PKS 1,5 gr - iota-k 2,5 gr	0,0594 ± 9,08	

Berdasarkan tabel 4.6, nilai laju transmisi uap air yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 0,0594 hingga 0,17 g/m²/24 jam. Nilai laju transmisi uap air tertinggi ditunjukkan pada formulasi F1 yakni EF PKS 4 gr -iota-k 0 gr (tanpa penambahan iota-karagenan) dan nilai laju transmisi terendah ditunjukkan pada formulasi F5 yakni EF PKS 1,5 gr -iota-k 2,5 gr. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan iota-karagenan dapat memperkecil nilai

laju permeabilitas uap air karena iota-karagenan dapat meningkatkan kepadatan atau mengurangi ukuran pori-pori yang berpengaruh terhadap laju permeabilitas uap air. Selain itu, iota-karagenan dapat berinteraksi dengan asam stearat yang ditambahkan pada penelitian ini. Interaksi ini dapat membentuk kompleks yang lebih hidrofobik dan mengurangi sifat permeabilitas uap air. Hasil ini sesuai dengan penelitian Abdillah and Charles (2021) yang menunjukkan bahwa penambahan iota-karagenan dapat memperkecil nilai laju permeabilitas uap air. Pada *Edible film* hasil sintesisnya, menunjukkan sifat hidrofobisitas permukaan yang lebih rendah, yang dapat mengurangi kelembaban yang menembus *edible film*. Selain itu, menurut Karbowiak *et al.*, (2006), pencampuran iota-karagenan dengan lemak meningkatkan hidrofobisitas permukaan yang berkorelasi dengan permeabilitas uap air pada *edible film*. Hasil penelitian ini memenuhi standar berdasarkan JIS (*Japanese Industrial Standard*) 1997, yakni kurang dari 10 g/m²/24 jam.

c. Daya Serap Air

Kemampuan *edible film* untuk menyerap air dari lingkungan sekitarnya disebut dengan daya serap air. Nilai daya serap air yang dihasilkan pada penelitian ini disajikan pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Nilai Daya Serap Air

Variasi Komposisi	Daya Serap Air (%)	<i>Japanese Industrial Standard (JIS, 1997)</i>
EF PKS 4 gr - iota- k 0 gr	46,60 $\pm$ 7,02	
EF PKS 3 gr - iota-k 1 gr	38,8989 $\pm$ 4,16	
EF PKS 2,5 gr - iota-k 1,5 gr	20,5595 $\pm$ 8,00	-
EF PKS 2 gr -iota- k 2 gr	23,7118 $\pm$ 7,46	
EF PKS 1,5 gr - iota-k 2,5 gr	52,0661 $\pm$ 4,24	

Berdasarkan tabel 4.7, daya serap air yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 20,5595% hingga 52,0661%. Pada formulasi F1 yakni EF PKS 4 gr - iota-k 0 gr (tanpa penambahan iota-karagenan) menghasilkan daya serap tinggi yang disebabkan oleh pati kulit singkong

mengandung banyak gugus hidroksil (-OH) yang bersifat polar dan suka air. Gugus ini akan berinteraksi dengan molekul air dan meningkatkan daya serap air pada *edible film*. Pada formulasi F2 (EF PKS 3 gr – iota-k 1 gr) dan F3 (EF PKS 2,5 gr - iota-k 1,5 gr), daya serap air menurun seiring dengan penurunan banyaknya pati yang digunakan. Pada formulasi F4 (EF PKS 2 gr -iota-k 2 gr) dan F5 (EF PKS 1,5 gr -iota-k 2,5 gr), daya serap air kembali naik yang disebabkan oleh meningkatnya iota-karagenan yang ditambahkan. Iota-karagenan juga bersifat hidrofilik dan memiliki kemampuan untuk membentuk gel yang kuat dengan banyak pori. Oleh karena itu, semakin banyak iota-karagenan yang ditambahkan maka semakin banyak ruang yang tersedia bagi air yang masuk. Hal ini sesuai dengan pernyataan Abdillah and Charles (2021) yang menyebutkan bahwa iota-karagenan memiliki karakteristik *hydrogel*.

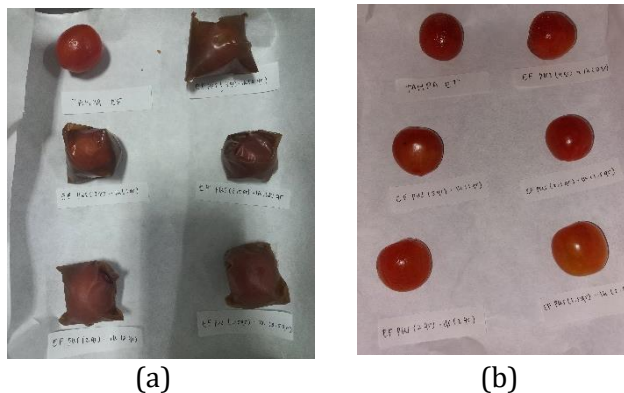
E. Pengaplikasian *Edible film* pada Tomat Ceri

1. Uji Susut Bobot

Uji susut bobot merupakan metode analisis yang umum dipakai untuk mengkuantifikasi penurunan massa suatu produk dalam periode penyimpanan tertentu. Bobot susut dipengaruhi oleh proses respirasi dan juga kehilangan air sebagai proses penguapan (Akrom and Hidayanto, 2014).

Uji susut bobot yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan penimbangan tomat ceri yang dilapisi dengan *edible film* hingga 10 hari penyimpanan.

Pengaplikasian *edible film* pada tomat ceri dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Aplikasi *Edible Film* pada Tomat Ceri
(a) Hari ke 1 penyimpanan (b) Hari ke 10 penyimpanan

Nilai susut bobot tomat ceri yang dihasilkan pada penelitian ini disajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Nilai Susut Bobot Tomat Ceri

Variasi Komposisi	Susut Bobot (%)
Kontrol	10,2332 $\pm$ 0,64
EF PKS 4 gr - iota-k 0 gr	8,1121 $\pm$ 1,81
EF PKS 3 gr - iota-k 1 gr	7,6606 $\pm$ 1,57
EF PKS 2,5 gr - iota-k 1,5 gr	6,8796 $\pm$ 1,78
EF PKS 2 gr - iota-k 2 gr	6,0922 $\pm$ 2,63
EF PKS 1,5 gr - iota-k 2,5 gr	5,2576 $\pm$ 2,48

Keterangan:

Kontrol = Tomat ceri tanpa pelapisan *edible film*.

Berdasarkan tabel 4.8, nilai susut bobot yang dihasilkan berkisar antara 5,2576% hingga 10,2332%. Tomat ceri yang dilapisi dengan *edible film* menunjukkan susut bobot yang lebih kecil jika dibandingkan dengan tomat ceri yang tidak dilapisi dengan *edible film*. Data yang diperoleh ini mendukung penelitian Ruiz-Martínez *et al.*, (2020), yang menemukan bahwa melapisi tomat dengan pelapis yang dapat dimakan ,menimimalkan

kehilangan berat dan kekerasan selama penyimpanan 10 hari pada suhu ruang. Pada penelitian ini pula ditemukan bahwa semakin banyak penambahan iota-karagenan dalam *edible film*, semakin rendah bobot susut yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan iota-karagenan membentuk matriks polimer yang dapat memperkecil laju permeabilitas uap air dan dapat berinteraksi dengan asam stearat dalam komponen *edible film*. Selain itu, dibandingkan dengan tomat tanpa dilapisi *edible film* (kontrol) dan tomat yang dilapisi *edible film* tetapi tanpa penambahan iota-karagenan (F1), permukaan tomat ceri yang dilapisi *edible film* dengan penambahan iota-karagenan tampak halus. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Abdillah and Charles (2021), yang menyatakan bahwa tomat yang dilapisi dengan film memiliki permukaan yang lebih halus dan penampilan yang lebih menarik jika dibandingkan dengan tomat tanpa dilapisi *edible film*.

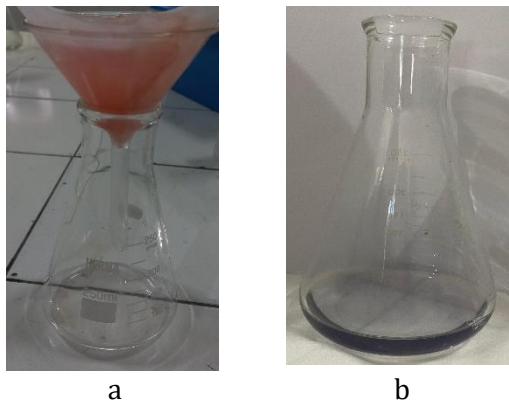
2. Uji Kadar Vitamin C

Metode analisis yang digunakan untuk mengukur jumlah vitamin C (asam askorbat) yang terkandung dalam suatu sampel disebut uji kadar

vitamin C. Analisis kadar vitamin C dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan titrasi iodimetri, yakni melakukan titrasi langsung antara filtrat tomat ceri dengan larutan iodium. Titik akhir titrasi yang dihasilkan ditandai dengan perubahan warna larutan yang berwarna biru keunguan. Persamaan reaksi uji kadar vitamin C ditunjukkan pada persamaan 4.2.



Uji kadar vitamin C pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Uji Kadar Vitamin C
(a) Sebelum titrasi (b) setelah titrasi

Hasil uji kadar vitamin C disajikan pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Kadar Vitamin C Tomat Ceri dilapisi *Edible Film*

Hari Ke-	Variasi Komposisi	Kadar Vitamin C (%)
1	Tomat ceri	$5,412 \pm 4,88$
10	Kontrol	$4,224 \pm 4,17$
10	EF PKS 4 gr - iota-k 0 gr	$4,532 \pm 5,83$
10	EF PKS 3 gr - iota-k 1 gr	$4,884 \pm 5,41$
10	EF PKS 2,5 gr - iota-k 1,5 gr	$4,972 \pm 1,77$
10	EF PKS 2 gr - iota-k 2 gr	$5,016 \pm 1,77$
10	EF PKS 1,5 gr - iota-k 2,5 gr	$5,236 \pm 1,69$

Keterangan:

Kontrol = Tomat ceri tanpa pelapisan *edible film*

Kerusakan vitamin C pada buah dan sayuran mudah terdegradasi karena beberapa faktor, seperti paparan oksigen, logam, cahaya, suhu tinggi, dan perubahan pH. Proses respirasi buah dan sayuran selama penyimpanan juga mempercepat kerusakan vitamin C ini, mengubahnya menjadi zat yang lebih sederhana. Semakin lama disimpan maka semakin

banyak vitamin C yang hilang (Kadek Bagiana, Nugraheni and Wigati, 2020).

Berdasarkan tabel 4.9, hasil uji vitamin C tomat ceri berkisar antara 4,224% hingga 5,236%. Hasil vitamin C tomat segar adalah 5,412%. Data ini tidak terdapat perbedaan yang signifikan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yumiranda (2023), kadar vitamin C yang diperoleh pada tomat segar adalah 5,618%. Hasil uji kadar vitamin C terendah dihasilkan oleh tomat ceri tanpa pelapisan *edible film*, sedangkan yang hampir mendekati kadar vitamin C tomat ceri segar adalah hasil kadar vitamin C dengan pelapisan *edible film* dengan variasi formulasi EF PKS 1,5 gr - iota-k 2,5 gr. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar massa iota-karagenan yang digunakan maka semakin menekan penurunan kadar vitamin C pada tomat ceri. Hal tersebut dikarenakan iota-karagenan dapat membentuk gel yang memiliki tekstur kenyal dan fleksibel sehingga *edible film* yang dihasilkan dapat melindungi produk di dalamnya. Selain itu, iota-karagenan dapat meningkatkan sifat penghalang *edible film* sehingga mampu menekan pengurangan kadar vitamin C. pada tomat ceri yang tidak dilapisi *edible film* (kontrol), terjadi penurunan

kadar vitamin C yang besar karena tidak adanya penghalang yang menutupi seluruh permukaan tomat ceri sehingga penurunan vitamin C tidak dapat ditekan. Hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan Kadek Bagiana, Nugraheni and Wigati (2020), yang menyatakan bahwa *edible film* yang menutupi seluruh permukaan buah dan sayur dapat menghalangi masuknya oksigen dan air melewati permukaan sehingga dapat menekan penurunan kadar vitamin C.

3. Uji Organoleptik

Metode pengujian yang disebut uji organoleptik menggunakan panca indra untuk menentukan penilaian suatu produk. Penilaian produk dilakukan terhadap warna, aroma dan tekstur menggunakan indera penglihatan, penciuman dan peraba. Upaya untuk menentukan kualitas terbaik tomat ceri, penelitian ini melibatkan uji organoleptik yang fokus pada tiga parameter utama yakni warna, tekstur, dan aroma dengan melibatkan 30 panelis. Hasil uji organoleptik dianalisis dengan menggunakan uji non parametrik *Kruskal-Wallis* pada taraf signifikansi 5%. Apabila terdapat perbedaan pada hasil, dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui

perbedaan antar perlakuan. Hasil uji organoleptik adalah sebagai berikut :

1. Warna

Dalam uji organoleptik, warna merupakan parameter yang paling awal dilihat dan paling sering dinilai oleh panelis. Warna pada bahan makanan dapat mengindikasikan kualitas dan kesegaran bahan makanan. Salah satu tanda kerusakan atau kontaminasi pada suatu bahan makanan dapat ditandai dengan terjadinya perubahan warna. Skor warna yang digunakan dalam penelitian ini ada 5 skor, yakni kehitaman (1), merah agak kehitaman (2), merah kurang cerah (3), merah (4), dan merah cerah (5).

Hasil uji organoleptik warna tomat ceri yang telah dilapisi menggunakan *edible film* selama 10 hari disajikan pada tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Hasil Uji Organoleptik Warna

Perlakuan	Skor Warna	Kriteria Skoring
Kontrol	1,60 ± 0,498 ^a	Merah Agak Kehitaman – Merah Kurang Cerah
F1	3,27 ± 0,640 ^b	Merah Kurang Cerah - Merah
F2	3,83 ± 0,592 ^c	Merah Kurang Cerah – Merah Cerah
F3	4,20 ± 0,407 ^{cd}	Merah – Merah Cerah
F4	4,37 ± 0,490 ^{de}	Merah – Merah Cerah
F5	4,90 ± 0,305 ^{ef}	Merah - Merah Cerah

Keterangan: Data ditampilkan sebagai nilai rerata ± standar deviasi. Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Pada penelitian ini, dilakukan uji *Kruskal Wallis* untuk menentukan beda nyata pada warna tomat ceri ($p < 0,05$). Berdasarkan uji *Kruskal Wallis*, hasil uji organoleptik pada parameter warna menghasikan beda nyata yang selanjutnya dilakukan uji *Mann-Whitney*. Pada uji ini, perlakuan yang menghasilkan beda nyata ($p < 0,05$) adalah perlakuan kontrol dengan F1,

kontrol dengan F2, kontrol dengan F3, kontrol dengan F4, kontrol dengan F5, F1 dengan F2, F1 dengan F3, F1 dengan F4, F1 dengan F5, F2 dengan F4, F2 dengan F5, dan F3 dengan F5. Selain itu, terdapat perlakuan yang tidak menghasilkan beda nyata ($>0,05$), yakni F2 dengan F3, F3 dengan F4 dan F4 dengan F5.

Berdasarkan tabel 4.10, skor warna yang dihasilkan berkisar antara 1,60 hingga 4,90. Hasil skor warna terendah dihasilkan oleh tomat ceri yang tidak dilapisi dengan *edible film* (kontrol) dengan skor 1,60 (antara kehitaman dengan merah agak kehitaman). Sedangkan hasil skor tertinggi dihasilkan oleh tomat ceri yang dilapisi dengan *edible film* pks 1,5 gr -iota-karagenan 2,5 gr dengan skor sebesar 4,90 (antara merah dengan merah cerah. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan pelapisan *edible film* yang ditambah iota-karagenan dapat mempertahankan warna tomat ceri.

2. Tekstur

Tekstur menggambarkan pengalaman indra peraba manusia ketika merasakan atau meraba suatu bahan makanan. Salah satu komponen untuk parameter tekstur adalah kekerasan. Tomat ceri yang disimpan semakin lama akan mengalami perubahan tekstur menjadi lunak dikarenakan proses pematangan yang akan berpengaruh terhadap kualitas tomat ceri. Skor tekstur yang digunakan dalam penelitian ini ada 5 skor, yakni sangat lunak (1), lunak (2), agak lunak (3), agak keras (4), dan keras (5).

Hasil uji organoleptik tekstur tomat ceri yang telah dilapisi menggunakan *edible film* selama 10 hari disajikan pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Hasil Uji Organoleptik Tekstur

Perlakuan	Skor Tekstur	Kriteria Skoring
Kontrol	1,47 $\pm$ 0,507 ^a	Sangat Lunak - Lunak
F1	2,43 $\pm$ 0,504 ^b	Lunak – Agak Lunak
F2	3,40 $\pm$ 0,498 ^c	Agak Lunak – Agak Keras
F3	4,13 $\pm$ 0,346 ^d	Agak Keras- Keras
F4	4,27 $\pm$ 0,450 ^{de}	Agak Keras - Keras
F5	4,60 $\pm$ 0,498 ^{ef}	Agak Keras - Keras

Keterangan: Data ditampilkan sebagai nilai rerata $\pm$ standar deviasi. Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Hasil uji *Kruskal Wallis* terhadap tekstur pada penelitian menghasilkan nilai $< 0,001$. Hal tersebut berarti pada parameter tekstur terdapat beda nyata karena $p < 0,05$, oleh karena itu dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney* untuk mengetahui lebih lanjut perlakuan yang menyebabkan beda nyata, Pada uji ini, perlakuan yang menghasilkan beda nyata ($p < 0,05$) adalah perlakuan kontrol dengan F1, kontrol dengan F2, kontrol dengan F3, kontrol dengan F4, kontrol

dengan F5, F1 dengan F2, F1 dengan F3, F1 dengan F4, F1 dengan F5, F2 dengan F3, F2 dengan F4, F2 dengan F5 dan F3 dengan F5. Selain itu, terdapat perlakuan yang tidak menghasilkan beda nyata ($>0,05$), yakni F3 dengan F4 dan F4 dengan F5.

Berdasarkan tabel 4.11, skor tekstur yang dihasilkan berkisar antara 1,47 hingga 4,60. Hasil skor warna terendah dihasilkan oleh tomat ceri yang tidak dilapisi dengan *edible film* (kontrol) dengan skor 1,47 (antara sangat lunak dengan lunak). Sedangkan hasil skor tertinggi dihasilkan oleh tomat ceri yang dilapisi dengan *edible film* pks 1,5 gr - iota-karagenan 2,5 gr dengan skor sebesar 4,60 (antara agak keras dengan keras). Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan iota-karagenan pada *edible film* dapat menghambat proses transpirasi sehingga kehilangan air pada tomat ceri dapat ditekan.

3. Aroma

Aroma merupakan bau yang menyertai molekul volatil yang dapat dirasakan dengan indra pembau. Aroma adalah salah satu aspek penting dalam uji organoleptik karena dikaitkan dengan kualitas bahan makanan. Perubahan aroma dapat mengindikasikan adanya proses pembusukan. Pada penelitian ini, digunakan 5 skor aroma yakni sangat busuk (1), busuk (2), agak busuk (3), agak segar (4) dan segar (5).

Tabel 4.12 menyajikan hasil uji organoleptik aroma pada tomat ceri

Tabel 4. 12 Hasil Uji Organoleptik Aroma

Perlakuan	Skor Aroma	Kriteria Skoring
Kontrol	$1,67 \pm 0,479^a$	Sangat Busuk - Busuk
F1	$2,63 \pm 0,490^b$	Busuk – Agak Busuk
F2	$3,80 \pm 0,407^{cd}$	Agak Busuk – Agak Segar
F3	$4,03 \pm 0,320^{de}$	Agak Segar-Segar
F4	$4,33 \pm 0,479^{ef}$	Agak Segar-Segar
F5	$4,67 \pm 0,479^{ef}$	Agak Segar-Segar

Keterangan; Data ditampilkan sebagai nilai rerata $\pm$ standar deviasi. Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$)

Beda nyata pada perlakuan dapat diidentifikasi dengan melakukan uji *Kruskal Wallis*. Pada penelitian ini, uji *Kruskal Wallis* menghasilkan nilai $< 0,01$ yang berarti terdapat beda nyata ($< 0,05$) pada perlakuan. Untuk mengetahui lebih lanjut perlakuan mana yang menghasilkan beda nyata, dilakukan uji *Mann-Whitney*. Pada uji ini, perlakuan yang menghasilkan beda nyata ($p < 0,05$) adalah

perlakuan kontrol dengan F1, kontrol dengan F2, kontrol dengan F3, kontrol dengan F4, kontrol dengan F5, F1 dengan F2, F1 dengan F3, F1 dengan F4, F1 dengan F5, F2 dengan F4, F2 dengan F5 dan F3 dengan F5. Selain itu, terdapat perlakuan yang tidak menghasilkan beda nyata ($>0,05$), yakni F2, dengan F3, F3 dengan F4 dan F4 dengan F5.

Berdasarkan tabel 4.12, skor aroma yang dihasilkan berkisar antara 1,67 hingga 4,67. Hasil skor warna terendah dihasilkan oleh tomat ceri yang tidak dilapisi dengan *edible film* (kontrol) dengan skor 1,47 (antara sangat busuk dengan busuk). Sedangkan hasil skor tertinggi dihasilkan oleh tomat ceri yang dilapisi dengan *edible film* pks 1,5 gr - iota-karagenan 2,5 gr dengan skor sebesar 4,67 (antara agak segar dengan segar). Hal tersebut membuktikan bahwa pelapisan *edible film* dengan penambahan iota-karagenan mampu memperlambat proses pembusukan karena melindungi jaringan buah dari kerusakan yang dapat menyebabkan perubahan aroma.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. *Edible film* berbasis pati kulit singkong- iota - karagenan hasil sintesis memiliki karakteristik berupa lembaran tipis berwarna coklat. Ketebalan *edible film* hasil sintesis berkisar 0,17 mm hingga 0,25 mm. Laju transmisi uap air yang dihasilkan berkisar 0,0594 g/m²/24 jam hingga 0,17 g/m²/24 jam. Nilai daya serap air yang dihasilkan berkisar 20,5595% hingga 52,0661%. Hasil kuat tarik yang dihasilkan berkisar 2,61 Mpa hingga 5,55 Mpa. Persen elongasi yang dihasilkan berkisar antara 0,7% hingga 45%. Pada karakterisasi menggunakan FTIR, menunjukkan spektrum adanya gugus O-H, C-H, C-O, C-O-SO₃.
2. Penambahan variasi iota-karagenan pada *edible film* berbahan pati kulit singkong berpengaruh pada penurunan ketebalan *edible film*, kenaikan kuat tarik *edible film*, kenaikan elongasi *edible film*, penurunan laju transmisi uap air, dan kenaikan daya serap air. Dengan penambahan iota-karagenan, spektrum FTIR yang dihasilkan menunjukkan adanya gugus C-O-SO₃. Penambahan iota-karagenan pada *edible film* juga

berpengaruh terhadap penambahan masa simpan tomat ceri serta mempertahankan kualitas tomat ceri meski telah disimpan dalam kurun waktu 10 hari. Hasil ini memiliki implikasi yang signifikan yang dilihat dari hasil nilai susut bobot yang rendah dan kadar vitamin C yang tidak jauh berkurang dari tomat ceri segar. Selain itu, *edible film* dengan penambahan iota-karagenan dapat mempertahankan warna, tekstur dan aroma pada hasil uji organoleptik tomat ceri.

B. Saran

1. Disarankan untuk memvariasikan konsentrasi gliserol yang digunakan agar menghasilkan nilai elongasi yang sesuai dengan standar.
2. Disarankan untuk mengeksplorasi penambahan bahan-bahan lain seperti asam lemak yang lain. Serta memvariasikan konsentrasi asam lemak yang digunakan guna meningkatkan sifat barrier *edible film*.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menambahkan jenis senyawa antibakteri seperti ekstrak tanaman atau nano-partikel perak, lalu

dilakukan uji aktivitas antibakteri yang komprehensif terhadap berbagai jenis bakteri patogen makanan.

4. Sebaiknya dilakukan pengujian kadar HCN pada pati kulit singkong apabila akan diaplikasikan ke bahan makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, A. A. and Charles, A. L. (2021) 'Characterization of a natural biodegradable edible film obtained from arrowroot starch and iota-carrageenan and application in food packaging', *International Journal of Biological Macromolecules*, 191(September), pp. 618–626. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.09.141.
- Acquah, C. *et al.* (2020) 'Formation and characterization of protein-based films from yellow pea (*Pisum sativum*) protein isolate and concentrate for edible applications', *Current Research in Food Science*, 2, pp. 61–69. doi: 10.1016/j.crfs.2019.11.008.
- Agromedia (2007) *Panduan Lengkap Budi Daya Tomat*. 1st edn. Jakarta: AgroMedia.
- Akrom, M. and Hidayanto, E. (2014) 'Kajian Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Terhadap Study Effect of Gamma Radiation on Weight', *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia (Indonesian Journal of Physics Education)*, 10(1), pp. 86–91. doi: 10.15294/jpfi.v10i1.3055.
- Alfian, A., Wahyuningtyas, D. and Sukmawati, P. D. (2020) 'Pembuatan edible film dari pati kulit singkong menggunakan plasticizer sorbitol dengan asam sitrat sebagai crosslinking agent', *Jurnal Inovasi Proses*, 5(2), pp.

46–56.

- Ardi, R. K., Pujantoro, L. E. N. and Wulandari, D. (2016) 'Pengaruh Praperlakuan Medan Elektrostatik Tinggi terhadap Mutu Tomat Ceri (*Lycopersico esculentum* var. *cerasiforme*) selama Penyimpanan', *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 6(1), pp. 31–38.
- Arifin, M. and Handayani, C. B. (2021) 'Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Edible Film Dari Selulosa Batang Jagung [Effect of Addition of Glycerol on Physical and Chemical Properties of Edible Film from Corn Stalk Cellulose]', *Journal of Food and Agricultural Product*, 1(1), pp. 1–9.
- Baldwin, E. A. *et al.* (1994) *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. Florida: CRC Press.
- Bourtoom, T (2008) 'Edible films and coatings : characteristics and properties', *International Food Research Journal*, 15(3), pp. 237–248.
- Campo, V. L. *et al.* (2009) 'Carrageenans: Biological properties, chemical modifications and structural analysis - A review', *Carbohydrate Polymers*, 77(2), pp. 167–180. doi: 10.1016/j.carbpol.2009.01.020.
- Cao, N., Yang, X. and Fu, Y. (2009) 'Effects of various plasticizers on mechanical and water vapor barrier properties of gelatin films', *Food Hydrocolloids*, 23(3), pp. 729–735. doi:

10.1016/j.foodhyd.2008.07.017.

Cengristitama, Herdiansyah and Sari Wardati, M. (2023) 'Pengaruh Penambahan Kitosan dan Plasticizer Sorbitol pada Proses Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Kulit Pisang Tanduk', *TEDC*, 17(2), pp. 85–173.

Cerqueira, M. A. *et al.* (2011) 'Galactomannans use in the development of edible films/coatings for food applications', *Trends in Food Science and Technology*, 22(12), pp. 662–671. doi: 10.1016/j.tifs.2011.07.002.

Chiumarelli, M. and Hubinger, M. D. (2014) 'Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid', *Food Hydrocolloids*, 38, pp. 20–27. doi: 10.1016/j.foodhyd.2013.11.013.

Cornelia, M., Anugrahati, N. A. and Christina, C. (2012) 'Pengaruh Penambahan Pati Bengkoang T terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik Edible Film', *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 34(2), p. 263. doi: 10.24817/jkk.v34i2.1862.

Didik, L. A. (2019) 'Analisa Efek Jahn Teller Terhadap Struktur Kristal Senyawa Delafossite Agcr1-Xnixo2 ($0,01 \leq X \leq 0,04$)', *Indonesian Physical Review*, 2(2), p. 49. doi: 10.29303/ipr.v2i2.22.

Driyunita (2018) 'Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tomat Ceri (*Lycopersicon Esculentum*, Mill) Terhadap Pemberian Bokashi Pupuk Kandang Ayam Pedaging',

- AgroSainT UKI Toraja*, 9(1), pp. 1–6. Available at: <http://journals.ukitoraja.ac.id/index.php/agro/article/view/565>.
- Featherstone, S. (2015) *Ingredients used in the preparation of canned foods, A Complete Course in Canning and Related Processes*. doi: 10.1016/b978-0-85709-678-4.00008-7.
- Febriyanti, R. (2015) 'Pengaruh Konsentrasi Asam Stearat Sebagai Basis Terhadap Sifat Fisik Sabun Transparan Minyak Jeruk Purut (*Oleum Citrus hystrix* D. C.) dengan Metode Destilasi', *Parapemikir: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(1). doi: 10.30591/pjif.v3i1.180.
- Fitri, A. S. and Fitriana, Y. A. N. (2020) 'Analisis Senyawa Kimia pada Karbohidrat', *Sainteks*, 17(1), p. 45. doi: 10.30595/sainteks.v17i1.8536.
- Gardjito, M. (2013) *Pangan Nusantara Karakteristik dan Prospek untuk Percepatan Diversifikasi Pangan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Ghani, N. A. A. *et al.* (2019) 'Impact of purification on iota carrageenan as solid polymer electrolyte', *Arabian Journal of Chemistry*, 12(3), pp. 370–376. doi: 10.1016/j.arabjc.2018.06.008.
- Global, P. (2022) *11 Manfaat Kulit Singkong, Pilar Global*. Available at: <https://www.pilarglobalnews.com/2022/09/11-manfaat-kulit-singkong.html>.

- Gunarto, A. and Subiyanto (2010) 'Penyusutan Bahan Pangan (Beras) Lepas Panen', pp. 1–7.
- Hikmah, N. (2022) *Aplikasi Edible Film Pati Kulit Pisang Kepok (Musa Babisiana C.) Dengan Penambahan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe Vera L.) Pada Mentimun (Cucumis Sativus L.)*.
- Jiang, T. *et al.* (2020) 'Starch-based biodegradable materials: Challenges and opportunities', *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 3(1), pp. 8–18. doi: 10.1016/j.aiepr.2019.11.003.
- JIS (1998) 'General Rules of Plastic Film for Food Packaging'.
- Julianti, E. and Mimi, N. (2007) 'Buku Ajar Teknologi Pengemasan. Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian', *Teknologi Pengemasan.*, p. 205.
- Kadek Bagiana, I., Nugraheni, B. and Wigati, D. (2020) 'Physical Characteristics of Coating Film Combination of Corn Starch-Chitosan and the Determination of Vitamin C Levels in Fruit and Vegetable', *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 6(1), pp. 2579–4558. Available at: <http://journal.ummgl.ac.id/index.php/pharmacy>.
- Karbowiak, T. *et al.* (2006) 'Wetting properties at the surface of iota-carrageenan-based edible films', *Journal of Colloid and Interface Science*, 294(2), pp. 400–410. doi: 10.1016/j.jcis.2005.07.030.
- Khodaei, D., Hamidi-Esfahani, Z. and Rahmati, E. (2021) 'Effect of

- edible coatings on the shelf-life of fresh strawberries: A comparative study using TOPSIS-Shannon entropy method', *NFS Journal*, 23(March), pp. 17–23. doi: 10.1016/j.nfs.2021.02.003.
- Koch, K. (2018) *Starch-Based Films, Starch in Food: Structure, Function and Applications: Second Edition*. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/B978-0-08-100868-3.00019-6.
- Lidiasari, E., Syafutri Indriyani, M. and Syaiful, friska (2006) 'Pengaruh Perbedaan Suhu Pengeringan Tepung Tapi Ubi Kayu Terhadap Mutu Fisik dan Kimia yang Dihasilkan The Influence of Drying Temperature Difference on Physical and Chemical Qualities of Partially Fermented Cassava Flour Eka Lidiasari, Merynda Indriyani', *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 8(2), pp. 141–146.
- Liu, C. *et al.* (2021) 'Effects of hydroxyethyl cellulose and sodium alginate edible coating containing asparagus waste extract on postharvest quality of strawberry fruit', *Lwt*, 148(January), p. 111770. doi: 10.1016/j.lwt.2021.111770.
- Ma'rifah, U. (2022) *Edible Film Pati Beras Patah (Oryza Sativa) Dan Ekstrak Kunyit Putih (Curcuma Longa Linn) Padad Cabai Merah Besar (Capsicum Annuum L. Var. Taro)*.
- Maftuhatussolihah, E. (2022) *Aplikasi Edible Film Pati Biji Alpukat (Persea americana) dengan Penambahan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe vera) pada Buah Tomat (Lycopersicum*

esculentum).

- Mandei, J. H. (2018) 'Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Lipid Terhadap Ketebalan Dan Laju Transmisi Uap Air Edible Film Rumput Laut Dan Aplikasinya Sebagai Edible Coatingfilm Pada Tomat Apel Dan Nogat', *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 10(1), p. 11. doi: 10.33749/jpti.v10i1.3938.
- Moore, J. (1984) 'Cosmetic Ingredient Expert Review Panel; Final Report on the Safety Assessment of Polysorbate 20, 21, 40, 60, 61, 65, 80, 81, and 85', *Journal of the American College of Toxicology*, 3, pp. 1–82.
- Mudaffar, R. A. (2021) 'Karakteristik Edible Film Dari Limbah Kulit Singkong Dengan Penambahan Kombinasi Plasticizer Serta Aplikasinya Pada Buah Nanas Terolah Minimal', *Journal TABARO Agriculture Science*, 4(2), p. 473. doi: 10.35914/tabaro.v4i2.669.
- Muhiddin, N., Juli, N. & Aryantha, I. N. P. (2000) 'Peningkatan kandungan protein kulit umbi ubi kayu melalui proses fermentasi', *Jurnal Matematika dan Sains*, 6, pp. 1–12.
- Muscat, D. *et al.* (2013) 'The physicochemical characteristics and hydrophobicity of high amylose starch-glycerol films in the presence of three natural waxes', *Journal of Food Engineering*, 119(2), pp. 205–219. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2013.05.033.
- Mustakim, fatmawati and Tahir, M. M. (2019) 'Analisis

- Kandungan Glikogen pada Hati, Otot, dan Otak Hewan: (Analysis of Glicogen Content On Heart, Muscle, And Animal Brain)', *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 2(2 SE-Articles), pp. 75–80. doi: 10.20956/canrea.v2i2.174.
- Nafilah, I. and Sedyadi, E. (2019) 'Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Gliserol Terhadap Degradasi Bioplastik Pati Singkong dalam Media Tanah dan Kompos', *Jurnal KRIDATAMA Sains dan Teknologi*, 1(1), pp. 38–46.
- Nahwi, N. F. (2016) 'Pada Karakteristik Edible Film dari Pati Kulit Pisang Raja, Tongkol Jagung dan Bonggol Enceng Gondok' Skripsi Oleh : Naufal Fadli Nahwi', *Skripsi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim*, p. 121.
- Necas, J. and Bartosikova, L. (2013) 'Carrageenan: A review', *Veterinarni Medicina*, 58(4), pp. 187–205. doi: 10.17221/6758-VETMED.
- Nurlaeni, L. (2022) 'Review : Potensi Kulit Singkong Sebagai Pakan Ternak Ayam Broiler', *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 4(1), p. 19. doi: 10.24198/jnttip.v4i1.37649.
- Olawuyi, I. F. and Lee, W. Y. (2022) 'Development and Characterization of Biocomposite Films Based on Polysaccharides Derived from Okra Plant Waste for Food Packaging Application', *Polymers*, 14(22). doi:

10.3390/polym14224884.

Pagliari, M. and Rossi, M. (2010) *The Future of Glycerol*. 2nd edn. Royal Society of Chemistry.

Pavia, D. L. *et al.* (2009) *'Introduction to Spectroscopy*. 4th edn. Belmont.

Pereira, L., F. Gheda, S. and J. A. Ribeiro-Claro, P. (2013) 'Analysis by Vibrational Spectroscopy of Seaweed Polysaccharides with Potential Use in Food, Pharmaceutical, and Cosmetic Industries', *International Journal of Carbohydrate Chemistry*, p. 7. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2013/537202>.

Prameswari, C. A. *et al.* (2022) 'Sintesis Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Singkong dan Kitosan Kulit Larva Black Soldier Fly dengan Penambahan Polyethylene glycol sebagai Plasticizer', *Jurnal Pendidikan ...*, 6(2019), pp. 4454–4461. Available at: <https://www.jptam.org/index.php/jptam/article/view/3559>.

Prasetyo, A. E., Widhi, A. and Widayat, W. (2012) 'Potensi Gliserol Dalam Pembuatan Turunan Gliserol Melalui Proses Esterifikasi', *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1), p. 26. doi: 10.14710/jil.10.1.26-31.

Rahmadi Putri, T. *et al.* (2023) 'Effect of different starch on the characteristics of edible film as functional packaging in fresh meat or meat products: A review', *Materials Today*:

Proceedings, 87, pp. 192–199. doi:
10.1016/j.matpr.2023.02.396.

Randazzo, W. *et al.* (2016) 'Antilisterial effect of citrus essential oils and their performance in edible film formulations', *Food Control*, 59, pp. 750–758. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.06.057>.

Rikadyanti, R., Sugihartini, N. and Yuliani, S. (2021) 'Sifat Fisik Krim Tipe M/A Ekstrak Etanol Daun Kelor [Moringa oleifera L] Dengan Variasi Konsentrasi Menggunakan Emulgator Asam Stearat dan Trietanolamin', *Media Farmasi*, 16(1), p. 88. doi: 10.32382/mf.v16i1.1423.

Rodríguez, M., Osés, J., Ziani, K. and Maté, Juan I (2006) 'Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films', *Food Research International*, 39(8), pp. 840–846. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.04.002>.

Rodríguez, M., Osés, J., Ziani, K. and Maté, Juan I. (2006) 'Combined effect of plasticizers and surfactants on the physical properties of starch based edible films', *Food Research International*, 39(8), pp. 840–846. doi:
10.1016/j.foodres.2006.04.002.

Ruiz-Martínez, J. *et al.* (2020) 'Candelilla wax edible coating with flourensia cernua bioactives to prolong the quality of tomato fruits', *Foods*, 9(9), pp. 1–12. doi:

10.3390/foods9091303.

- Rusli, A. *et al.* (2017) 'Karakterisasi Edible Film Karagenan Dengan', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), pp. 219–229.
- Rusli, A., Metusalach, M. and Tahir, M. M. (2017) 'Characterization of Carrageenan Edible films Plasticized with Glycerol', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), p. 219. doi: 10.17844/jphpi.v20i2.17499.
- Safitri, R. I., Budi, S. and Lailiyah, W. N. (2023) 'Pengaruh Pemberian Dosis BahanOrganik Kotoran Sapi dan Dosis Pupuk NPK (15:15:15) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat Ceri (*Lycopersicum esculentum* Mill.)', *JASATHP: Jurnal Sains dan Teknologi Hasil Pertanian*, 3(1), pp. 34–51. doi: 10.55678/jasathp.v3i1.878.
- Safitri, W. *et al.* (2023) 'The Application of Tofu Liquid Waste In Cultivation Of Cherry Tomatoes (*Lycopersicum cerasiforme* Mill.)', *Bio-Cons : Jurnal Biologi dan Konservasi*, 5(2).
- Sakalaty, E., Suryanto, E. and Koleanan, H. S. J. (2021) 'PENGARUH Ukuran Partikel Terhadap Kandungan Serat Pangan dan Aktivitas Antioksidan dari Kulit Singkong (*Manihot esculenta*)', *Chemistry Progress*, 14(2), p. 146. doi: 10.35799/cp.14.2.2021.38960.
- Santoso, B., Saputra, D. and Pambayun, R. (2004) 'Technological

- Assesment of Starch Edible Coating and its Application on Primary Packaging of Durian Sweets', *Journal of Food Technology and Industry*, pp. 239–244.
- Sari, Fi. D. N. and Astili, R. (2018) 'Kandungan Asam Sianida Dendeng dari Limbah Kulit Singkong', *Jurnal Dunia Gizi*, 1(1), p. 20. doi: 10.33085/jdg.v1i1.2899.
- Sari, N. W. and Fajri, M. Y. (2018) 'Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi Dari Ekstrak Etanol Pisang Goroho Merah (Musa Acuminate (L))', *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(1), pp. 30–34.
- Shihab, M. Q. (2007) *Tafsir al-mishbah volume 4 : Pesan, kesan dan keserasian al-qur'an (surah al-an'am)*. 9th edn. Jakarta: Lentera Hati.
- Shuang, F. F. *et al.* (2022) 'Chlorogenic acid and cellulose nanocrystal-assisted crosslinking preparation of a silk-based film to extend the shelf life of strawberries', *Lwt*, 172(November), p. 114218. doi: 10.1016/j.lwt.2022.114218.
- Smart-Lab (2018) 'Lembar Data Keselamatan Bahan Lembar Data Keselamatan Bahan', 0(1907), pp. 1–6.
- de Souza, E. L. *et al.* (2015) 'Efficacy of a coating composed of chitosan from *Mucor circinelloides* and carvacrol to control *Aspergillus flavus* and the quality of cherry tomato fruits', *Frontiers in Microbiology*, 6(JUL), pp. 1–9. doi:

10.3389/fmicb.2015.00732.

- Sudaryati H. P., Mulyani, T. S. and Hansyah, E. R. (2010) 'Physical and mechanical properties of edible film from porang (*Amorphophallus oncophyllus*) flour and carboxymethylcellulose', *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(3), pp. 196–201.
- Sulaiman, I. (2019) *Pengemasan dan Penyimpanan Produk Bahan Pangan*. I. Bnada Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Sulistyo, F. T., Rulianto Utomo, A. and Setijawati, E. (2018) 'Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Edible Film Berbasis Gelatin', *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 17(2), pp. 75–80.
- Syaputra, M. D. *et al.* (2020) 'Aplikasi Edible Film Pati Singkong Dengan Penambahan Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe Vera*) Pada Cabai Rawit (*Capisum Frutascens L.*)', *Integrated Lab Journal*, 01(01), pp. 1–16.
- Thakur, R. *et al.* (2016) 'Characterization of rice starch- γ -carrageenan biodegradable edible film. Effect of stearic acid on the film properties', *International Journal of Biological Macromolecules*, 93, pp. 952–960. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.09.053>.
- Thakur, R. *et al.* (2017) 'Amylose-lipid complex as a measure of variations in physical, mechanical and barrier attributes of rice starch- γ -carrageenan biodegradable edible film', *Food*

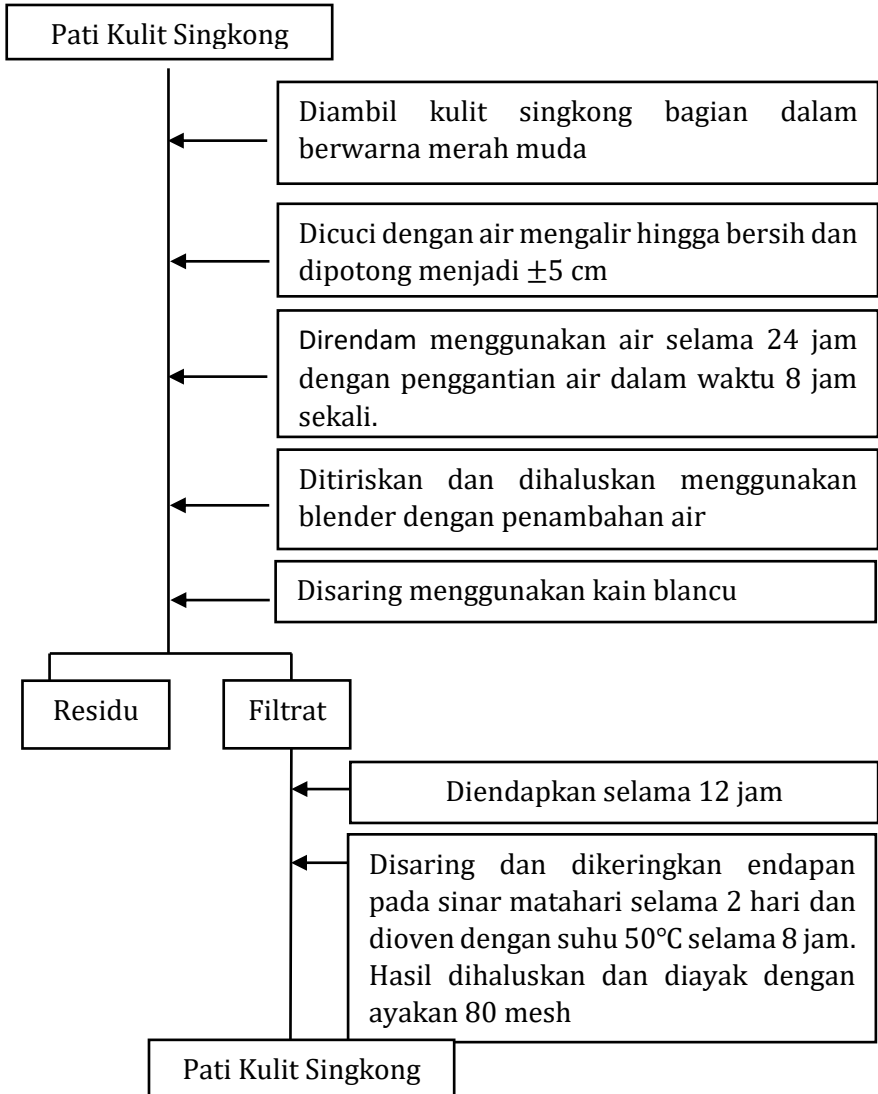
- Packaging and Shelf Life*, 14, pp. 108–115. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2017.10.002>.
- Tuvikene, R. *et al.* (2015) 'Funorans from *Gloiopeltis* species. Part I. Extraction and structural characteristics', *Food Hydrocolloids*, 43, pp. 481–492. doi: 10.1016/j.foodhyd.2014.07.010.
- Udo, T. *et al.* (2023) 'Current and emerging applications of carrageenan in the food industry', *Food Research International*, 173, p. 113369. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113369>.
- Unsa, L. K. and Paramastri, G. A. (2018) 'Kajian jenis plasticizer campuran gliserol dan sorbitol terhadap sintesis dan karakterisasi edible film pati bonggol pisang sebagai pengemas buah apel', *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), pp. 35–47.
- Wai, M. *et al.* (2023) 'I P re r', *Horticultural Plant Journal*, p. 109621. doi: 10.1016/j.foodhyd.2023.109621.
- Wang, P. *et al.* (2021) 'Stearic acid esterified pectin: Preparation, characterization, and application in edible hydrophobic pectin/chitosan composite films', *International Journal of Biological Macromolecules*, 186(May), pp. 528–534. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2021.06.030.
- Weligama Thuppahige, V. T. *et al.* (2023) 'Extraction and characterisation of starch from cassava (*Manihot esculenta*)

- agro-industrial wastes', *Lwt*, 182(October 2022), p. 114787.
doi: 10.1016/j.lwt.2023.114787.
- Widodo, L. U., Wati, S. N. and Vivi A.P, N. M. (2019) 'Pembuatan Edible Film Dari Labu Kuning Dan Kitosan Dengan Gliserol Sebagai Plasticizer', *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(1), pp. 59–65. doi: 10.33005/jtp.v13i1.1511.
- Wijayanto, A. and Lani, A. (2018) 'Optimalisasi Alternatif Produk Sayur Dan Pemasaran Berbasis on-Line', *Pambudi*, 1(1), p. 28. doi: 10.33503/pambudi.v1i1.4.
- Winarti, C., Miskiyah and Widaningrum (2012) 'Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemas Edible Antimikroba Berbasis Pati', *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(3), pp. 85–93.
- Yanti, S. (2020) 'Analisis Edible Film Dari Tepung Jagung Putih (*Zea mays* L.) Termodifikasi Gliserol dan Karagenan', *Jurnal Tambora*, 4(1), pp. 1–13. doi: 10.36761/jt.v4i1.562.
- Yumiranda (2023) 'Perbandingan Kadar Vitamin C Buah Tomat Ceri (*Solanum lycopersicum* L.) Berdasarkan Tingkat Kematangan.' *Skripsi Oleh : Yumiranda, Skripsi Universitas Perintis Indonesia*

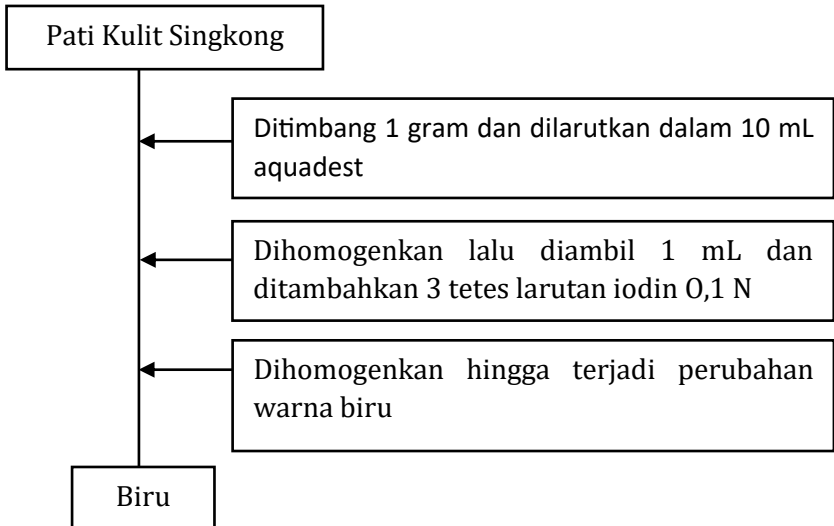
LAMPIRAN

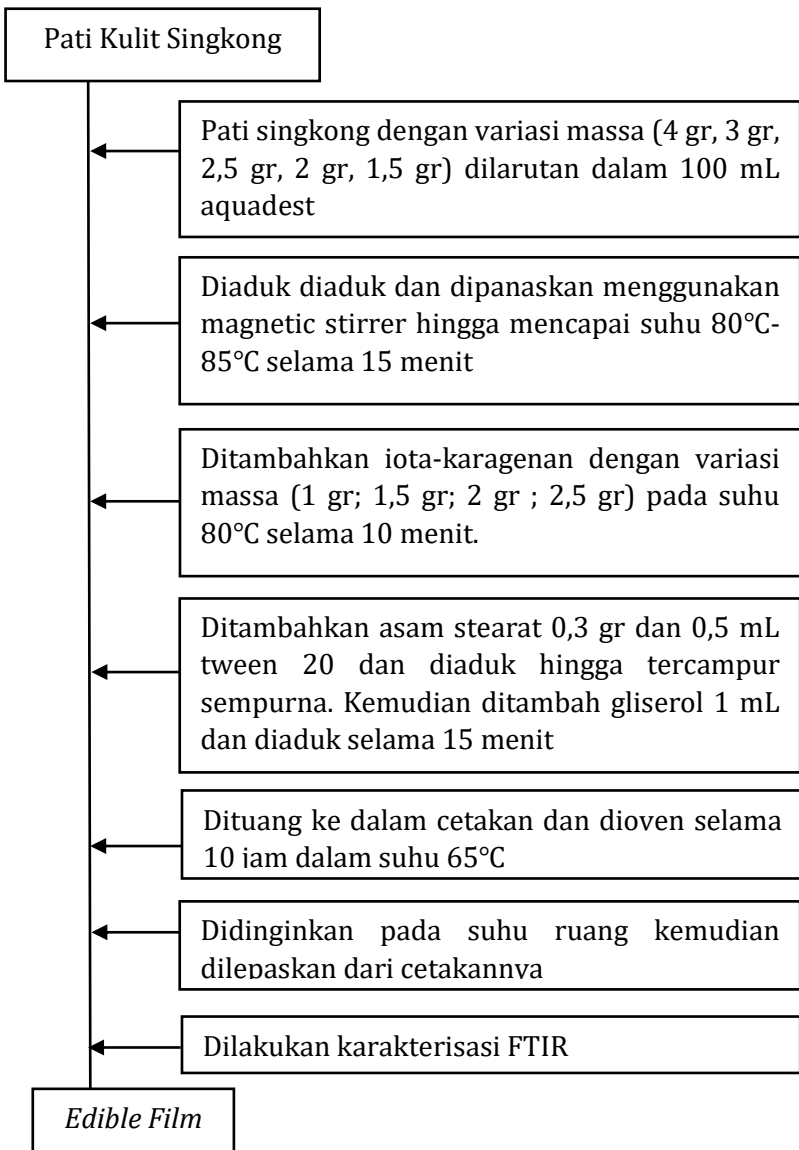
Lampiran 1. Skema Kerja

A. Pembuatan Pati Kulit Singkong (Alfian, 2020)



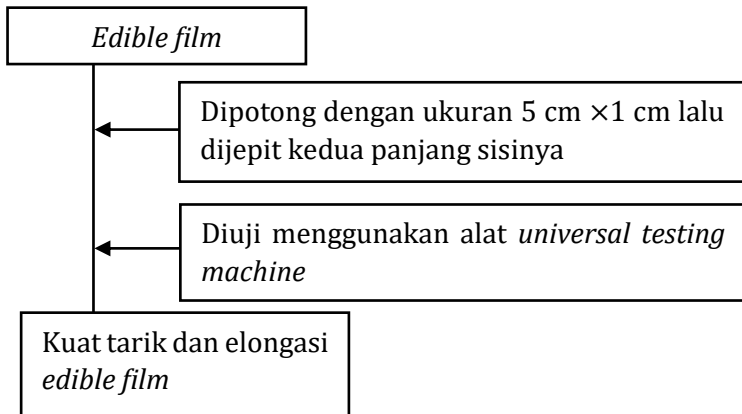
B. Uji Amilum (Mustakim and Tahir, 2019)



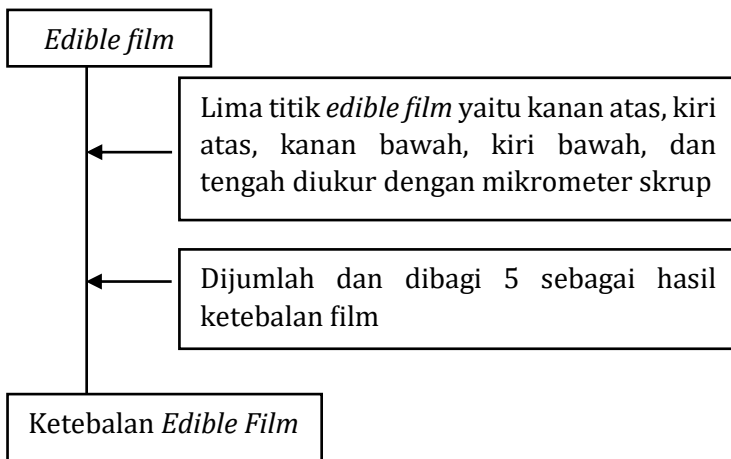
C. Pembuatan Edible Film (Thakur *et al.*, 2016)

D. Karakterisasi Edible Film

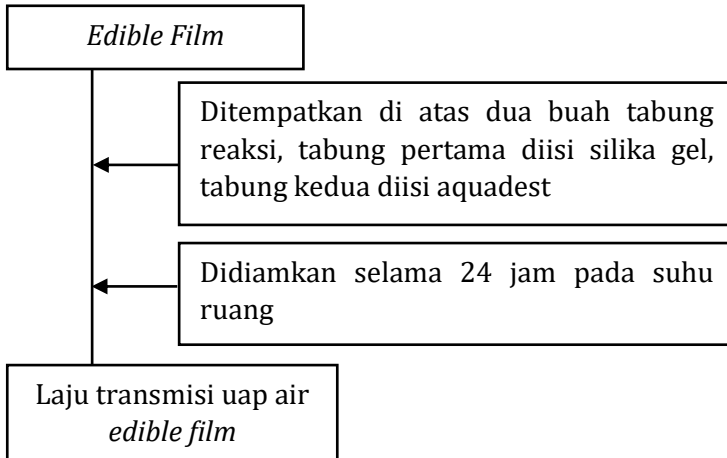
1. Uji Kuat Tarik dan Elongasi (Hikmah, 2022)



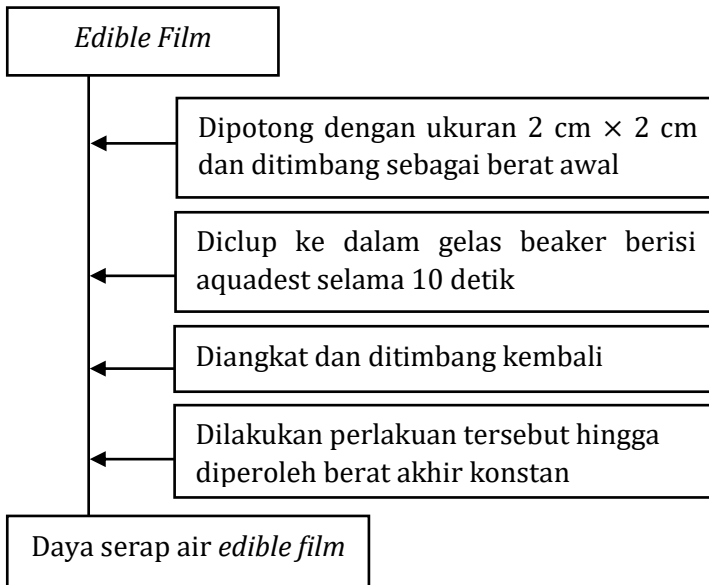
2. Uji Ketebalan (Syaputra *et al.*, 2020)



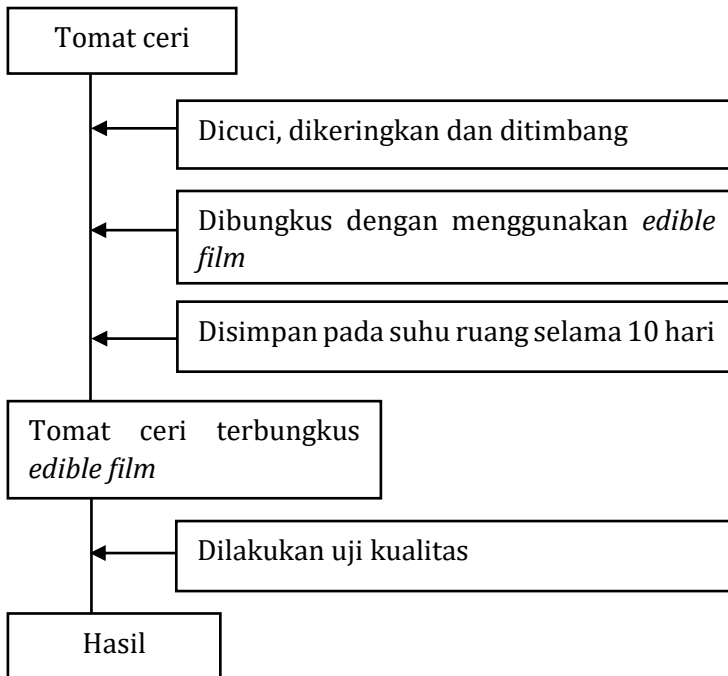
3. Uji Laju Transmisi Uap Air (Hikmah, 2022)



4. Uji Daya Serap Air (Ma'rifah, 2022)

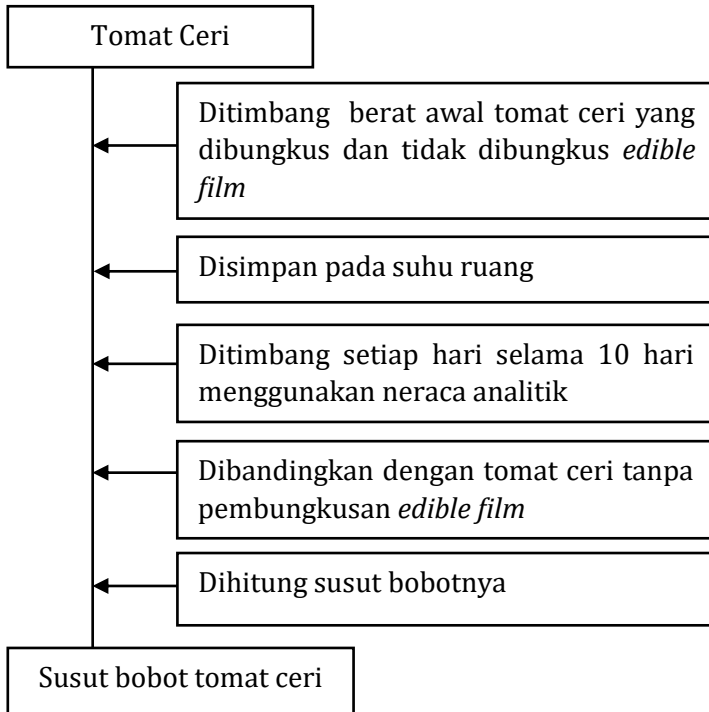


E. Aplikasi Edible Film pada Tomat Ceri

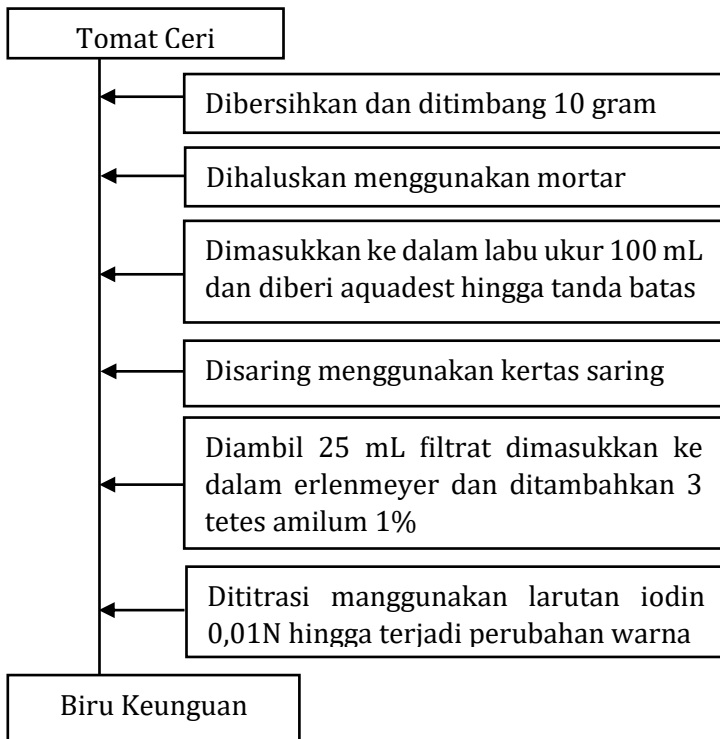


F. Uji Kualitas Tomat Ceri

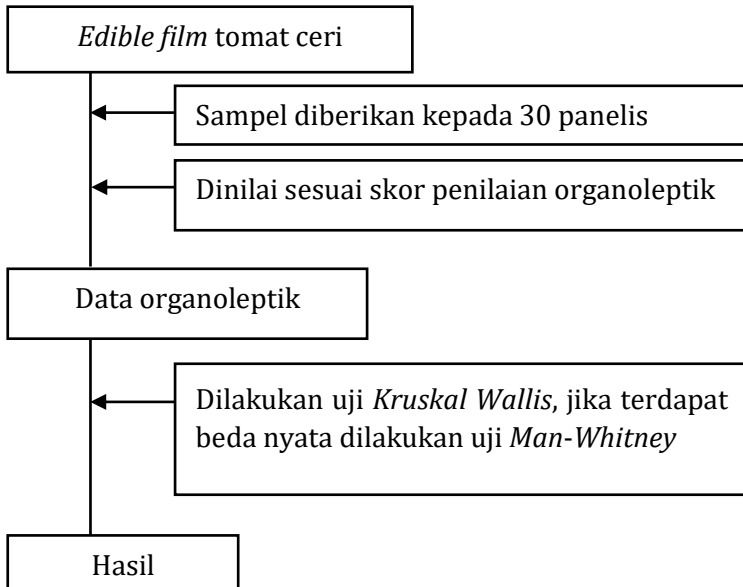
1. Uji Susut Bobot (Abdillah and Charles, 2021)



2. Uji Vitamin C (Maftuhatussolihah, 2022)



3. Uji Organoleptik



Lampiran 2. Analisis Data

Sampel *edible film*

- a. F1 = 4 gr pati kulit singkong + 0 gr iota-karagenan + 0,3 gr asam stearat + 0,5 mL tween 20 + 1,2 mL gliserol + 100 mL aquadest
- b. F2 = 3 gr pati kulit singkong + 1 gr iota--karagenan + 0,3 gr asam stearat + 0,5 mL tween 20 + 1,2 mL gliserol + 100 mL aquadest
- c. F3 = 2,5 gr pati kulit singkong + 1,5 gr iota-karagenan + 0,3 gr asam stearat + 0,5 mL tween 20 + 1,2 mL gliserol + 100 mL aquadest
- d. F4 = 2 gr pati kulit singkong + 2 gr iota-karagenan + 0,3 gr asam stearat + 0,5 mL tween 20 + 1,2 mL gliserol + 100 mL aquadest
- e. F5 = 1,5 gr pati kulit singkong + 2,5 gr iota-karagenan + 0,3 gr asam stearat + 0,5 mL tween 20 + 1,2 mL gliserol + 100 mL aquadest

1. Uji Kuat Tarik dan Elongasi

Sampel	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
F1	2,61	0,7
F2	4,60	18,3
F3	5,27	45
F4	5,06	28
F5	5,55	19

2. Uji Ketebalan

Sampel	Kanan atas	Kanan Bawah	Kiri Atas	Kiri Bawah	Tengah	Rata - Rata
F1	0,25	0,25	0,25	0,26	0,24	0,25
F2	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
F3	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
F4	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
F5	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

3. Uji Laju Transmisi Uap Air

Sampel	Pengulangan	Berat		Laju Transmisi Uap Air (g/m ² /24 jam)	Rata-Rata Laju Transmisi Uap Air (g/m ² /24 jam)
		Awal (gr)	Akhir (gr)		
F1	Simplo	0,0296	0,0325	0,1642	0,17 ± 6,71
	Duplo	0,0322	0,0353	0,1756	
F2	Simplo	0,0456	0,0481	0,1415	0,1443 ± 3,95
	Duplo	0,0387	0,0413	0,1472	
F3	Simplo	0,0408	0,0424	0,0906	0,0878 ± 6,5
	Duplo	0,0424	0,0439	0,0849	
F4	Simplo	0,0449	0,0463	0,0793	0,0821 ± 6,82
	Duplo	0,0344	0,0359	0,0849	
F5	Simplo	0,0374	0,0384	0,0566	0,0594 ± 9,08
	Duplo	0,0307	0,0318	0,0622	

Diameter lingkaran *edible film* = 1,5 cm

Jari-jari lingkaran *edible film* = 0,75 cm

$$\begin{aligned}\text{Luas permukaan lingkaran (A)} &= \pi \times r^2 \\ &= 3,14 \times (0,75)^2 \\ &= 1,76625 \text{ cm}^2 \\ &= 0,0176625 \text{ m}^2\end{aligned}$$

a) Sampel F1

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Laju transmisi uap air} &= \frac{\Delta W}{tA} \times 100\% \\ &= \frac{0,0325 - 0,0296}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \times 100\% \\ &= 0,1642 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Laju transmisi uap air} &= \frac{\Delta W}{tA} \times 100\% \\ &= \frac{0,0353 - 0,0322}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \times 100\% \\ &= 0,1756 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}\end{aligned}$$

b) Sampel F2

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Laju transmisi uap air} &= \frac{\Delta W}{tA} \times 100\% \\ &= \frac{0,0481 - 0,0456}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \times 100\% \\ &= 0,1415 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}\end{aligned}$$

- Duplo

$$\text{Laju transmisi uap air} = \frac{\Delta W}{tA} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,0413-0,0387}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \times 100\% \\
 &= 0,1472 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

c) Sampel F3

- Simplo

$$\begin{aligned}
 \text{Laju transmisi uap air} &= \frac{\Delta W}{tA} \times 100\% \\
 &= \frac{0,0424-0,0408}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \times 100\% \\
 &= 0,0906 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}
 \text{Laju transmisi uap air} &= \frac{\Delta W}{tA} \times 100\% \\
 &= \frac{0,0439-0,0424}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \times 100\% \\
 &= 0,0849 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

d) Sampel F4

- Simplo

$$\begin{aligned}
 \text{Laju transmisi uap air} &= \frac{\Delta W}{tA} \times 100\% \\
 &= \frac{0,0463-0,0449}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \times 100\% \\
 &= 0,0793 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}
 \text{Laju transmisi uap air} &= \frac{\Delta W}{tA} \times 100\% \\
 &= \frac{0,0359-0,0344}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \times 100\% \\
 &= 0,0849 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

e) Sampel F5

- Simplo

$$\begin{aligned}
 \text{Laju transmisi uap air} &= \frac{\Delta W}{tA} \times 100\% \\
 &= \frac{0,0384 - 0,0374}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \times 100\% \\
 &= 0,0566 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}
 \text{Laju transmisi uap air} &= \frac{\Delta W}{tA} \times 100\% \\
 &= \frac{0,0318 - 0,0307}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \times 100\% \\
 &= 0,0622 \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4. Uji Daya Serap Air

Sampel	Pengula- ngan	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)	Air (%)	Rata- Rata Air (%)
F1	Simplo	0,0567	0,0830	46,3844	47,414
	Duplo	0,0514	0,0763	48,4436	±4,34
F2	Simplo	0,0642	0,0901	40,3427	40,050
	Duplo	0,0659	0,0921	39,7572	±1,46
F3	Simplo	0,0793	0,0988	24,5902	25,2965
	Duplo	0,0723	0,0911	26,0028	±5,58
F4	Simplo	0,0794	0,1023	28,8413	29,2103
	Diplo	0,0808	0,1047	29,5792	± 2,53
F5	Simplo	0,0532	0,0807	51,6917	51,9173
	Duplo	0,0560	0,0852	52,1429	± 0,87

a) Sampel F1

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,0830-0,0567}{0,0567} \times 100\% \\ &= 46,3844\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,0763-0,0514}{0,0514} \times 100\% \\ &= 48,4436\%\end{aligned}$$

b) Sampel F2

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,0901-0,0642}{0,0642} \times 100\% \\ &= 40,3427\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,0921-0,0659}{0,0659} \times 100\% \\ &= 39,7572\%\end{aligned}$$

c) Sampel F3

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,0988-0,0793}{0,0793} \times 100\% \\ &= 24,5902\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,0911-0,0723}{0,0723} \times 100\% \\ &= 26,0028\%\end{aligned}$$

d) Sampel F4

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,1023-0,0794}{0,0794} \times 100\% \\ &= 28,8413\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,1047-0,0808}{0,0808} \times 100\% \\ &= 29,5792\%\end{aligned}$$

e) Sampel F5

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,0807-0,0532}{0,0532} \times 100\% \\ &= 51,6917\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,0852-0,0560}{0,0560} \times 100\% \\ &= 52,1429\%\end{aligned}$$

5. Uji Susut Bobot

- Simplo

Sampel	Berat tomat ceri pada hari ke-			
	1	2	3	4
Kontrol	15,2893	15,1155	14,9217	14,8182
F1	17,8747	17,8383	17,6189	17,4951
F2	22,8553	22,8251	22,5561	22,5473
F3	18,7184	18,6950	18,4853	18,4679
F4	20,8207	20,8088	20,6401	20,5988
F5	18,9267	18,9173	18,9148	18,8974
Sampel	Berat tomat ceri pada hari ke-			
	5	6	7	8
Kontrol	14,6144	14,4112	14,2753	14,2039
F1	17,3524	17,2876	16,9884	16,9204
F2	22,4391	22,3309	22,0404	21,7518
F3	18,3944	18,2982	18,0884	17,8263
F4	20,4989	20,3633	20,1906	19,9317
F5	18,7729	18,5752	18,4398	18,,3179
Sampel	Berat tomat ceri pada hari ke-			Susut Bobot (%)
	9	10		
Kontrol	14,0329	13,7197	10,2660	
F1	16,5457	16,4378	8,0388	
F2	21,5418	21,0976	7,6945	
F3	17,6529	17,4192	6,9408	
F4	19,6555	19,5356	6,1722	
F5	18,0796	17,9193	5,3227	

Sampel	Berat tomat ceri pada hari ke-			
	1	2	3	4
Kontrol	15,8631	15,6783	15,4864	15,3571
F1	17,5592	17,5218	17,3085	17,2042
F2	22,3416	22,3143	22,0313	22,0159
F3	18,8402	18,8165	18,5989	18,5677
F4	20,2720	20,2658	20,1076	20,0590
F5	19,3418	19,3329	19,3285	19,3099
Sampel	Berat tomat ceri pada hari ke-			
	5	6	7	8
Kontrol	15,1791	14,9408	14,8021	14,7399
F1	17,0604	16,9932	16,7422	16,6393
F2	21,9684	21,8259	21,5343	21,2740
F3	18,5288	18,4073	18,2156	17,9575
F4	19,9840	19,8182	19,6573	19,3932
F5	19,1867	18,9783	19,3418	18,7030
Sampel	Berat tomat ceri pada hari ke-			Susut Bobot (%)
	9	10		
Kontrol	14,5850	14,2722	10,0289	
F1	16,2680	16,1219	8,1855	
F2	21,0880	20,6368	7,6399	
F3	17,7985	17,5556	6,8184	
F4	19,2207	19,0532	6,0122	
F5	18,5438	18,3375	5,1924	

- **Duplo**

a) Susut bobot kontrol (tomat ceri tanpa dibungkus *edible film*)

- **Simplo**

$$\begin{aligned}
 \text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\
 &= \frac{15,2893 - 13,7197}{15,2893} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 10,2660\%$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{15,8631 - 14,2722}{15,8631} \times 100\% \\ &= 10,0289\%\end{aligned}$$

b) Susut bobot F1

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{17,8747 - 16,4378}{17,8747} \times 100\% \\ &= 8,0388\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{17,5592 - 14,2722}{17,5592} \times 100\% \\ &= 8,1855\%\end{aligned}$$

c) Susut bobot F2

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{22,8553 - 21,0976}{22,8553} \times 100\% \\ &= 7,6945\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{22,3416 - 20,6368}{22,3416} \times 100\% \\ &= 7,6399\%\end{aligned}$$

d) Susut bobot F3

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{18,7184 - 17,4192}{18,7184} \times 100\% \\ &= 6,9408\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{18,8402 - 17,5556}{18,8402} \times 100\% \\ &= 6,8184\%\end{aligned}$$

e) Susut bobot F4

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{20,8207 - 19,5356}{20,8207} \times 100\% \\ &= 6,1722\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{20,2720 - 19,0532}{20,2720} \times 100\% \\ &= 6,0122\%\end{aligned}$$

f) Susut bobot F5

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{18,9267 - 17,9193}{18,9267} \times 100\% \\ &= 5,3227\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Susut bobot} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{Bobot akhir}}{\text{Bobot Awal}} \\ &= \frac{19,3418 - 18,3375}{19,3418} \times 100\% \\ &= 5,1924\%\end{aligned}$$

Rata - rata susut bobot tomat ceri

- Susut bobot kontrol = $\frac{10,2660 + 10,0289}{2} = 10,1475\%$
- Susut bobot F1 = $\frac{8,0388 + 8,1855}{2} = 8,1122\%$
- Susut bobot F2 = $\frac{7,6945 + 7,6399}{2} = 7,6672\%$
- Susut bobot F3 = $\frac{6,9408 + 6,8184}{2} = 6,8796\%$
- Susut bobot F4 = $\frac{6,1722 + 6,0122}{2} = 6,0922\%$
- Susut bobot F5 = $\frac{5,3227 + 5,1924}{2} = 5,2576\%$

6. Uji Kadar Vitamin C

Sampel	Pengulangan	Titer (mL)	Kadar Vitamin C (%)	Rata-Rata Kadar Vitamin C
Tomat segar	Simplo	6	5,28	5,412 $\pm$
	Duplo	6,3	5,544	4,88
Kontrol	Simplo	4,7	4,136	4,224 $\pm$
	Duplo	4,9	4,312	4,17
F1	Simplo	5	4,4	4,532 $\pm$
	Duplo	5,3	4,664	5,83
F2	Simplo	5,4	4,752	4,884 $\pm$
	Duplo	5,7	5,016	5,41
F3	Simplo	5,6	4,928	4,972 $\pm$
	Duplo	5,7	5,016	1,77
F4	Simplo	5,6	4,928	5,016 $\pm$
	Duplo	5,8	5,104	1,77
F5	Simplo	5,9	5,192	5,236 $\pm$
	Duplo	6	5,28	1,69

a) Kadar Vitamin C Tomat Ceri Segar

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{6 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 5,28\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{6,3 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 5,544\%\end{aligned}$$

b) Kadar Vitamin C Tomat Ceri Kontrol

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{4,7 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 4,136\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{4,9 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 4,312\%\end{aligned}$$

c) Kadar Vitamin C Tomat Ceri F1

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{5 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 4,4\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{5,3 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 4,664\%\end{aligned}$$

d) Kadar Vitamin C Tomat Ceri F2

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{5,4 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 4,752\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{5,7 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 5,016\%\end{aligned}$$

e) Kadar Vitamin C Tomat Ceri F3

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{5,6 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 4,928\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{5,7 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 5,016\%\end{aligned}$$

f) Kadar Vitamin C Tomat Ceri F4

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{5,6 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 4,928\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{5,8 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 5,104\%\end{aligned}$$

g) Kadar Vitamin C Tomat Ceri F5

- Simplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{5,9 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 5,192\%\end{aligned}$$

- Duplo

$$\begin{aligned}\text{Kadar Vitamin C} &= \frac{v.\text{titrasi (mL)} \times 0,88 \times FP}{\text{Berat Sampel (mg)}} \times 100\% \\ &= \frac{6 \times 0,88 \times 100}{10000} \times 100\% \\ &= 5,28\%\end{aligned}$$

Lampiran 3. Lembar Kuesioner Organoleptik

Lembar Kuesioner Organoleptik

Jenis Produk : Tomat ceri dengan *edible film*

Nama Panelis :

Hari/Tanggal :

Pekerjaan :

Di hadapan saudara/i disajikan beberapa sampel tomat ceri yang dibungkus dan yang tidak dibungkus dengan *edible film*. Saudara/i diharap memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari sampel-sampel tersebut sesuai dengan Tingkat kesukaan saudara/i. Skor untuk penilaian parameter organoleptik tercantum di bawah ini :

Warna	Tekstur	Aroma
1 = Kehitaman	1 = Sangat Lunak	1 = Sangat Busuk
2 = Merah Agak Kehitaman	2 = Lunak	2 = Busuk
3 = Merah Kurang Cerah	3 = Agak Lunak	3 = Agak Busuk
4 = Merah	4 = Agak Keras	4 = Agak Segar
5 = Merah Terang	5 = Keras	5 = Segar

Sampel	Parameter Organoleptik		
	Aroma	Warna	Tekstur
Kontrol			
TC1			
TC2			
TC3			
TC4			
TC5			

Keterangan :

- a. Kontrol : Tomat ceri yang tidak dibungkus dengan *edible film*.
- b. Sampel ; Tomat ceri yang dibungkus dengan *edible film* pati
TC1 kulit singkong 4 gr dan iota-karagenan 0 gr.
- c. Sampel : Tomat ceri yang dibungkus dengan *edible film* pati
TC2 kulit singkong 3 gr dan iota-karagenan 1 gr.
- d. Sampel : Tomat ceri yang dibungkus dengan *edible film* pati
TC3 kulit singkong 2.5 gr dan iota-karagenan 1.5 gr.
- e. Sampel : Tomat ceri yang dibungkus dengan *edible film* pati
TC4 kulit singkong 2 gr dan iota-karagenan 2 gr.
- f. Sampel : Tomat ceri yang dibungkus dengan *edible film* pati
TC5 kulit singkong 1.5 gr dan iota-karagenan 2.5 gr.

Lampiran 4. Data Uji Organoleptik

1. Warna

Panelis	Kontrol	F1	F2	F3	F4	F5
1	2	3	3	4	5	4
2	2	3	3	4	5	4
3	2	3	3	4	5	4
4	2	3	4	4	4	5
5	2	3	4	4	4	5
6	1	4	4	4	4	4
7	1	4	5	4	4	5
8	2	4	4	5	5	5
9	2	3	4	4	4	5
10	2	3	4	5	5	5
11	2	3	4	4	4	5
12	1	4	4	5	5	5
13	2	3	3	4	5	5
14	1	3	3	4	4	4
15	1	4	4	4	4	5
16	1	4	4	4	5	4
17	2	3	3	4	5	4
18	2	4	4	4	5	5
19	1	2	5	5	4	5
20	1	3	4	4	4	5
21	1	2	4	4	5	5
22	2	3	4	4	4	5
23	2	2	4	4	5	5
24	2	4	4	4	5	4
25	2	3	4	5	4	5
26	2	4	5	4	4	5
27	1	3	4	5	4	5
28	1	3	4	4	4	4
29	1	4	3	4	4	4
30	2	4	3	4	4	4

Total	48	98	115	126	133	139
-------	----	----	-----	-----	-----	-----

2. Tekstur

Panelis	Kontrol	F1	F2	F3	F4	F5
1	1	2	3	4	4	5
2	1	2	3	4	4	5
3	1	2	3	4	4	5
4	2	2	4	4	4	5
5	1	2	3	4	4	5
6	1	2	4	4	4	4
7	2	3	3	4	4	4
8	2	3	4	4	5	4
9	2	3	4	4	5	5
10	2	2	3	4	4	5
11	2	2	3	4	4	4
12	2	2	4	5	4	4
13	1	3	4	4	5	5
14	1	2	3	4	4	5
15	2	2	3	4	4	5
16	1	2	3	4	5	4
17	1	3	3	4	5	4
18	2	3	3	5	5	4
19	2	3	3	4	4	4
20	1	2	3	4	4	4
21	1	2	4	4	4	4
22	2	3	4	4	4	5
23	1	3	3	4	4	4
24	2	3	4	5	4	5
25	1	2	3	4	5	5
26	1	2	4	4	5	5
27	2	2	4	4	4	5
28	1	3	4	4	4	5
29	1	3	3	5	4	5
30	2	3	3	4	4	5
Total	44	73	102	124	128	138

3. Aroma

Panelis	Kontrol	F1	F2	F3	F4	F5
1	2	2	3	4	4	5
2	2	2	3	4	5	5
3	2	2	4	4	5	5
4	1	2	4	4	5	5
5	2	3	4	4	4	5
6	2	3	4	4	4	4
7	2	3	3	4	4	5
8	2	3	3	4	5	5
9	1	2	4	4	4	4
10	1	2	4	4	4	4
11	2	2	4	4	4	5
12	2	3	4	4	4	4
13	2	3	4	4	4	5
14	2	3	4	4	4	5
15	1	3	4	3	5	5
16	1	3	4	4	4	5
17	2	2	3	4	4	4
18	2	3	4	4	4	4
19	2	2	4	4	4	5
20	1	3	4	4	5	5
21	2	2	4	4	5	4
22	2	2	4	5	4	5
23	1	3	4	4	5	4
24	1	3	4	4	4	5
25	2	3	3	4	4	4
26	2	3	4	4	4	5
27	2	3	4	5	4	4
28	2	3	4	4	5	5
29	1	3	4	4	4	5
30	1	3	4	4	5	5
Total	50	79	114	121	130	140

Lampiran 5. Uji Organoleptik

1. Uji *Kruskal Wallis*

a) Warna

Kruskal-Wallis Test

Ranks			
	Perlakuan	N	Mean Rank
Warna	F0	30	16.40
	F1	30	61.58
	F2	30	88.32
	F3	30	107.80
	F4	30	118.05
	F5	30	150.85
	Total	180	

Test Statistics^{a,b}

Warna	
Kruskal-Wallis H	135.042
df	5
Asymp. Sig.	<.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Perlakuan

b) Tekstur

Kruskal-Wallis Test

Ranks			
	Perlakuan	N	Mean Rank
Tekstur	F0	30	18.33
	F1	30	47.87
	F2	30	87.00
	F3	30	108.00
	F4	30	124.90
	F5	30	156.90
	Total	180	

Test Statistics^{a,b}

Tekstur	
Kruskal-Wallis H	153.883
df	5
Asymp. Sig.	<.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Perlakuan

c) Aroma

Kruskal-Wallis Test

Ranks			
	Perlakuan	N	Mean Rank
Aroma	F0	30	19.17
	F1	30	45.00
	F2	30	89.67
	F3	30	113.83
	F4	30	123.00
	F5	30	152.33
	Total	180	

Test Statistics^{a,b}

Aroma	
Kruskal-Wallis H	151.603
df	5
Asymp. Sig.	<.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:
Perlakuan

2. Uji Mann-Whitney

a) Warna

- Kontrol dengan F1

Mann-Whitney Test

Ranks				
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F0	30	16.40	492.00
	F1	30	44.60	1338.00
	Total	60		

Test Statistics^a

Warna	
Mann-Whitney U	27.000
Wilcoxon W	492.000
Z	-6.505
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F2

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F0	30	15.50	465.00
	F2	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465.000
Z		-6.895
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F3

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F0	30	15.50	465.00
	F3	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465.000
Z		-7.012
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F0	30	15.50	465.00
	F4	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465.000
Z		-6.909
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F0	30	15.50	465.00
	F5	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465.000
Z		-7.116
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F2

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F1	30	24.05	721.50
	F2	30	36.95	1108.50
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		256.500
Wilcoxon W		721.500
Z		-3.177
Asymp. Sig. (2-tailed)		.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F3

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F1	30	19.90	597.00
	F3	30	41.10	1233.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		132.000
Wilcoxon W		597.000
Z		-5.318
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F1	30	18.98	569.50
	F4	30	42.02	1260.50
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		104.500
Wilcoxon W		569.500
Z		-5.540
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F1	30	16.05	481.50
	F5	30	44.95	1348.50
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		16.500
Wilcoxon W		481.500
Z		-6.842
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F2 dengan F3

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F2	30	25.80	774.00
	F3	30	35.20	1056.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		309.000
Wilcoxon W		774.000
Z		-2.634
Asymp. Sig. (2-tailed)		.008

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F2 dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F2	30	23.97	719.00
	F4	30	37.03	1111.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		254.000
Wilcoxon W		719.000
Z		-3.389
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F2 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F2	30	18.10	543.00
	F5	30	42.90	1287.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		78.000
Wilcoxon W		543.000
Z		-6.060
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F3 dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F3	30	28.00	840.00
	F4	30	33.00	990.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Warna
Mann-Whitney U		375.000
Wilcoxon W		840.000
Z		-1.420
Asymp. Sig. (2-tailed)		.155

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F3 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F3	30	20.00	600.00
	F5	30	41.00	1230.00
	Total	60		

Test Statistics^a

Warna	
Mann-Whitney U	135.000
Wilcoxon W	600.000
Z	-5.404
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F4 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Warna	F4	30	27.50	825.00
	F5	30	33.50	1005.00
	Total	60		

Test Statistics^a

Warna	
Mann-Whitney U	360.000
Wilcoxon W	825.000
Z	-1.540
Asymp. Sig. (2-tailed)	.124

a. Grouping Variable:
Perlakuan

b) Tekstur

- Kontrol dengan F1

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F0	30	18.33	550.00
	F1	30	42.67	1280.00
	Total	60		

Test Statistics^a

Tekstur	
Mann-Whitney U	85.000
Wilcoxon W	550.000
Z	-5.813
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F2

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F0	30	15,50	465,00
	F2	30	45,50	1365,00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465,000
Z		-6,923
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F3

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F0	30	15,50	465,00
	F3	30	45,50	1365,00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465,000
Z		-7,038
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F0	30	15,50	465,00
	F4	30	45,50	1365,00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465,000
Z		-7,105
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F0	30	15.50	465.00
	F5	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465.000
Z		-7.038
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F2

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F1	30	19.40	582.00
	F2	30	41.60	1248.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		117.000
Wilcoxon W		582.000
Z		-5.399
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F3

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F1	30	16.80	504.00
	F3	30	44.20	1326.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		39.000
Wilcoxon W		504.000
Z		-6.471
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F1	30	15.50	465.00
	F4	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465.000
Z		-7.069
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F1	30	15.50	465.00
	F5	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465.000
Z		-7.004
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F2 dengan F3

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F2	30	24.50	735.00
	F3	30	36.50	1095.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		270.000
Wilcoxon W		735.000
Z		-3.136
Asymp. Sig. (2-tailed)		.002

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F2 dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F2	30	20.70	621.00
	F4	30	40.30	1209.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		156.000
Wilcoxon W		621.000
Z		-5.127
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F2 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F2	30	16.70	501.00
	F5	30	44.30	1329.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		36.000
Wilcoxon W		501.000
Z		-6.516
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F3 dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F3	30	28.50	855.00
	F4	30	32.50	975.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Tekstur
Mann-Whitney U		390.000
Wilcoxon W		855.000
Z		-1.280
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F3 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F3	30	18.00	540.00
	F5	30	43.00	1290.00
	Total	60		

Test Statistics^a

	Tekstur
Mann-Whitney U	75.000
Wilcoxon W	540.000
Z	-6.207
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F4 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Tekstur	F4	30	25.50	765.00
	F5	30	35.50	1065.00
	Total	60		

Test Statistics^a

	Tekstur
Mann-Whitney U	300.000
Wilcoxon W	765.000
Z	-2.583
Asymp. Sig. (2-tailed)	.010

a. Grouping Variable:
Perlakuan

c) Aroma

- Kontrol dengan F1

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F0	30	19.17	575.00
	F1	30	41.83	1255.00
	Total	60		

Test Statistics^a

	Aroma
Mann-Whitney U	110.000
Wilcoxon W	575.000
Z	-5.531
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F2

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F0	30	15.50	465.00
	F2	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

Aroma	
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	465.000
Z	-6.948
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F3

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F0	30	15.50	465.00
	F3	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

Aroma	
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	465.000
Z	-7.105
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F0	30	15.50	465.00
	F4	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

Aroma	
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	465.000
Z	-6.965
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- Kontrol dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F0	30	15,50	465,00
	F5	30	45,50	1365,00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Aroma
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465,000
Z		-7,069
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F2

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F1	30	18,67	560,00
	F2	30	42,33	1270,00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Aroma
Mann-Whitney U		95,000
Wilcoxon W		560,000
Z		-5,713
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F3

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F1	30	15,50	465,00
	F3	30	45,50	1365,00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Aroma
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465,000
Z		-7,089
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F1	30	15.50	465.00
	F4	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Aroma
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465.000
Z		-6.951
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F1 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F1	30	15.50	465.00
	F5	30	45.50	1365.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Aroma
Mann-Whitney U		.000
Wilcoxon W		465.000
Z		-7.054
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F2 dengan F3

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F2	30	27.70	831.00
	F3	30	33.30	999.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Aroma
Mann-Whitney U		366.000
Wilcoxon W		831.000
Z		-1.919
Asymp. Sig. (2-tailed)		.055

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F2 dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F2	30	23.90	717.00
	F4	30	37.10	1113.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Aroma
Mann-Whitney U		252.000
Wilcoxon W		717.000
Z		-3.864
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F2 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F2	30	17.50	525.00
	F5	30	43.50	1305.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Aroma
Mann-Whitney U		60.000
Wilcoxon W		525.000
Z		-6.391
Asymp. Sig. (2-tailed)		<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F3 dengan F4

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F3	30	26.30	789.00
	F4	30	34.70	1041.00
	Total	60		

Test Statistics^a

		Aroma
Mann-Whitney U		324.000
Wilcoxon W		789.000
Z		-2.600
Asymp. Sig. (2-tailed)		.009

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F3 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	F3	30	18.83	565.00
	F5	30	42.17	1265.00
	Total	60		

Test Statistics^a

Aroma	
Mann-Whitney U	100.000
Wilcoxon W	565.000
Z	-5.893
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

a. Grouping Variable:
Perlakuan

- F4 dengan F5

Mann-Whitney Test

		Ranks		
	Perlakuan	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Aroma	5	30	25.50	765.00
	6	30	35.50	1065.00
	Total	60		

Test Statistics^a

Aroma	
Mann-Whitney U	300.000
Wilcoxon W	765.000
Z	-2.560
Asymp. Sig. (2-tailed)	.010

a. Grouping Variable:
Perlakuan

3. Rata-Rata Hasil Uji

a) Warna

- Kontrol

Statistics

Warna		
N	Valid	30
	Missing	0
Mean		1.60
Median		2.00
Std. Deviation		.498
Minimum		1
Maximum		2

- F1

Statistics		
Warna		
N	Valid	30
	Missing	0
Mean		3.27
Median		3.00
Std. Deviation		.640
Minimum		2
Maximum		4

- F2

Statistics		
Warna		
N	Valid	30
	Missing	0
Mean		3.83
Median		4.00
Std. Deviation		.592
Minimum		3
Maximum		5

- F3

Statistics		
Warna		
N	Valid	30
	Missing	0
Mean		4.20
Median		4.00
Std. Deviation		.407
Minimum		4
Maximum		5

- F4

Statistics		
Warna		
N	Valid	30
	Missing	0
Mean		4.37
Median		4.00
Std. Deviation		.490
Minimum		4
Maximum		5

- F5

Statistics		
Warna		
N	Valid	30
	Missing	0
Mean		4.90
Median		5.00
Std. Deviation		.305
Minimum		4
Maximum		5

b) Tekstur

- Kontrol

Statistics		
Tekstur		
N	Valid	30
	Missing	0
Mean		1.47
Median		1.00
Std. Deviation		.507
Minimum		1
Maximum		2

- F1

Statistics		
Tekstur		
N	Valid	30
	Missing	0
Mean		2.43
Median		2.00
Std. Deviation		.504
Minimum		2
Maximum		3

- F2

Statistics

Tekstur

N	Valid	30
	Missing	17
Mean		3.40
Median		3.00
Std. Deviation		.498
Minimum		3
Maximum		4

- F3

Statistics

Tekstur

N	Valid	30
	Missing	17
Mean		4.13
Median		4.00
Std. Deviation		.346
Minimum		4
Maximum		5

- F4

Tekstur

N	Valid	30
	Missing	17
Mean		4.27
Median		4.00
Std. Deviation		.450
Minimum		4
Maximum		5

- F5

Statistics		
Tekstur		
N	Valid	30
	Missing	17
Mean		4.60
Median		5.00
Std. Deviation		.498
Minimum		4
Maximum		5

c) Aroma

- Kontrol

Statistics		
Aroma		
N	Valid	30
	Missing	17
Mean		1.67
Median		2.00
Std. Deviation		.479
Minimum		1
Maximum		2

- F1

Statistics		
Aroma		
N	Valid	30
	Missing	17
Mean		2.63
Median		3.00
Std. Deviation		.490
Minimum		2
Maximum		3

- F2

Statistics

Aroma		
N	Valid	30
	Missing	17
Mean		3.80
Median		4.00
Std. Deviation		.407
Minimum		3
Maximum		4

- F3

Statistics

Aroma		
N	Valid	30
	Missing	17
Mean		4.03
Median		4.00
Std. Deviation		.320
Minimum		3
Maximum		5

- F4

Statistics

Aroma		
N	Valid	30
	Missing	17
Mean		4.33
Median		4.00
Std. Deviation		.479
Minimum		4
Maximum		5

- F5

Statistics

Aroma		
N	Valid	30
	Missing	17
Mean		4.33
Median		4.00
Std. Deviation		.479
Minimum		4
Maximum		5

Lampiran 6. Dokumentasi Proses Penelitian

1. Pembuatan Pati Kulit Singkong



2. Pembuatan *Edible Film*



3. Uji Ketebalan



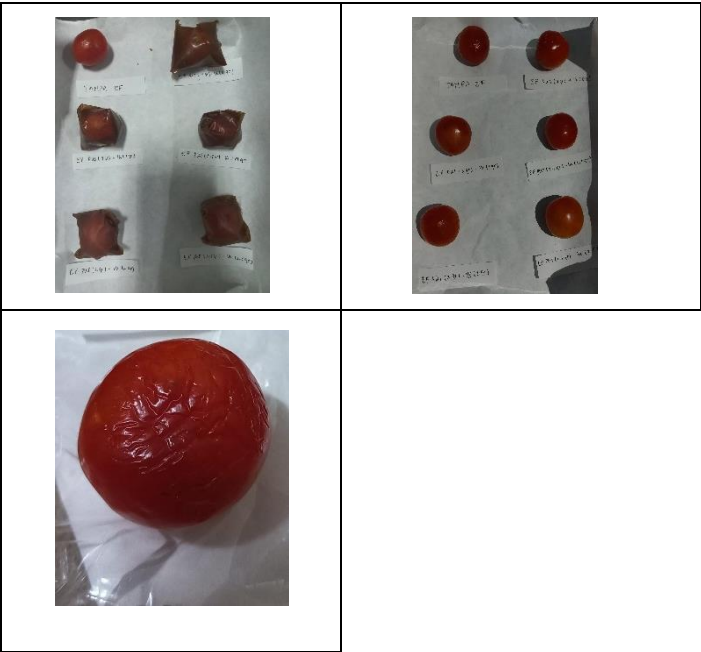
4. Uji Laju Transmisi Uap Air



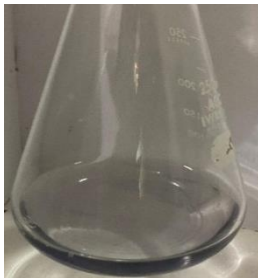
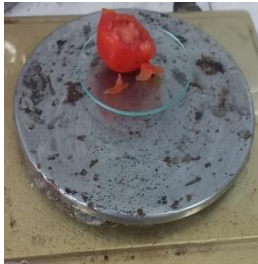
5. Uji Daya Serap Air



6. Uji Susut Bobot



7. Uji Vitamin C



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Sri Purwanti
Tempat, Tgl Lahir : Gunung Kidul, 10 Januari 2002
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswi
Alamat : Jogodayoh RT.003 RW.000, Kel.
Sumbermulyo, Kec. Bambang Lipuro,
Kab. Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta
Telepon/HP : 089628608787
Email : spurwanti092@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. SDN Wonosari 03 Lulus tahun 2014
2. SMPN 31 Semarang Lulus tahun 2017
3. SMAN 8 Semarang Lulus tahun 2020

Semarang, 27 Agustus 2024

Sri Purwanti
NIM. 2008036009