

**KARAKTERISTIK SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK
EDIBLE FILM BERBAHAN PATI BATANG AREN (*Arenga
Pinnata*)-KITOSAN DENGAN KOMBINASI *PLASTICIZER*
SEBAGAI PEMBUNGKUS BUAH ANGGUR**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
dalam Ilmu Kimia**



Oleh: YUNI SAFITRI

NIM: 2108036055

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

**KARAKTERISTIK SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK
EDIBLE FILM BERBAHAN PATI BATANG AREN (*Arenga
Pinnata*)-KITOSAN DENGAN KOMBINASI *PLASTICIZER*
SEBAGAI PEMBUNGKUS BUAH ANGGUR**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
dalam Ilmu Kimia**

Oleh: **YUNI SAFITRI**

NIM: 2108036055

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuni Safitri

NIM : 2108036055

Jurusan : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**KARAKTERISTIK SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK
EDIBLE FILM BERBAHAN PATI BATANG AREN (*Arenga
Pinnata*)-KITOSAN DENGAN KOMBINASI *PLASTICIZER*
SEBAGAI PEMBUNGKUS BUAH ANGGUR**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali bagian lain yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 20 Juni 2025

Pembuat Pernyataan,



Yuni Safitri

NIM: 2108036055



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus III Ngaliyan Semarang 50185
Telp. 024 76433366 Fax. 7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : **Karakteristik Sifat Fisik dan Sifat Mekanik
Edible Film Berbahan Pati Batang Aren
(Arenga Pinnata)-Kitosan dengan
Kombinasi Plasticizer Sebagai Pembungkus
Buah Anggur**

Penulis : Yuni Safitri
NIM : 2108036055
Jurusan : Kimia

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

Semarang, 25 Juni 2025

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang/Penguji,

Sekretaris Sidang/Penguji,

Deni Ebit Nugroho, S.Si., M.Pd. Nana Misrockah, S.Si., M.Pd.
NIP. 198507202019031007 NIP. 198608282019032009

Penguji Utama,

Penguji Utama II,

Kholidah, M.Sc. Ana Mardiyah, M.Si.
NIP. 198508112019032008 NIP. 198905252019032019

Pembimbing

Dr. Eng. Anissa Adiwena Putri, M.Sc.
NIP. 198504052011012015

NOTA DINAS

Semarang, 20 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

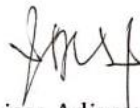
Judul : Karakteristik Sifat Fisik dan Sifat Mekanik
Edible film Berbahan Pati Batang Aren
(*Arenga Pinnata*)-Kitosan dengan Kombinasi
Plasticizer Sebagai Pembungkus Buah
Anggur

Nama : Yuni Safitri
NIM : 2108036055
Jurusan : Kimia

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

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing



Dr. Eng. Anissa Adiwena Putri, M.Sc
NIP. 198504052011012015

ABSTRAK

Judul : Karakteristik Sifat Fisik dan Sifat Mekanik *Edible film* Berbahan Pati Batang Aren (*Arenga Pinnata*)-Kitosan dengan Kombinasi *Plasticizer* Sebagai Pembungkus Buah Anggur
Nama : Yuni Safitri
NIM : 2108036055

Edible film merupakan suatu bahan pembungkus untuk menjaga kualitas pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pati batang aren serta *edible film* berbahan pati aren-kitosan dengan atau tanpa penambahan *plasticizer* (sorbitol, gliserol, atau kombinasinya). *Film* dibuat dari ekstraksi pati batang aren, kitosan, dan *plasticizer*. Campuran dipanaskan pada 80°C–85°C selama satu jam hingga gelatinasi, dicetak, lalu dikeringkan pada suhu 50°C–60°C. Setelah itu, *film* disimpan pada suhu ruang selama satu hari sebelum dilakukan uji karakteristik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pati batang aren berbentuk serbuk putih, bereaksi positif terhadap uji amilum, dan berdasarkan analisis FTIR mengandung gugus O-H, C-H, dan C-O. *Edible film* dengan penambahan kombinasi *plasticizer* dapat meningkatkan nilai ketebalan (0,25 mm), meningkatkan laju transmisi uap air (0,0148 g/m²/24jam), meningkatkan elongasi (157,333%), tetapi menurunkan daya serap air (17,73%), kuat tarik (3,240 MPa) dan elastisitas (0,0205 MPa). Hasil analisis FTIR menunjukkan kesamaan antar sampel karena semuanya memiliki gugus fungsi O-H, C-H, N-H, dan C-O. Uji coba *Edible film* pada buah anggur menunjukkan TPC terendah pada EF tanpa *plasticizer* (1×10⁶), susut bobot terendah pada EF dengan gliserol (13,88%), serta hasil organoleptik terbaik juga pada EF dengan gliserol, dengan nilai *mean rank* tertinggi untuk aroma (40,05), warna (40,60) dan tekstur (40,75).

Kata Kunci: Anggur, Pati Batang Aren, Kitosan, Sorbitol, Gliserol, *Edible film*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	10
C. Tujuan Penelitian	11
D. Manfaat Penelitian.....	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
A. Landasan Teori	13
B. Kajian Pustaka.....	44
C. Hipotesis	51
BAB III METODE PENELITIAN	52
A. Tempat dan Waktu Penelitian	53

B. Alat dan Bahan	53
C. Metode Penelitian	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	62
A. Pembuatan Pati Batang Aren (PBA).....	64
B. Pembuatan <i>Edible film</i> Kombinasi <i>Plasticizer</i>	67
C. Karakteristik <i>Edible film</i>	71
D. Analisis Total Mikroba.....	90
E. Aplikasi <i>Edible film</i> pada Buah anggur	92
BAB V PENUTUP.....	101
A. Kesimpulan.....	102
B. Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN.....	125
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	168

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3. 1	Variasi Komposisi <i>Edible Film</i>	56
Tabel 3. 2	Lembar Uji Organoleptik	62
Tabel 4. 1	Hasil Uji FTIR PBA	72
Tabel 4. 2	Hasil Uji FTIR <i>Edible film</i>	74
Tabel 4. 3	Ketebalan <i>Edible film</i>	77
Tabel 4. 4	Daya Serap Air <i>Edible film</i>	80
Tabel 4. 5	WVTR <i>Edible film</i>	82
Tabel 4. 6	Kuat Tarik <i>Edible film</i>	84
Tabel 4. 7	Elongasi <i>Edible film</i>	87
Tabel 4. 8	Elastisitas <i>Edible film</i>	89
Tabel 4. 9	TPC <i>Edible film</i>	91
Tabel 4. 10	Susut Bobot	93
Tabel 4. 11	Organoleptik	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	Struktur Amilosa dan Amilopektin	18
Gambar 2. 2	Batang Aren	21
Gambar 2. 3	Struktur Gliserol	23
Gambar 2. 4	Struktur Sorbitol	24
Gambar 2. 5	Struktur Kitosan	27
Gambar 2. 6	Buah Anggur	31
Gambar 2. 7	Penampang Alat FTIR	34
Gambar 4. 1	Pati Batang Aren	66
Gambar 4. 2	Hasil Uji Amilum	66
Gambar 4. 3	Struktur Kompleks Biru Kehitaman	67
Gambar 4. 4	Usulan interaksi hidrogen antar molekul amilosa, amilopektin dan kitosan pada <i>edible film</i>	70
Gambar 4. 5	Usulan interaksi hidrogen antar molekul amilosa, amilopektin, kitosan, gliserol dan sorbitol	71
Gambar 4. 6	Spektrum FTIR PBA	72
Gambar 4. 7	Spektrum FTIR EF	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Skema Kerja	125
Lampiran 3	Uji Organoleptik	130
Lampiran 4	Dokumentasi Penelitian	154
Lampiran 5	Analisis Data	155

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Karakteristik Sifat Fisik dan Sifat Mekanik *Edible film* Berbahan Pati Batang Aren (*Arenga Pinnata*)-Kitosan Dengan Kombinasi *Plasticizer* Sebagai Pelapis Buah Anggur” dapat penulis selesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari zaman kebodohan ke zaman yang lebih cerdas dan yang selau dinantikan syafa’atnya di Yaumul Qiyamah kelak. Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan dalam menyelesaikan studi untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, fasilitas, kerjasama, arahan maupun doa yang dipanjatkan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. Nizar, M.Ag., selaku rektor UIN Walisongo Semarang.

2. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Dr. Mulyatun, M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan semangat serta dukungan.
4. Dr. Eng. Anissa Adiwena Putri, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan tenaga, waktu, pikiran serta dukungan untuk memberikan arahan maupun bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
5. Almarhumah Dyah Fitasari, M.Si., selaku dosen wali yang telah memberikan semangat, kata-kata motivasi maupun dukungannya dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu dosen dan staf yang berada di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama penulis menimba ilmu di UIN walisongo.
7. Almarhum Legiman Hanto Mulyono, selaku cinta pertama penulis yang telah membesarkan, merawat, mengasihi dan memotivasi penulis sehingga dapat mewujudkan mimpi satu persatu bagi penulis.
8. Sipon Hanto Mulyono, selaku pintu surga penulis yang dengan sepenuh hati membesarkan, merawat, mengasihi, mendoakan, memotivasi, serta memberikan dukungan material sehingga penulis dapat

menyelesaikan tahapan demi tahapan dalam menggapai cita-cita.

9. Soleh Arifin dan istrinya Isnı Evarianti, selaku kakak penulis yang telah memberikan dukungan secara material maupun moril sehingga penulis dapat berada pada posisi sekarang.
10. Handayani dan suaminya Muharrom, selaku kakak penulis yang telah memberikan semangat, dukungan, baik dari segi moril maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
11. Kinara Khayra Alfatunnisa, Khayla Humaira Azzahra dan Faqih Hanan Fahriza, selaku keponakan-keponakan tersayang yang telah memberikan kelucuan-kelucuan sehingga memicu semangat penulis untuk mengerjakan dan menyelesaikan skripsi.
12. Keluarga dari pihak bapak maupun ibu, serta sepupu-sepupu saya yang telah memberikan dukungan material maupun moril bagi penulis.
13. Teman seperjuangan Winda Sulistiyani, May Luthfiyah, Diah Febri, Nova Sabilatussalwa, Fina Maftuhatin, Hujjatul Khoiroh dan Nirah Fahira yang telah kebersamaan penulis selama menjadi mahasiswa dan telah membantu memberikan masukan, saran, motivasi

bahkan membantu maupun meluangkan waktu untuk menemani penulis dalam menyelesaikan skripsi.

14. Teman-teman mahasiswa Kimia angkatan 2021 khususnya kelas Kimia-B yang selalu kebersamai penulis, *see you on top*.
15. Semua pihak yang telah memberikan doa, semangat, dukungan dan motivasi kepada penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua jasa dan kebaikan dengan balasan yang tidak terduga. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan sehingga penulis berharap adanya masukan dan saran dari pembaca. Penulis juga berharap semoga skripsi yang dituliskan dapat bermanfaat untuk penulis maupun pembaca.

Semarang, 14 Juni 2025

Penulis

Yuni Safitri

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Anggur merupakan buah beri yang tumbuh berkelompok pada tanaman dari genus *Vitis*. Buah ini sudah dibudidayakan sejak lebih dari 6.000 tahun yang lalu. Jenis anggur yang paling banyak ditanam ialah *Vitis vinifera L.*, yang menyumbang lebih dari 90% anggur di pasaran. Buah anggur dapat tidak berbiji atau mengandung biji (Venkitasamy et al., 2019). Berdasarkan statistik, produksi anggur di Indonesia mengalami peningkatan maupun penurunan pada tahun 2021 produksi anggur sebesar 12.164 ton, pada tahun 2022 meningkat menjadi 13.516 ton dan pada tahun 2023 sedikit menurun menjadi 13.405 ton, namun penurunan produksi tersebut tidak terlalu signifikan (BPS, 2025).

Anggur merupakan buah yang kaya akan senyawa polifenol bernama resveratrol yang dikenal memiliki berbagai manfaat kesehatan. Resveratrol berperan penting dalam membantu mencegah penyakit serius seperti kanker usus besar, kanker prostat, penyakit jantung koroner serta gangguan saraf degeneratif. Selain itu, anggur juga mengandung senyawa antosianin yang bersifat antiinflamasi. Kandungan ini bermanfaat untuk

mengurangi peradangan dan mencegah reaksi alergi. Tak hanya itu, antosianin juga mampu menekan pertumbuhan sel kanker sehingga menjadikan anggur sebagai buah yang potensial untuk mendukung pencegahan penyakit kronis (Sudiro et al., 2022).

Anggur dianggap sebagai buah yang memiliki banyak manfaat, tetapi buah anggur termasuk buah yang sangat mudah rusak. Buah anggur mengandung air dalam jumlah yang sangat tinggi yaitu sekitar 94% dari total berat buah tersebut karena kadar air yang besar dapat menyebabkan cepatnya pembusukan pada buah tersebut (Pravitasari et al., 2022). Selain itu, terdapat juga kerusakan yang terjadi karena beberapa faktor fisik seperti benturan, faktor kimia seperti paparan bahan berbahaya, serta faktor mikrobiologi seperti serangan bakteri atau jamur. Risiko kerusakan tersebut akan semakin tinggi jika proses penanganan dan penyimpanannya tidak dilakukan secara tepat (Setyawan et al., 2025).

Selama ini metode pengawetan anggur yang beredar di pasar ialah dengan sulfur dioksida (SO_2) yang dikombinasikan dengan proses pendinginan cepat. Sulfur dioksida (SO_2) sering digunakan sebagai bahan pengawet dalam berbagai makanan olahan termasuk buah-buahan

seperti anggur. Zat ini efektif dalam mencegah pertumbuhan mikroorganisme dan mencegah oksidasi. Namun, pada sebagian orang yang sensitif sulfur dioksida (SO_2) dapat menimbulkan efek samping seperti ruam kulit, gatal-gatal, tekanan darah rendah, gangguan pencernaan seperti diare, serta reaksi alergi seperti serangan asma dan sakit kepala. *Edible film* dipilih sebagai metode pengawetan anggur karena lebih ramah lingkungan dibandingkan sulfur dioksida (SO_2). *Film* ini melindungi anggur dari oksidasi dan pertumbuhan bakteri tanpa efek samping yang membahayakan. Selain itu, *edible film* bisa diperkaya dengan zat antibakteri untuk menjaga kualitas anggur lebih lama, menjadikannya sebagai alternatif praktis untuk distribusi atau penyimpanan jangka pendek (Lasaiba & Kotala, 2015).

Al-Qur'an surah Al-Baqarah ayat 11 menjelaskan mengenai kerusakan lingkungan, yang berbunyi:

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ﴿١١﴾

Artinya: Apabila dikatakan kepada mereka, “Janganlah berbuat kerusakan di bumi,” mereka menjawab, “Sesungguhnya kami hanyalah orang-orang yang melakukan perbaikan”. Kerusakan lingkungan sering kali terjadi akibat pola hidup dan kebiasaan masyarakat yang kurang peduli terhadap kelestarian alam. Oleh karena itu,

upaya pelestarian lingkungan perlu dilakukan melalui pengawasan yang ketat guna melindungi lingkungan dari tekanan perubahan serta dampak negatif yang dapat menimbulkan kerugian. Salah satu bentuk nyata pelestarian tersebut adalah dengan mengembangkan inovasi ramah lingkungan, seperti penggunaan *edible film* sebagai alternatif kemasan. *Edible film* yang terbuat dari bahan alami dapat menggantikan kemasan plastik sintetis sehingga mampu memberikan kontribusi positif terhadap pengurangan polusi lingkungan (Muhammad, 2023).

Edible film merupakan lapisan tipis yang bersifat *biodegradable* dan dapat digunakan sebagai pelapis makanan serta bahan pengemas untuk memperpanjang umur simpan. Lapisan ini berfungsi meningkatkan kualitas makanan dengan melindungi dari kerusakan fisikokimia dan biologis (Lee et al., 2020). Selain itu, *edible film* bertindak sebagai penghalang untuk mencegah kehilangan kelembaban pada produk makanan. Lapisan ini juga memiliki sifat permeabel terhadap gas tertentu dan mampu mengontrol perpindahan zat yang larut dalam air. Hal tersebut dapat mencegah perubahan pigmen serta komposisi nutrisi pada produk sehingga mengurangi risiko kebusukan (Ismaya et al., 2021).

Pembuatan *edible film* salah satu sumber utamanya ialah bahan yang mengandung polisakarida sehingga pada penelitian ini akan digunakan pati sebagai bahan utama. Pati merupakan polisakarida yang paling menjanjikan untuk pembuatan *edible film* karena merupakan biopolimer komersial yang berlimpah, berkelanjutan dan terjangkau. *Film biodegradable* berbahan dasar pati memiliki beberapa aspek positif seperti sifat tidak berbau, tidak berasa dan tidak berwarna (Tafa et al., 2023). Namun, *edible film* berbahan dasar pati murni cenderung rapuh dan memiliki daya tahan rendah terhadap uap air karena sifatnya yang sangat hidrofilik sehingga dalam penggunaannya perlu dikombinasikan dengan bahan tambahan seperti *plasticizer* atau *filler* untuk meningkatkan sifat mekanik dan ketahanannya terhadap kelembaban (Dewi et al., 2021).

Pati dapat diperoleh dari berbagai sumber, termasuk ubi jalar, singkong, serta gandum dan pati batang aren menjadi salah satu yang memiliki manfaat signifikan (R. Syafiq et al., 2021). Pati batang aren mudah terdegradasi dan kaya akan amilosa yang mencapai 29,07%, lebih tinggi dibandingkan amilosa pada pati tapioka (17%) dan sagu (27%) (Coniwanti et al., 2014). Kandungan pati batang aren berkisar antara 58,85-

85,25%, lebih tinggi dibandingkan gadung (38,80%), ubi kayu (43,21%) dan sagu (50-65%) (Santoso, 2020). Keunggulan ini menjadikan pati batang aren sebagai bahan yang baik untuk *edible film*. Namun, kekuatan mekanik dan kepadatannya rendah sehingga memerlukan *filler* seperti kitosan untuk memperbaiki sifatnya (Permata, 2020)

Kitosan adalah kopolimer yang diperoleh dari hidrolisis basa (deasetilasi) kitin, yang secara alami ditemukan di beberapa dinding sel jamur. Kitosan memiliki gugus fungsi seperti amina dan hidroksil yang mendukung penggunaannya sebagai bahan pelapis makanan (Negm et al., 2020). Polimer ini unggul karena sifat pembentuk *film*nya yang baik, fleksibilitas, daya tahan dan kemampuan mengurangi kehilangan kelembaban serta sifat antibakterinya (Mustapa et al., 2017). Kitosan dengan sifat antibakteri alaminya menjadi alternatif menarik untuk menggantikan pengawet kimia dalam kemasan makanan. Penggunaan kitosan memberikan perlindungan terhadap pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan tanpa memerlukan bahan kimia tambahan. Hal ini menawarkan solusi aman dan alami untuk memperpanjang masa simpan produk sekaligus mengurangi dampak lingkungan (Yurnalis et al.,

2022). Selain itu, kitosan telah berhasil digunakan untuk melapisi berbagai buah dan sayuran segar. Secara tradisional, kitosan diproduksi secara industri dari limbah eksoskeleton krustasea yang diolah untuk konsumsi manusia (Tafi et al., 2023).

Hamdany et al (2024) telah melakukan penelitian *edible film* yang dibuat dari pati ubi jalar dan kitosan. Hasilnya yaitu memiliki ketebalan 0,15 mm dan daya serap air sebesar 12%. *Film* ini menunjukkan potensi sebagai bahan kemasan makanan yang aman dan ramah lingkungan dengan sifat yang dapat meningkatkan umur simpan produk. Penggunaan kitosan dalam pembuatan *edible film* terbukti mampu meningkatkan ketahanan terhadap air sehingga *film* ini dapat menjadi alternatif kemasan yang biodegradable dan berkelanjutan.

Widodo (2019) telah melakukan penelitian mengenai pembuatan *edible film* dengan menggunakan kitosan. menunjukkan bahwa komposisi terbaik menghasilkan kekuatan tarik sebesar 4,1176 MPa, elongasi 36,5714%, dan kelarutan 79,92%. Penambahan kitosan terbukti dapat meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan terhadap air, sedangkan penambahan gliserol berperan dalam meningkatkan elastisitas dan kelarutan *film*. *Edible film* berbahan dasar labu kuning dan kitosan

memiliki potensi sebagai bahan pengemas yang ramah lingkungan dan mendekati nilai sesuai standar.

Edible film yang dibuat dapat menghasilkan kualitas lebih baik dengan penambahan *plasticizer*. Fungsi *plasticizer* tersebut adalah untuk meningkatkan fleksibilitas *film* dengan melemahkan kekakuan polimer sehingga mencegah terjadinya kerapuhan pada *film* tersebut. Dengan demikian, kehadiran *plasticizer* penting untuk menghasilkan *edible film* dengan karakter yang optimal (Andiati et al., 2022). Pada dasarnya kebanyakan orang membuat *edible film* dengan satu *plasticizer* saja sehingga terkadang tidak mengetahui bahwa sebenarnya ada yang lebih baik dari pada itu, yaitu dengan menggabungkan antara dua *plasticizer*, seperti pencampuran antara *plasticizer* sorbitol dan gliserol. *Plasticizer* seperti sorbitol dan gliserol berfungsi untuk membentuk ikatan hidrogen pada gugus -OH. Ikatan ini menggantikan interaksi yang kuat antar rantai polimer sehingga struktur *film* menjadi lebih fleksibel. Sorbitol ($C_6H_{14}O_6$) dengan enam gugus -OH memberikan ketahanan terhadap kelembapan, sedangkan gliserol ($C_3H_8O_3$) yang lebih kecil ukuran molekulnya berperan dalam elastisitas karena kemampuannya melonggarkan struktur polimer. Kombinasi keduanya menciptakan

keseimbangan optimal antara hidrofilisitas dan sifat mekanik, seperti mengurangi kerapuhan (*brittleness*). Strategi pencampuran *plasticizer* meningkatkan kinerja *edible film* melalui prinsip sinergis dalam sistem polimer-*plasticizer* (Girgin & Tugrul, 2023).

Sanyang et al (2015) melakukan penelitian tentang pembuatan *edible film* berbasis pati aren dengan menggunakan *plasticizer* gliserol dan sorbitol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *plasticizer* sorbitol meningkatkan nilai elongasi seiring dengan bertambahnya konsentrasi. Sebaliknya, penggunaan gliserol pada konsentrasi 45% menurunkan nilai elongasi dari 61,63% menjadi 28,39%. Kombinasi *plasticizer* gliserol-sorbitol pada konsentrasi 45% juga menunjukkan penurunan nilai elongasi, yaitu dari 46% menjadi 34,27%. Meskipun sorbitol meningkatkan elongasi, *edible film* terbaik dihasilkan dengan gliserol pada konsentrasi 30%, yang memberikan nilai elongasi tertinggi sebesar 61,63%.

Unsa & Paramastri (2018) telah melakukan penelitian mengenai pembuatan *edible film* dengan menggunakan pati dari bonggol pisang, sorbitol dan gliserol. Penambahan gliserol dan sorbitol berperan sebagai *plasticizer* yang mempengaruhi sifat mekanik dan fisik *film* yang dihasilkan. Gliserol memberikan kelarutan

yang lebih tinggi, tetapi dapat menurunkan kekuatan tarik *film*, sedangkan sorbitol meningkatkan nilai kuat tarik dan elongasi *film*, meskipun dapat mengurangi fleksibilitasnya. Penggunaan campuran sorbitol dan gliserol dalam proporsi tertentu dapat menghasilkan *film* dengan sifat elastisitas, permeabilitas uap air dan mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan penggunaan salah satu *plasticizer* saja. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa campuran *plasticizer* dapat memberikan stabilitas yang lebih besar pada *edible film* yang dihasilkan.

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, peneliti akan melakukan penelitian mengenai pembuatan *edible film* dengan pati batang aren-kitosan. Pada penelitian ini akan digunakan *plasticizer* gliserol, *plasticizer* sorbitol maupun kombinasi antara keduanya untuk mengetahui karakteristik sifat fisik dan sifat mekanik serta mengetahui hasil uji coba *edible film* yang diaplikasikan pada buah anggur. Dengan demikian, diharapkan *edible film* yang dihasilkan dapat mempertahankan masa simpan buah anggur.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik pati batang aren serta sifat fisik dan mekanik *edible film* berbahan dasar pati batang aren-kitosan dengan *plasticizer* sorbitol, gliserol dan kombinasi antara keduanya?
2. Bagaimana hasil uji coba *edible film* yang ditambahkan *plasticizer* sorbitol, gliserol, dan kombinasi keduanya sebagai pelapis pada buah?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan penelitian pada penelitian ini antara lain adalah:

1. Untuk mengetahui karakteristik pati batang aren serta sifat fisik dan mekanik *edible film* berbahan dasar pati batang aren-kitosan dengan *plasticizer* sorbitol, gliserol dan kombinasi antara keduanya.
2. Untuk mengetahui hasil uji coba *edible film* yang ditambahkan *plasticizer* sorbitol, gliserol, dan kombinasi keduanya sebagai pelapis pada buah?

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat memberikan pengembangan dalam bidang penelitian terkait dengan *edible film*.

2. Sebagai sebuah metode alternatif dalam pengemasan makanan yang mengandung bahan antibakteri serta bersifat aman dan ramah lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. *Edible film*

Edible film didefinisikan sebagai lapisan tipis yang digunakan untuk melindungi atau meningkatkan kualitas suatu produk pangan. *Edible film* terbuat dari polimer atau bahan alami yang dapat terbiodegradasi, *film* ini dapat berkontribusi pada pengurangan penggunaan plastik konvensional yang tidak dapat terbiodegradasi dalam kemasan makanan. Dengan menambahkan komponen aktif seperti antibakteri maupun antioksidan, *edible film* dapat secara signifikan meningkatkan umur simpan banyak makanan, seperti buah-buahan dan sayuran, produk susu, serta daging dan ikan segar, sehingga berkontribusi untuk meminimalkan residu agroindustri. Selain itu, banyak produk sampingan dari industri agro-industri dan pengolahan makanan dapat digunakan sebagai bahan mentah untuk memproduksi *edible film* atau sebagai substrat untuk ekstraksi biopolimer dan komponen bioaktif yang setelah diisolasi digunakan dalam produksi *edible film* (Coimbra et al., 2023).

Edible film disusun dari tiga jenis bahan utama, yaitu hidrokoloid, lipid dan campuran (komposit) keduanya. Jenis polimer ketiga ini bersifat termoplastik, sehingga memungkinkan untuk dibentuk atau dicetak menjadi lembaran *edible film*. Keunggulan dari polimer ini ialah bahannya yang berasal dari sumber daya terbarukan dan mudah terurai secara alami (Yumelisa, 2020).

Edible film ialah lapisan tipis penutup bahan pangan yang terbuat dari bahan pangan layak konsumsi. *Edible film* berfungsi sebagai kemasan, pelapis makanan atau diletakkan di antara komponen makanan untuk bertindak sebagai penghalang terhadap berbagai faktor seperti kelembapan, oksigen, cahaya, lipid, zat terlarut dan dapat meningkatkan efisiensi proses pengolahan pangan. Polimer alami menjadi sumber alternatif dalam pengembangan *film* karena sifatnya *palatable* dan dapat terurai secara hayati (*biodegradable*). *Edible film* kini telah berkembang sebagai solusi pengganti plastik sintetis dalam aplikasi pangan dan mulai banyak diterima dalam beberapa tahun terakhir karena kemudahan penggunaannya (Masthura, 2019).

Edible film mampu mengontrol perpindahan kelembaban, oksigen, karbon dioksida, rasa dan aroma antar bahan makanan atau udara di sekitar makanan. *Edible film* dapat digunakan sebagai kemasan makanan. *Edible film* ini bertindak sebagai sistem pengemasan baru dan mengontrol pelepasan senyawa yang bertindak sebagai antioksidan, pewangi, dan agen antibakteri (Herawan, 2015). Pembuatan kemasan yang dikenal dengan *edible film* dari pati sudah banyak digunakan. Bahan baku ini tidak hanya ramah lingkungan karena bisa dimakan dan mudah diserap tubuh, tapi juga efektif melindungi produk. *Edible film* diketahui berasal dari hidrokoloid pati yang memiliki karakteristik mekanik yang cukup baik. *Film* ini berfungsi melindungi produk dari paparan oksigen dan karbon dioksida, serta memiliki struktur yang rapat dengan tingkat kelarutan yang rendah. Pemilihan pati sebagai bahan didasarkan pada harganya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan bahan lain seperti protein atau lipid. Kelebihannya juga termasuk kelimpahan bahan, sifat termoplastik, dan kemampuan pati sebagai bahan yang dapat dimakan. Pati yang ideal untuk *edible film* harus mengandung amilosa sekitar 30%. Jadi, selain ekonomis dan ramah lingkungan,

kemasan ini memberikan struktur yang baik dan kelarutan optimal (Syahputra et al., 2022).

a. Komponen *Edible film*

1) Pati

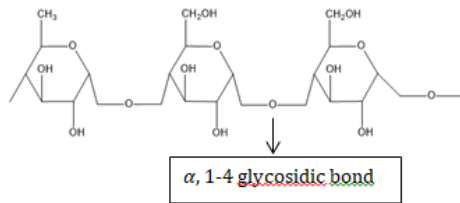
Pati atau amilum ($C_6H_{12}O_5$)_n merupakan karbohidrat utama, terdiri dari dua komponen yang disebut amilopektin dan amilosa. Biopolimer yang dapat terbiodegradasi dan tidak beracun ini berlimpah di alam dan menghasilkan pasta dan gel yang konsisten bila dipanaskan dengan air yang cukup. Akibatnya, pati secara luas dianggap sebagai bahan industri dalam jumlah besar di berbagai industri. Pati umumnya diekstrak dari tanaman pertanian seperti jagung, gandum, beras, kentang, akar tanaman dan lainnya. Pati dari sumber yang berbeda secara kimiawi serupa tetapi butiran yang diperoleh dari pati tersebut berbeda dalam hal bentuk, ukuran, dan kandungan molekul. Perbedaannya terletak pada amilosa dan amilopektin (Bhatt et al., 2022).

Pati terdiri atas dua komponen utama yang membentuk strukturnya, yaitu amilosa dan amilopektin. Kedua komponen ini sangat

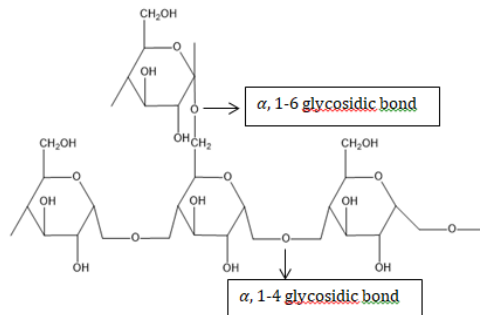
mempengaruhi sifat dan karakteristik pati. Keduanya tersusun dari beberapa unit glukosa yang terhubung satu sama lain. Amilosa merupakan polisakarida linier yang tersusun atas ikatan α -1,4 dan memiliki derajat polimerisasi yang mencakup ratusan unit glukosa. Sementara itu, amilopektin memiliki struktur linier seperti amilosa pada bagian rantai lurus, namun juga memiliki cabang dengan konfigurasi yang muncul setiap 20-25 residu glukosa melalui ikatan α -1,6 (Rosida, 2021). Pati banyak digunakan karena sifat *filmogeniknya*, sifat organoleptik netral, biaya relatif rendah dan berlimpah. Sebagian besar biopolimer, termasuk pati, dapat digunakan untuk pengembangan bahan kemasan baru, seperti *edible film* (Kupervaser et al., 2023).

Kadar amilopektin akan memengaruhi kestabilan suatu *edible film* yang berbahan pati, sedangkan pada kadar amilosa akan mempengaruhi kekompakan suatu *edible film*. Pati dengan kadar amilosa yang tinggi akan membentuk *edible film* lebih kuat, hal tersebut dikarenakan terjadinya pembentukan suatu

ikatan hidrogen antarmolekul penyusunnya. Pati dengan kandungan amilopektin yang tinggi cenderung menghasilkan *film* yang transparan dan bersifat elastis. (Putri et al., 2023). Struktur amilosa dan amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Amilosa



Amilopektin

Gambar 2. 1 Struktur Amilosa dan Amilopektin

Pati alami umumnya mengandung amilopektin dalam jumlah yang lebih tinggi daripada amilosa. Rasio antara amilosa dan

amilopektin ini dapat memengaruhi karakteristik pati, seperti tingkat kelarutan dan derajat gelatinisasinya. Semakin rendah kandungan amilosa dalam pati, semakin kental pati tersebut, dan sebaliknya. Kandungan amilopektin yang tinggi membuat tekstur sumber pati menjadi lebih lunak dan memberikan rasa yang lebih enak (Rosida, 2021).

2) Pati Batang Aren

Secara tradisional, pohon aren populer karena fungsinya yang serbaguna sebagai sumber bahan baku beberapa produk lokal seperti gula balok tradisional, gula merah, nira segar, cuka, bioetanol, sapu, keset, tali tahan air dan lainnya. Oleh karena itu, aren ini dianggap sebagai salah satu spesies palma yang paling serbaguna. Seperti halnya sagu komersial, pati tepung aren juga terakumulasi di bagian inti batang pohon aren. Pohon aren yang tidak produktif terkadang dapat mencapai setengah jumlah pohon dalam satu perkebunan. Oleh karena itu, pati dapat dipanen dari pohon-pohon yang tidak produktif tersebut agar tidak mengganggu pasokan rantai makanan. Satu

pohon aren dapat menghasilkan sekitar 50 – 100 kg pati dan kandungan amilosa sekitar 37,0% (b/b). Hal ini menunjukkan bahwa pati batang aren mengandung amilosa dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan sebagian besar pati komersial pembentuk *film* seperti tapioka (17%), kentang (20 – 25 %), gandum (26 -27%), jagung (26 – 28%) dan ubi (30%). Namun, pati aren belum banyak mendapat perhatian untuk dikembangkan potensinya sebagai biopolimer pati industri (Sanyang et al., 2015).

Batang aren dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan tepung, sementara limbah padatnya berupa ampas aren mengandung serat kasar sebesar 32,68%, lemak kasar 0,56%; abu 7,57%; protein kasar 1,56%; bahan kering 85,06% dan bahan ekstrak tanpa nitrogen sebesar 57,63%. Limbah ampas aren mempunyai kandungan selulosa (72,78%), hemiselulosa (9,25%), lignin (12,30%), gula pereduksi (0,4123%), air (4,42%), dan lain-lain (0,8286%) (Ismawati, 2022). Batang aren dapat dilihat pada Gambar 2.2.



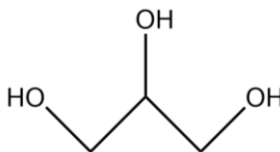
Gambar 2. 2 Batang Aren

3) *Plasticizer*

Plasticizer adalah komponen utama dalam pembuatan *edible film*. Sebagai zat non-volatil *plasticizer* adalah bahan organik dengan berat molekul rendah dan titik didih tinggi. Ketika *plasticizer* ditambahkan ke dalam material lain, sifat fisik material tersebut dapat berubah. *Plasticizer* membantu mengurangi kekakuan polimer yang ada dalam *edible film*. Selain itu, penambahan *plasticizer* juga meningkatkan fleksibilitas material. Dengan begitu, *edible film* menjadi lebih mudah digunakan dan tahan lama (Ida et al., 2024).

Gliserol adalah sejenis alkohol yang memiliki tiga gugus hidroksil (OH), sehingga juga disebut gliserin atau 1,2,3-propanetriol ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$). Zat ini memiliki bentuk cairan kental menyerupai sirup, berwarna bening, dan

tidak memiliki aroma. Gliserol memiliki titik leleh 17,8°C dan titik didih 290°C. Selain itu, gliserol mudah larut dalam air dan etanol. Sifatnya yang higroskopis membuatnya dapat menyerap kelembapan dari udara (Apriliani et al., 2019). Gliserol merupakan *plasticizer* yang sesuai untuk bahan bersifat hidrofilik. Sebagai *plasticizer*, gliserol berperan dalam meningkatkan fleksibilitas *film*, membuat permukaan *film* lebih halus, serta mengurangi laju transmisi uap air pada *edible film*. Penambahan gliserol memberikan dampak yang berarti terhadap bahan baku seperti pati dalam proses pembentukan *edible film*. Kelebihan penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* adalah kemampuannya yang mudah larut dalam udara dan mudah tercampur dalam larutan pembentuk *film*. Selain itu, gliserol memiliki berat molekul rendah sehingga mampu mengurangi kekakuan polimer dan meningkatkan ketahanan pada *film*. (Fatnasari et al., 2018). Struktur kimia gliserol dapat dilihat pada Gambar 2.3.

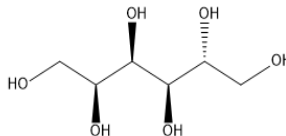


Gambar 2. 3 Struktur Gliserol

Sorbitol atau dapat dikenal sebagai D-glucitol adalah sejenis senyawa organik dengan gugus heksitol. Senyawa ini termasuk dalam kelompok polyol atau senyawa alkohol, memiliki rumus molekul $C_6H_{14}O_6$ atau $C_6H_8(OH)_6$. Sorbitol dapat larut dalam air, gliserol, dan propilena glikol, serta memiliki kelarutan terbatas dalam metanol, etanol, asam asetat, fenol, dan asetamida. Meskipun kelarutannya rendah dalam pelarut organik, sorbitol sering digunakan sebagai pemanis dalam berbagai produk makanan (Nuramalia, 2019).

Sorbitol dipilih sebagai *plasticizer* dalam pembuatan *edible film* karena memiliki kemampuan unggul dalam mengurangi ikatan hidrogen internal antar molekul, sehingga efektif menghambat penguapan udara dari produk. Selain itu, sorbitol mempermudah pergerakan rantai polimer, memiliki permeabilitas yang lebih

rendah dibandingkan oksigen (O_2), tersedia secara melimpah, berbiaya rendah, dan bersifat tidak beracun (Ramdhani et al., 2022). Struktur kimia sorbitol dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Struktur Sorbitol

Kombinasi sorbitol dan gliserol sebagai *plasticizer* dalam pembuatan *edible film* berpotensi menciptakan *film* yang lebih elastis, lentur, dan tahan terhadap kerapuhan (Afifah et al., 2018). Salah satu penelitian membuktikan bahwa gabungan kedua bahan ini dapat melemahkan ikatan hidrogen dalam matriks polimer, memperlebar jarak antarmolekul, sehingga menghasilkan *film* dengan sifat mekanik baik seperti kekuatan tarik dan elongasi yang sesuai standar. Contohnya, pada *edible film* dari pati bonggol pisang dan karagenan, campuran gliserol-sorbitol meningkatkan kekuatan tarik, elongasi, serta stabilitas termal dibandingkan *plasticizer* tunggal. Kemasan ini sangat cocok

untuk industri makanan karena ramah lingkungan, bisa dimakan, sekaligus mampu melindungi produk dan memperpanjang umur simpannya. Keunggulan lainnya, perbandingan sorbitol dan gliserol bisa diatur sesuai kebutuhan, sehingga memungkinkan pembuatan kemasan dengan sifat yang berbeda-beda untuk berbagai jenis makanan (Unsa & Paramastri, 2018).

4) Bahan Tambahan dalam *Edible film*

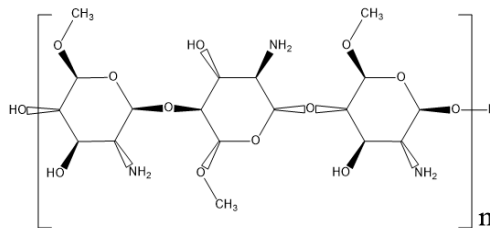
Edible film digunakan sebagai lapisan tipis yang aman untuk dikonsumsi dan ramah lingkungan. Namun, karena bersifat hidrofilik, bahan dasar seperti pati sering menghasilkan *film* yang mudah menyerap air dan kurang tahan terhadap keretakan. Oleh karena itu, penambahan bahan tambahan sangat diperlukan untuk memperbaiki sifat fisik dan fungsional *edible film*, seperti meningkatkan fleksibilitas, kekuatan mekanik, serta memberikan sifat penghambat uap air dan pembawa zat aktif seperti antibakteri. Bahan tambahan ini meliputi *plasticizer* dan bahan aktif fungsional yang dapat meningkatkan kualitas, stabilitas, dan keamanan

edible film. Selain *plasticizer* yang ditambahkan pada pembuatan *edible film*, terdapat juga kitosan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas *edible film* (Nairfana & Ramdhani, 2021).

Kitosan dengan rumus kimia $(C_6H_{11}O_4N)_n$ merupakan turunan kitin deasetilasi. Gugus amino bebas kitosan memungkinkannya berikatan secara kimia dengan DNA, RNA, kolesterol, lemak, protein, dan ion logam. Kitosan juga menunjukkan ketidaklarutan dalam sebagian besar pelarut tetapi larut dalam asam klorida 1% dan asam nitrat encer. Parameter utama yang mempengaruhi sifat-sifatnya secara langsung adalah derajat deasetilasi (DD), berat molekul (Mw), dan kelembaban (Sharifianjazi et al., 2022).

Kitosan adalah biopolimer multifungsi yang dapat terdegradasi yang diperoleh melalui deasetilasi kimia atau enzimatis dari eksoskeleton krustasea, kutikula serangga, dan miselium jamur, yang merupakan D-glukosamin yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik β -1,4. Dengan memodifikasi kitosan, dihasilkan turunan kitosan dengan sifat berbeda, yang banyak

digunakan di berbagai bidang seperti biomedis, pertanian, pengolahan air limbah, dan pengawetan makanan (Zhang et al., 2022), struktur kitosan terdapat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Struktur Kitosan

Kitosan mempunyai sifat membentuk *film*. *Edible film* yang dihasilkan dari kitosan memiliki ciri-ciri transparan atau berwarna kekuningan, dengan permukaan yang halus, fleksibel, dan kohesif. *Film* ini memiliki ketahanan mekanis yang tinggi dibandingkan dengan banyak polimer komersial lainnya, serta bersifat hidrofilik, tidak berbahaya, biokompatibel, dan dapat terurai secara hayati. Selain itu, *edible film* ini juga cocok untuk digunakan pada berbagai jenis makanan. Sifat lain yang sangat penting dari kitosan adalah aktivitas antibakteri yang kuat terhadap bakteri gram positif dan gram negatif selain jamur. Sifat-

sifat dari *film* berbahan kitosan ini dapat bervariasi tergantung pada derajat deasetilasi dan berat molekul kitosan yang digunakan dalam formulasinya, bahan pemlastis (*plasticizer*), dan viskositasnya (Muñoz-Tebar et al., 2023).

Kitosan pada *edible film* dapat memengaruhi ketebalan *film*, yang bergantung pada konsentrasi kitosan yang ditambahkan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa peningkatan konsentrasi kitosan akan menyebabkan bertambahnya ketebalan *film*. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan, maka total padatan dalam larutan ikut meningkat sehingga semakin banyak padatan yang mengendap sebagai bahan untuk membentuk suatu *film* dan dengan adanya penguapan maka *film* yang diperoleh akan bervariasi dan bertambah (Afiah, 2021).

Kadar air pada *edible film* mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi kitosan yang digunakan. Faktanya, kitosan memiliki sifat hidrofobik, sehingga

semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka kadar airnya akan semakin berkurang. Berkurangnya kadar air pada *edible film* disebabkan oleh sifat hidrofobik atau *water averse* dari kitosan. Hidrofobisitas merupakan kemampuan suatu senyawa untuk tidak berikatan dengan air, oleh karena itu *edible film* dengan penambahan kandungan kitosan yang lebih tinggi akan menyebabkan penurunan kadar air bahan dan kadar air yang dihasilkan oleh *edible film* rendah (Mustapa et al., 2017).

2. Pengaruh Penggunaan *Edible film* dalam Masa Simpan Buah

Penggunaan *edible film* pada buah telah terbukti memberikan pengaruh yang signifikan dalam memperpanjang masa simpan. *Edible film* berfungsi sebagai lapisan pelindung yang dapat menghambat proses respirasi dan mengurangi kehilangan air dari permukaan buah. Dengan membatasi pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida, *edible film* memperlambat laju oksidasi dan pembusukan buah. Selain itu, lapisan ini juga membantu menjaga kelembaban internal buah sehingga tekstur dan kesegarannya tetap terjaga lebih lama. Berbagai

penelitian menunjukkan bahwa buah yang diberi lapisan *edible film* cenderung memiliki masa simpan yang lebih panjang dibandingkan dengan buah tanpa pelapisan. Oleh karena itu, *edible film* menjadi solusi efektif untuk meningkatkan daya tahan buah selama penyimpanan dan distribusi (Haryani et al., 2022).

Edible film memiliki peran penting dalam mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme pada permukaan buah. Selain dapat diperkaya dengan bahan aktif antibakteri untuk menekan perkembangan bakteri penyebab pembusukan, *edible film* juga harus memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang baik guna memastikan perlindungan optimal serta mempertahankan kualitas buah selama penyimpanan. Dengan demikian, kualitas buah tidak hanya terjaga dari segi keamanan mikrobiologis, tetapi juga segi fisik maupun mekanik. Penggunaan *edible film* pada buah seperti tomat, anggur, dan nanas telah menunjukkan penurunan signifikan dalam kerusakan selama penyimpanan. Hal ini memperpanjang umur simpan buah dan menjaga nilai gizi serta cita rasanya (Sulistyowati et al., 2019).

Anggur Jupiter digunakan dalam penelitian ini untuk diaplikasikan dalam *edible film*. Anggur Jupiter

merupakan salah satu jenis anggur unggul yang cukup mudah ditanam dan dirawat di Indonesia. Buah ini termasuk kategori anggur tanpa biji (*seedless*) dengan ukuran kecil dan rasa yang manis serta memiliki cita rasa khas. Selain itu, anggur Jupiter dikenal memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap berbagai suhu dan kondisi daerah, sehingga cocok untuk banyak wilayah. Tanaman ini juga cepat berbuah, dengan tingkat produktivitas yang tinggi, bahkan hasil panennya sudah bisa dinikmati dalam waktu sekitar satu tahun setelah ditanam. Dengan berbagai keunggulan tersebut, anggur Jupiter menjadi salah satu pilihan populer untuk budidaya skala besar (Refnizuida et al., 2023). Buah anggur dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Buah Anggur

Anggur Jupiter sangat cocok untuk aplikasi *edible film* karena buah anggur termasuk jenis buah yang mudah rusak dan tidak tahan lama jika disimpan dalam

kondisi segar. Teksturnya yang renyah dan kulitnya yang relatif tipis memungkinkan lapisan *film* melekat dengan baik dan membentuk penghalang efektif terhadap kehilangan air dan oksigen pada buah anggur. Agar produk tidak cepat rusak dan bisa tahan lebih lama, perlu dilakukan penanganan pasca panen dengan benar. Beberapa cara yang biasa digunakan adalah modifikasi atmosfer penyimpanan atau menyimpannya di ruang dingin. Namun, kedua metode ini tergolong mahal. Salah satu solusi yang lebih terjangkau adalah dengan menggunakan *edible film* (Hawa et al., 2020).

3. Karakterisasi *Edible film*

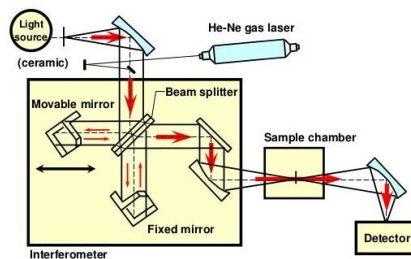
a. Gugus Fungsi Menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) adalah teknik analisis yang efektif untuk mendapatkan spektrum inframerah dari padatan, cairan, atau gas. Teknik ini bekerja dengan mengukur panjang gelombang di mana sampel menyerap radiasi inframerah, sehingga memberikan informasi tentang komposisi dan struktur molekulnya (Kunanta et al., 2023). *Spektroskopi Fourier Transform Infrared* mempelajari interaksi antara materi dan radiasi elektromagnetik yang

muncul dalam bentuk spektrum. Setiap molekul mempunyai sidik jari spektrum yang membuatnya unik dan memungkinkan untuk dibedakan dari molekul lain. *Spektroskopi Fourier Transform Infrared* berfokus pada diferensiasi dan karakterisasi sel dan jaringan dengan melihat pita atau kelompok individu untuk mengidentifikasi secara tepat konformasi molekul, jenis ikatan, gugus fungsi, dan interaksi antarmolekul yang menyusun spesimen (Fadlelmoula et al., 2022).

Karakterisasi *Spektroskopi Fourier Transform Infrared* pada *edible film* memiliki peran penting dalam mengidentifikasi struktur molekul serta interaksi antara berbagai komponen di dalamnya. Misalnya, pada *film* yang mengandung lendir dari *Dioscorea opposita Thunb* dan pati, *Spektroskopi Fourier Transform Infrared* dapat mengungkap bagaimana kedua bahan tersebut berinteraksi pada tingkat molekuler. Informasi ini sangat penting untuk memahami bagaimana komponen-komponen tersebut memengaruhi sifat fisik dan kimia dari *film* yang dihasilkan. Selain itu, *Spektroskopi Fourier Transform Infrared* (FTIR) bekerja dengan memancarkan sinar infra merah ke bahan dan

menganalisis pola pantulan atau serapannya. Setiap bahan memiliki pola khas yang menunjukkan jenis ikatan kimianya. Jika ada perubahan dalam pola ini, itu bisa menunjukkan adanya reaksi atau ketidakcocokan antar bahan. Dengan demikian, FTIR membantu mengevaluasi kestabilan dan kompatibilitas bahan. Penampang alat FTIR dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Penampang Alat FTIR
Sumber: (Aiswarya, 2015)

Sinar infra merah dipancarkan dari sumbernya, melewati *beam splitter* yang memisahkan sinar, dan diarahkan ke sampel. Setelah berinteraksi dengan bahan, sinar pantulan kembali ke detektor untuk dianalisis dan ditampilkan sebagai spektrum yang menunjukkan komposisi ikatan kimia dalam bahan tersebut. Oleh karena itu, FTIR bisa menunjukkan apakah bahan-bahan tersebut stabil dan cocok digunakan bersama

tanpa mengalami kerusakan atau perubahan yang tidak diinginkan. Dengan demikian, bahan tersebut dapat berkontribusi pada peningkatan kualitas dan potensi aplikasi *film* (Wang et al., 2020).

b. Sifat Mekanik *Edible film*

1) Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Kuat tarik adalah suatu karakteristik mekanika material yang mencerminkan kemampuan bahan untuk menahan gaya tarik maksimum sebelum mengalami kegagalan atau ruptur. Gaya tarik ini diukur melalui penggunaan alat khusus yang dikenal sebagai mesin uji tarik. Mesin tersebut memberikan beban terukur pada sampel bahan, dan ketika sampel tersebut mengalami deformasi atau putus, kuat tarik dapat diidentifikasi. Dengan kata lain, kuat tarik memberikan gambaran tentang sejauh mana bahan tersebut dapat menahan tegangan tarik sebelum mencapai titik kegagalan strukturnya (Rusli et al., 2017). *Edible film* yang baik ialah memiliki nilai kuat tarik yang sesuai dengan *Japanese Industrial Standard* yakni minimal 0,392 MPa (Arisyida et al., 2024). Kuat tarik dihitung dengan Persamaan 2.1.

$$\text{Kuat tarik (MPa)} = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan:

F=Gaya maksimum untuk merobek *film* (N)

A= Luas Penampang *film* (mm²)

2) Persen Pemanjangan (*Elongation*)

Elongasi adalah istilah yang mengacu pada perubahan panjang maksimum suatu bahan saat mengalami peregangan hingga mencapai titik putus atau ruptur. Dalam konteks *film* plastik, elongasi mencerminkan sejauh mana bahan tersebut dapat meregang sebelum mengalami kegagalan (Rusli et al., 2017). *Edible film* yang baik ialah memiliki nilai persen pemanjangan yang sesuai dengan *Japanese Industrial Standard* yakni kurang dari 10% buruk atau lebih dari 50% baik (Arisyida et al., 2024). Persen pemanjangan dapat dihitung melalui Persamaan 2.2.

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{b-a}{a} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan:

a = panjang awal sampel (mm)

b = jarak renggang saat putus (mm)

3) Modulus Elastisitas

Elastisitas adalah karakteristik bahan yang memungkinkannya mengalami perubahan baik

dalam ukuran maupun bentuk ketika dikenai gaya luar. Materi yang elastis memiliki kemampuan untuk kembali ke bentuk asalnya setelah gaya luar dihilangkan (Arleni et al., 2023). Elastisitas dapat diukur dengan membandingkan kuat tarik dan elongasi, yang kemudian dinyatakan dalam satuan tekanan Mega Pascal (MPa) (Setiani et al., 2013). Elastisitas dapat dihitung melalui Persamaan 2.3.

$$\text{Elastisitas} = \frac{\text{Kuat tarik}}{\text{ELongasi}} \quad (2.3)$$

c. Sifat Fisik *Edible film*

1) Ketebalan

Ketebalan *edible film* diukur menggunakan mikrometer sekrup yang memiliki ketelitian 0,01 mm. Pengukuran dilakukan di lima titik berbeda pada permukaan *film* tersebut. Hasil pengukuran di setiap titik diambil rata-rata untuk mendapatkan nilai ketebalan, yang kemudian dinyatakan dalam satuan milimeter (mm) (Liah et al., 2023). *Edible film* yang baik memiliki nilai ketebalan yang sesuai dengan *Japanese Industrial Standard* yakni maksimal 0,25 mm (Arisyida et al., 2024).

2) Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan beberapa langkah. Pertama, sampel ditimbang untuk mendapatkan berat awal (W_0), lalu direndam dalam akuades selama 10 detik. Setelah direndam, sampel diangkat, permukaannya dikeringkan menggunakan tisu, kemudian ditimbang kembali (W). (Liah et al., 2023). Air yang diserap dapat dihitung melalui Persamaan 2.4.

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (2.4)$$

Keterangan:

W = Berat *edible film* basah

W_0 = berat *edible film* kering

3) Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air atau *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) adalah kecepatan merembesnya uap air masuk melalui *edible film* secara konsisten pada suhu dan kelembaban relatif tertentu. Untuk mengukur WVTR, *edible film* dipotong dalam bentuk lingkaran sesuai dengan diameter tabung reaksi yang digunakan. Selanjutnya, *film* tersebut dikondisikan dalam

suhu 25°C selama periode 24 jam (Rahmi et al., 2022). *Edible film* yang baik memiliki nilai laju transmisi uap air yang sesuai dengan *Japanese Industrial Standard* yakni maksimal 10g/m²/day (Arisyida et al., 2024). Laju transmisi uap air dihitung dengan Persamaan 2.5.

$$\text{Laju transmisi uap air} = \frac{\Delta W}{t A} \quad (2.5)$$

Keterangan:

ΔW = Perubahan massa (g)

t = Waktu

A = Luas *edible film* (m²)

4. **Total Plate Count (TPC)**

Total Plate Count (TPC) adalah metode yang digunakan untuk mengestimasi jumlah total mikroorganisme hidup seperti bakteri, jamur, dan ragi, dalam suatu sampel. Jumlah ini biasanya dinyatakan dalam satuan *colony-forming units* (CFU) per gram atau mililiter sampel. Prosedur TPC melibatkan pengenceran bertahap terhadap sampel, penanaman pada media agar yang sesuai, serta inkubasi untuk memungkinkan pertumbuhan koloni mikroorganisme. Setelah inkubasi, koloni yang tumbuh dihitung untuk mengetahui tingkat kontaminasi mikroba dalam sampel. Metode ini umum digunakan dalam analisis

pangan dan produk lain untuk menilai kualitas dan keamanan mikrobiologis (Arifan et al., 2019). Analisis total mikroba dihitung melalui persamaan 2.6.

$$\begin{aligned} &\text{Jumlah Koloni (CFU/mL)} \\ &= \frac{(\text{Jumlah koloni} - \text{jumlah koloni kontrol}) \times P}{\text{Koloni yang ditanam}} \quad (2.6) \end{aligned}$$

5. Susut Bobot

Susut bobot merupakan berkurangnya berat suatu produk selama proses penyimpanan atau pengolahan. Penyusutan ini biasanya terjadi karena hilangnya air yang diakibatkan oleh respirasi dan transpirasi yang berlangsung pada permukaan buah. Untuk mengetahui seberapa besar susut bobot dilakukan pengukuran dengan membandingkan berat awal sebelum penyimpanan dengan berat akhir setelah penyimpanan. Beberapa faktor yang memengaruhi susut bobot antara lain suhu penyimpanan, tingkat kelembaban, laju respirasi, dan kerusakan fisik pada kulit buah. Susut bobot sangat penting karena berkaitan langsung dengan kesegaran dan masa simpan produk. Semakin besar penurunan berat, semakin cepat pula penurunan kualitasnya (Pereira et al., 2018). Penurunan susut bobot dapat ditentukan dengan menggunakan Persamaan 2.7.

$$\text{Susut bobot} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\% \quad (2.7)$$

6. Organoleptik

Organoleptik mengacu pada karakteristik yang dapat dirasakan dari suatu zat khususnya dalam konteks makanan atau minuman yang dapat diidentifikasi lewat indera seperti rasa, penciuman, penglihatan dan perasaan saat menyentuh. Karakteristik ini meliputi rasa, bau, tekstur dan warna yang sangat berpengaruh dalam menilai kualitas, kesegaran serta sejauh mana konsumen menerima produk tersebut. Penilaian organoleptik sering dimanfaatkan dalam pengawasan kualitas makanan, pengembangan produk baru dan penelitian tentang daya simpan untuk memastikan produk tersebut memenuhi standar sensori yang diinginkan. Metode sensori ini sangat berguna dalam mendeteksi perubahan kualitas makanan atau minuman untuk menjaga daya tarik serta keamanan produk (Widiany et al., 2021).

Analisis data pada uji organoleptik ini diawali dengan uji normalitas untuk menentukan jenis uji statistik yang akan digunakan. Jika data tidak berdistribusi normal, maka analisis dilakukan menggunakan uji Kruskal-Wallis, kemudian dilanjutkan

dengan uji Dunn jika data berbeda secara signifikan. Uji normalitas merupakan salah satu asumsi penting yang harus dipenuhi sebelum menentukan jenis uji statistik yang tepat dalam suatu penelitian. Pengujian ini umumnya digunakan untuk data berskala interval, ordinal, maupun rasio. Dalam penelitian kuantitatif, jika digunakan metode analisis parametrik, maka salah satu syarat utama yang harus dipenuhi adalah data harus berdistribusi normal, sedangkan jika data berdistribusi tidak normal maka menggunakan metode nonparametrik (Fitri et al., 2023).

Uji Kruskal-Wallis merupakan metode nonparametrik yang setara dengan uji *Analysis Of Vriance* (ANOVA) satu arah. Uji ini diterapkan ketika terdapat tiga atau lebih kelompok data independen, sebagaimana serupa pada uji *Analysis Of Vriance* (ANOVA) satu arah. Perbedaannya terletak pada asumsi distribusi, uji Kruskal-Wallis digunakan ketika populasi tidak berdistribusi normal dan jenis data berukuran ordinal. Meskipun demikian, keduanya memiliki prinsip dasar yang serupa, yaitu menghitung variasi antar kelompok dan variasi dalam kelompok (Fauziyah, 2020). Asumsi atau syarat dalam uji ini, meliputi:

- a. Variabel independen memiliki skala kategorik dengan jumlah kategori lebih dari dua.
- b. Variabel dependen harus berukuran numerik (interval atau rasio) atau bisa juga berupa skala ordinal.
- c. Setiap kategori harus memiliki sebaran data yang serupa.

Uji Dunn merupakan salah satu metode post hoc non-parametrik yang digunakan setelah uji Kruskal-Wallis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok. Tujuan dari uji ini adalah untuk mengidentifikasi secara spesifik kelompok mana saja yang berbeda secara signifikan satu sama lain. Karena uji Kruskal-Wallis hanya menunjukkan bahwa terdapat perbedaan, tetapi tidak menjelaskan di mana letak perbedaannya, maka uji Dunn dilakukan untuk membandingkan dua kelompok secara berpasangan (pairwise perbandingan). Uji ini sangat berguna ketika data yang digunakan tidak memenuhi asumsi normalitas, sehingga pendekatan non-parametrik lebih tepat digunakan dibandingkan dengan uji Tukey pada ANOVA. Dalam pelaksanaannya, uji Dunn sering disertai dengan koreksi nilai signifikansi (p -value penyesuaian) guna menghindari kesalahan tipe I, yaitu

kesalahan dalam kesimpulan ada perbedaan padahal sebenarnya tidak ada. Beberapa metode penyesuaian yang umum digunakan meliputi koreksi Bonferroni, Holm-Bonferroni, dan Benjamini-Hochberg. Uji Dunn dapat diaplikasikan pada data dengan skala ordinal atau lebih tinggi, dan tidak memerlukan jumlah sampel antar kelompok harus sama (Karimah et al., 2024).

Asumsi atau syarat dalam uji ini, meliputi:

- a. Data dalam setiap kelompok harus bersifat independen.
- b. Uji ini membutuhkan data dengan skala ordinal, interval, atau rasio, tetapi tidak bisa digunakan untuk data skala nominal.
- c. Uji Dunn dilakukan setelah Kruskal-Wallis, yang mensyaratkan minimal tiga kelompok.
- d. Karena merupakan uji non-parametrik, uji Dunn tidak mengharuskan data berdistribusi normal.
- e. Tidak ada keharusan bahwa jumlah responden di setiap kelompok harus seimbang (Karimah et al., 2024).

B. Kajian Pustaka

Nurjanah et al (2023) dalam laporannya menuliskan bahwa *edible film* adalah lapisan tipis yang dapat dimakan dan digunakan sebagai kemasan makanan. *Film* ini terbuat

dari bahan alami seperti protein, polisakarida, dan lipid. Kombinasi bahan tersebut bertujuan untuk meningkatkan kekuatan mekanik dan kemampuan *barrier*. *Edible film* juga efektif dalam mencegah oksidasi dan memperpanjang umur simpan makanan, seperti keju, daging, buah dan sayuran. Selain itu, *film* ini mengurangi limbah dan polusi, sebagai alternatif bahan ramah lingkungan dibanding plastik sintetis. Banyak penelitian menunjukkan bahwa *edible film* dapat menjaga kualitas makanan dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

Asan-Ozusaglam & Celik (2024) telah melakukan penelitian dan hasilnya menunjukkan bahwa *edible film* dari ekstrak pitahaya merah dan probiotik *Limosilactobacillus fermentum* memiliki potensi untuk memperpanjang masa simpan makanan. *Edible film* ini efektif menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen yang dapat merusak makanan. *Film* berbasis *gum* ini memiliki efek antibakteri yang signifikan terhadap bakteri dan ragi. Penelitian menunjukkan zona inhibisi yang besar, membuktikan efektivitasnya sebagai pengawet alami. Dengan demikian, *edible film* ini dapat mencegah kerusakan dan memperbaiki kualitas produk makanan.

Chakraborty et al (2024) telah melakukan penelitian hasilnya menunjukkan bahwa *edible film* dari kitosan dan pektin dapat memperbaiki kualitas serta memperpanjang masa simpan makanan. Kitosan, yang berasal dari cangkang hewan laut, mempunyai sifat antibakteri yang mampu secara efektif menekan pertumbuhan bakteri dan jamur, menjaga makanan tetap segar. Selain itu, kitosan juga bisa menyerap sinar UV dan melindungi makanan dari uap air dan oksigen. Pektin, yang berasal dari kulit buah, juga membantu memperlambat kerusakan makanan dan meningkatkan kualitasnya selama penyimpanan. Penggunaan *edible film* ini tidak hanya menjaga makanan lebih lama, tetapi juga ramah lingkungan dibandingkan kemasan plastik sintetis.

Salah satu sumber utama yang digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah bahan yang mengandung polisakarida, seperti pati. Pati aren dipilih karena memiliki kandungan amilosa dan amilopektin yang tinggi. Pati aren (*Arenga pinnata*) dipilih dalam penelitian karena potensinya sebagai biopolimer yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pati aren memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik, sehingga cocok untuk aplikasi kemasan makanan. Selain itu, ketersediaannya yang melimpah menjadikannya alternatif menarik

dibandingkan plastik berbasis minyak bumi. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan agar ke dalam pati berpotensi meningkatkan karakteristik mekanik dan termal *film* biokomposit. Meskipun ada sedikit peningkatan sensitivitas terhadap kelembaban, pencampuran ini secara keseluruhan memperbaiki kualitas material (Sanyang et al., 2017). Selain itu, pati aren memiliki kadar amilosa tinggi. Kadar amilosa yang tinggi berkontribusi pada pembentukan kompleks amilosa-lipid, yang dapat meningkatkan sifat fisik, mekanik, dan *barrier* dari *film* yang dihasilkan. Dengan demikian, *film* ini cenderung memiliki ketebalan yang baik, kekuatan tarik yang tinggi, dan permeabilitas uap air yang lebih baik (Thakur et al., 2017).

Penambahan *plasticizer* pada *edible film* dapat meningkatkan kualitas dengan membuat *film* lebih fleksibel dan mencegah kerapuhan. Hamzah (2019) telah melakukan penelitian *film* biopolimer dari pati batang aren dengan *plasticizer* sorbitol, dengan variasi perbandingan 2:0,8; 2:1,0; dan 2:1,2 (g/mL). Hasil terbaik diperoleh pada rasio 2:0,8 dengan kekuatan tarik 4,26 MPa, elongasi 1,87%, dan ketebalan 0,16 mm. Penambahan 2 gram kitosan meningkatkan sifat mekanik *film*, menghasilkan kekuatan tarik 14,00 MPa dan elongasi

3,20%. Analisis DSC menunjukkan peningkatan suhu endotermik (115,75°C) dan eksotermik (394,56°C), sedangkan TGA mengindikasikan dekomposisi *film* pada suhu 340,1°C. Nilai *swelling* mencapai 63,176%, dan FT-IR mengungkapkan adanya interaksi fisik saja, sedangkan uji antibakteri membuktikan efektivitasnya menghambat *S. aureus* dan *E. coli*. Penambahan kitosan juga dapat membuat struktur lebih homogen dan sifat fisika-mekanik yang lebih baik. Hal ini membuat *film* tetap elastis dan mudah dibentuk, sehingga cocok untuk berbagai keperluan, seperti pengemasan. Interaksi ini penting untuk menentukan kekuatan dan fungsi *film*.

Girgin & Tugrul (2023) telah melakukan penelitian pembuatan *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol dan gliserol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan gliserol dan sorbitol sebagai *plasticizer* dalam penelitian tersebut membuktikan perbedaan sifat fisik dan kimia *edible film* yang dihasilkan. Gliserol memiliki sifat hidrofilisitas yang lebih tinggi daripada *film* plastik yang terbuat dari sorbitol karena kadar air gliserol yang tinggi. *Film* dengan kadar air yang tinggi lebih mudah diregangkan dan fleksibel serta dapat digunakan di berbagai bidang makanan. Sebaliknya, sorbitol memiliki

sifat hidrofilisitas yang lebih rendah dan mudah larut dalam air.

Syafiq et al (2022) telah melakukan pembuatan *edible film* dengan konsentrasi pemlastis terhadap karakteristik mekanik, fisik, dan antibakteri *film* bionanokomposit nanoselulosa aren/pati aren/ minyak atsiri kayu manis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pati aren dan pemlastis sorbitol menghasilkan *film* yang baik, terutama karena sorbitol mampu meningkatkan sifat mekanik dan fleksibilitas *film*. Sebagai pemlastis, sorbitol efektif mengurangi kerapuhan *film*, sehingga meningkatkan daya tahan dan kualitasnya. Sorbitol lebih disukai karena memberikan hasil yang lebih baik dalam hal homogenitas dan kekuatan mekanik. Selain itu, sorbitol menawarkan stabilitas yang lebih baik dengan mengurangi kelembaban berlebihan pada *film* yang dapat mengganggu kualitas. Stabilitas ini sangat penting dalam aplikasi kemasan makanan, di mana *film* yang kuat dan tahan lama sangat dibutuhkan.

Pembuatan *edible film* tidak cukup bila hanya menggunakan sorbitol dan pati aren, karena memiliki kekurangan berupa kekuatan mekanik dan kepadatan yang rendah, sehingga diperlukan *filler* seperti kitosan. Hasan et al (2020) telah melakukan penelitian pembuatan

edible film dari pati aren-kitosan. Hasilnya menunjukkan bahwa *film* yang dibuat dari campuran pati aren dan kitosan, dengan tambahan minyak zaitun *extra virgin* menunjukkan peningkatan sifat mekanik, stabilitas termal, serta aktivitas antioksidan dan antibakteri. Penambahan minyak zaitun pada konsentrasi optimal 2% w/w secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik dan kemampuan elongasi. Penambahan kitosan diperlukan untuk memperbaiki beberapa sifat, termasuk kekuatan tarik, elastisitas, serta memberikan efek antibakteri dan antioksidan. Interaksi antara kitosan dan pati aren juga meningkatkan kompatibilitas dan struktur *film*, menghasilkan *film* yang lebih baik untuk kemasan aktif. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam sifat mekanik dan stabilitas termal *edible film* yang terbuat dari pati aren dan kitosan. Penambahan kitosan membuat *film* lebih kuat dan lebih efektif untuk digunakan dalam kemasan.

Rachmina et al (2024) telah melakukan penelitian mengenai pembuatan *film* bionanokomposit *biodegradable* dari pati aren dan kitosan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pati aren dan kitosan dapat menghasilkan *film* dengan karakteristik yang menjanjikan untuk aplikasi kemasan aktif potensial. Kombinasi kedua

bahan tersebut menghasilkan *film* dengan sifat yang cocok untuk keperluan pengemasan makanan. Penambahan senyawa bioaktif seperti kurkumin dan antosianin meningkatkan kemampuan *film* dalam melepaskan zat bioaktif secara terkendali, yang berguna untuk memperpanjang umur simpan produk makanan. Selain itu, *film* ini berpotensi mengurangi dampak negatif lingkungan yang ditimbulkan oleh kemasan konvensional. Hal ini sejalan dengan tren global menuju penggunaan kemasan yang lebih ramah lingkungan.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dipelajari *edible film* berbahan dasar pati batang aren-kitosan dengan *plasticizer* sorbitol, gliserol maupun kombinasi keduanya. Penambahan *plasticizer* sorbitol, gliserol dan kombinasi keduanya pada *edible film* dari pati aren-kitosan diharapkan dapat memberikan pengaruh terhadap karakteristik sifat fisik, sifat mekanik dan aplikasinya sebagai pelapis pada buah anggur.

C. Hipotesis

Pati batang aren berpotensi sebagai bahan utama dalam pembuatan *edible film* karena memiliki kandungan amilosa dan amilopektin. Untuk meningkatkan plastisitasnya, perlu ditambahkan *plasticizer*. *Plasticizer* yang biasa digunakan dalam pembuatan *edible film*

meliputi sorbitol, gliserol dan juga kombinasi antara keduanya. Sorbitol memiliki sifat kepolaran yang lebih tinggi daripada gliserol. Kombinasi keduanya akan memengaruhi polaritasnya dan kemampuannya dalam pembentukan ikatan hidrogen pada *edible film* yang memberikan karakter fisik dan mekanik berbeda. Penambahan bahan tambahan seperti kitosan juga akan berpengaruh pada karakter fisik dan mekanik *edible film*. Dengan demikian, jika *edible film* dibuat dari pati batang aren-kitosan dengan penambahan *plasticizer* sorbitol, gliserol maupun kombinasi keduanya maka diperkirakan akan dihasilkan *edible film* dengan karakteristik fisik dan mekanik yang berbeda, sehingga dapat disesuaikan untuk aplikasi pada buah anggur.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang. Pada uji karakterisasi FTIR dilakukan di Laboratorium Terpadu Fisika UIN Walisongo Semarang. Uji kuat tarik dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro (UNDIP). Bahan baku utama yang digunakan yaitu pati batang aren yang diperoleh dari daerah Klaten, untuk kitosan dapat diperoleh dari toko kimia dan buah anggur dapat diperoleh dari kebun di daerah Klaten pada tanggal 23 April 2025.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Instrumen utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR, Bruker ALPHA II). Untuk mengetahui karakteristik mekanik *edible film* dalam penelitian ini digunakan *universal testing mechine* (CORES-DU_R-7.8 LHU). Selain itu, peralatan lain yang digunakan ialah oven (Memmert UN 30), *magnetic stirrer* (Cimarec), neraca analitik (AND HR-200), desikator, statif dan klem serta hot plate. Dalam proses

pembuatan *edible film* juga digunakan kain penyaring, plastik *wrap*, mikrometer sekrup, termometer, cetakan plastik, ayakan 100 mesh, kaca arloji, penjepit, batang pengaduk, pipet tetes, labu ukur dan perlengkapan alat gelas.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati batang aren, kitosan, buah anggur, gliserol, sorbitol, akuades, larutan iodin 0,3 M dan 0,01 N (KI (Merck, p.a)+I₂), asam asetat 1,5% dan silika gel.

C. Metode Penelitian

1. Pembuatan Pati Aren

Prosedur pembuatan pati aren merujuk pada penelitian yang telah dilakukan oleh (R. Syafiq et al., 2021). Langkah pertama yang dilakukan ialah pengumpulan serat kayu dan pati yang didapat dari bagian dalam batang pohon aren. Kemudian, campuran serat dan pati dicuci dan diremas menggunakan mesin fabrikasi untuk mengekstraksi patinya. Campuran tersebut kemudian disaring menggunakan ayakan untuk menghilangkan seratnya. Dari proses tersebut didapatkan campuran air dan pati dari proses pengayakan. Saat partikel pati mengendap karena adanya gravitasi, air dihilangkan dengan cara

menuangkannya. Selanjutnya pati dijemur selama 2-3 hari. Pati yang telah terbentuk kemudian dihaluskan menggunakan ayakan dan selanjutnya pati dianalisis menggunakan instrumen spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR).

Pengujian kandungan amilum pada pati dilakukan pada tahap berikutnya dengan mengambil sampel pati sebanyak 1 gram dan dilarutkan dengan 5 mL akuades di dalam tabung reaksi. Kemudian, sampel diberi 5 tetes larutan iod. Setelah itu, perubahan warna yang terjadi pada larutan diamati. Jika terjadi reaksi positif dalam uji iod, larutan akan berubah warna menjadi biru pekat. Hasil dari pengamatan warna menunjukkan adanya kandungan amilum dalam sampel (A. S. Fitri & Fitriana, 2020).

2. Pembuatan *Edible film* Pati Aren-Kitosan dengan Penambahan *Plasticizer* Gliserol dan Sorbitol

Prosedur pembuatan *edible film* kombinasi *plasticizer* mengacu pada penelitian Hasan et al (2020). Komposisi variasi *edible film* dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Variasi Komposisi *Edible Film*

Bahan	Sampel			
	EF Kontrol	EF Sorbitol	EF Gliserol	EF GS
Pati (gr)	3,5	3,5	3,5	3,5
Kitosan (gr)	1	1	1	1
Sorbitol 30% (gr)	-	1,35	-	1,35
Gliserol 30% (gr)	-	-	1,35	1,35
Asam Asetat 1,5% (mL)	60	60	60	60

Proses pembuatan *edible film* yaitu pada campuran yang telah disiapkan, kemudian dipanaskan dengan suhu 80°C-85°C sambil diaduk selama 1 jam. Setelah tercampur rata, campuran dituang ke dalam cetakan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°-60°C selama 8 jam. Setelah proses selesai, campuran didinginkan hingga suhu kamar dan disimpan dalam ruang bersuhu 25°C selama 24 jam. Kemudian *film* dianalisis menggunakan instrumen spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dengan metode pengukuran ATR.

3. Pengujian *Edible film*

a. Pengujian Sifat Fisik

1) Uji Ketebalan

Ketebalan *film* dapat diukur dengan mikrometer sekrup yang memiliki ketelitian 0,01 mm. Setiap sampel diuji pada lima titik berbeda, yaitu pada sudut kanan atas, sudutkanan bawah, tengah, sudut kiri atas, dan sudut kiri bawah. Nilai ketebalan lapisan merupakan nilai rata-rata dari kelima titik pengukuran dan dinyatakan dalam satuan mm (Syaputra et al., 2020).

2) Uji Daya Serap

Uji daya air dilakukan melalui beberapa tahap. Pertama, *edible film* dipotong dengan ukuran 2×3 cm, kemudian berat awal sampel yang akan diuji (W_o) ditimbang sebelum sampel dimasukkan ke dalam wadah berisi akuades selama 10 detik. Setelah itu, sampel dikeluarkan dari wadah dan air pada permukaan *film* dihilangkan dengan tisu sebelum ditimbang kembali (W) (Liah et al., 2023).

3) Uji Transmisi Uap Air

Uji laju transmisi uap air dilakukan dengan cara menempatkan sampel *edible film* di bagian

atas tabung reaksi. Dua tabung reaksi diperlukan untuk pengujian ini. Masing-masing tabung reaksi diisi silika gel sebagai simplo dan duplo. Setelah itu, sampel didiamkan selama 24 jam (Sunardi & Maulana, 2021).

b. Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik *edible film* meliputi uji kuat tarik, elongasi dan modulus elastisitas. Kuat tarik (*tensile strength*), persentase pemanjangan (*elongation*) dan modulus elastisitas dari *film* diuji menggunakan alat *tensile strength* dan *elongation tester*. Satu set peralatan uji disiapkan dan unit penggerak diatur. Sampel *edible film* yang sudah di potong dengan ukuran 5×1 cm ditempatkan di ujung kedua klem dan dipastikan bahwa keduanya kencang. Area pengukuran ditentukan menggunakan pita frekuensi yang sesuai dan perekam diatur ke nol (awal). Tombol penggerak *chart* dan klem diaktifkan. Pengujian terhadap sampel *edible film* dilakukan hingga *film* mengalami kerusakan atau terputus. Kekuatan tarik diperoleh dari beban maksimum yang diterima *film*, sedangkan persentase pemanjangan (elongasi) dihitung pada saat *film* mengalami putus. Modulus

elastisitas ditentukan dengan membandingkan antara tegangan tarik dan regangan tarik (Syaputra et al., 2020).

c. Pengujian dengan Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Spektrofotometer FTIR digunakan untuk menganalisis gugus fungsi dalam *edible film* dengan tujuan untuk mengamati interaksi antara pati aren-kitosan dengan penambahan *plasticizer* sorbitol, gliserol, serta kombinasi keduanya. Sampel *edible film* ditempatkan di dalam *set holder* pada spektrofotometer infra merah dengan bilangan gelombang $4600\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ (Elisusanti et al., 2019).

d. Analisis Total Mikroba

Analisis total mikroba dilakukan menggunakan metode *total plate count* (TPC) yang berfungsi untuk menghitung semua bakteri. Untuk menguji jumlah total lempeng (*Total Plate Count*) pada buah, langkah pertama yang dilakukan adalah menyiapkan pengenceran sampel buah. Setelah itu, sampel yang telah diencerkan diinokulasikan ke dalam media *Plate Count Agar* (PCA). Media yang telah diinokulasi kemudian diinkubasi pada suhu yang sesuai, biasanya sekitar $30\text{--}37^{\circ}\text{C}$ selama 24–48

jam. Setelah masa inkubasi selesai, koloni bakteri yang tumbuh dihitung. Hasil perhitungan dinyatakan dalam satuan unit pembentuk koloni (CFU) per gram sampel untuk mengetahui jumlah bakteri yang hidup. Sesuai dengan persamaan yang terdapat pada 2.6 mengenai perhitungan *total plate count* (Efrilia et al., 2024).

4. Pengaplikasian *Edible film* Pada Buah anggur

Pengaplikasian *edible film* pada buah anggur menggunakan metode pembungkusan. *Edible film* disesuaikan dengan ukuran buah anggur. Kemudian, *edible film* tersebut digunakan untuk membungkus buah anggur. Buah anggur yang telah dibungkus dengan *edible film* disimpan pada suhu ruang. Selanjutnya, setelah 7 hari penyimpanan, maka dilakukan pengambilan data, yaitu dengan menghitung susut bobot (Hayati & Vida Rana Nasution, 2021).

a. Uji Susut Bobot

Uji penyusutan bobot dilakukan dengan cara menimbang sampel pada waktu penyimpanan yang telah ditentukan. Buah anggur ditimbang terlebih dahulu, kemudian diberi perlakuan sesuai dengan kondisi penyimpanan dan ditimbang kembali untuk memperoleh berat akhirnya. Analisa susut bobot

dilakukan pada hari ke 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dengan menggunakan neraca analitik (Syaputra et al., 2020).

b. Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan dengan 10 panelis dan pengujian ini mencakup pada perubahan aroma, warna dan tekstur dari lima sampel dengan menandai kolom yang sesuai menggunakan tanda $\surd$ (centang). Pada pengujian organoleptik ini menggunakan panelis yang sudah sesuai, dikarenakan minimal panelis ialah 6 panelis (Kalaka et al., 2022). Sampel 1 adalah buah anggur tanpa perlakuan, sedangkan sampel 2 adalah buah anggur yang dibungkus dengan *edible film* dari pati aren-kitosan. Sampel 3 dibungkus *edible film* dari pati aren-kitosan dengan tambahan gliserol 30%. Sampel 4 dibungkus *edible film* dari pati aren-kitosan dengan tambahan sorbitol 30% dan sampel 5 dibungkus *edible film* dari pati aren-kitosan dengan campuran gliserol dan sorbitol 30%(1:1). Lembar uji organoleptik dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Lembar Uji Organoleptik

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5					
	Agak segar	4					
	Agak asam	3					
	Agak busuk	2					
	Busuk	1					
Warna	Merah cerah	5					
	Merah	4					
	Merah	3					
	kecokelatan						
	Cokelat	2					
	Cokelat	1					
Tekstur	pekat						
	Keras	5					
	Agak keras	4					
	Agak lunak	3					
	Lunak	2					
	Sangat lunak	1					

Analisis data uji organoleptik dilakukan menggunakan uji nonparametrik yaitu uji Kruskal-Wallis karena hasil analisis awal data berdistribusi tidak normal yang ditandai dengan nilai $p\text{-value} < 0,05$ sehingga H_0 ditolak. Kemudian dilanjutkan dengan uji Dunn pada taraf signifikansi $\alpha=0,05$. Hasil analisis ini digunakan untuk menguji hipotesis pada masing-masing parameter. Jika nilai $p\text{-value} < 0,05$ maka H_0 ditolak, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan. Sebaliknya, jika $p\text{-value} > 0,05$ maka H_0 diterima, yang menunjukkan tidak ada

perbedaan yang signifikan (Fauziyah, 2020). Adapun hipotesis deskriptif untuk uji Kruskal-Wallis:

H_0 = Tidak terdapat perbedaan signifikan pada parameter aroma, warna dan tekstur antara sampel 1-5, baik yang menggunakan *edible film* maupun anggur tanpa *edible film*.

H_a = Ada perbedaan signifikan pada parameter aroma, warna dan tekstur antara sampel 1-5, baik yang menggunakan *edible film* maupun anggur tanpa *edible film*.

Hipotesis deskriptif untuk uji lanjut atau *post hoc* menggunakan uji Dunn:

H_0 = Tidak terdapat perbedaan rata-rata antara dua jenis sampel, baik yang menggunakan *edible film* maupun anggur tanpa *edible film*.

H_a = Ada perbedaan rata-rata antara dua jenis sampel, baik yang menggunakan *edible film* maupun anggur tanpa *edible film* (Wahyudin et al., 2022).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil penelitian serta analisis yang mencakup proses pembuatan pati batang aren (PBA), *edible film* dari pati batang aren dengan kitosan (EF kontrol), serta *edible film* pati batang aren yang diperkaya dengan *plasticizer* sorbitol (EF sorbitol), gliserol (EF gliserol) maupun campuran antara gliserol dan sorbitol (EF GS). Karakterisasi *edible film* dilakukan melalui pengujian kekuatan tarik, elongasi, modulus elastisitas, ketebalan, daya serap air, serta laju transmisi uap air, dengan analisis gugus fungsi menggunakan spektrofotometer FTIR. Selain itu, *edible film* juga diuji menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Sementara itu, kualitas buah anggur dinilai berdasarkan parameter susut bobot, serta aspek organoleptik seperti warna, aroma, dan tekstur.

A. Pembuatan Pati Batang Aren (PBA)

Sampel batang aren didapatkan di Desa Daleman, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten. Satu batang aren dibelah menjadi empat bagian agar tampak empulurnya (bagian dalam yang mengandung pati). Empulur yang telah diperoleh kemudian ditumbuk atau diparut dengan menggunakan parutan kasar atau mesin parutan khusus (Barlina et al., 2020). Hasil parutan tersebut kemudian

disaring dengan kain kasa atau saringan kain untuk memisahkan pati dari serat-seratnya. Sisa serat yang masih ada kemudian dicampur dengan air untuk membilas serat agar pati dapat melewati pori-pori kain saringan. Pati yang tersaring kemudian diendapkan di sebuah wadah selama kurang lebih selama tiga jam. Proses pendiaman ini dilakukan agar partikel pati mengendap ke dasar wadah sehingga pati dapat dipisahkan dari air dan kotoran lainnya yang tetap berada di bagian atas. Pendiaman memungkinkan pati untuk mengendap sepenuhnya sehingga akan menghasilkan pati yang lebih murni dan berkualitas. Saat partikel pati mengendap, air dihilangkan dengan cara menuangkannya. Setelah itu, pati dikeringkan di bawah sinar matahari selama kurang lebih selama dua sampai tiga hari. Proses pengeringan ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang berada dalam pati. Pati yang telah dikeringkan kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh untuk memperoleh ukuran partikel pati yang seragam. Pati batang aren memiliki bentuk serbuk berwarna putih (Anwar et al., 2019). Hasil pembuatan pati batang aren dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pati Batang Aren

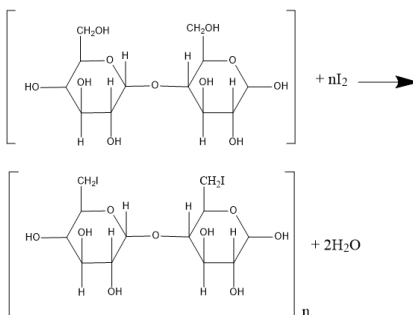
Pati batang aren yang diperoleh dengan rendemen sebesar 21,5% selanjutnya dapat diuji menggunakan uji amilum. Pati batang aren yang telah diayak menggunakan ayakan 100 mesh kemudian dilarutkan menggunakan akuades dan ditetesi iodium dengan konsentrasi 0,3 M. Hasilnya menunjukkan adanya perubahan dari warna awal yaitu berwarna putih menjadi berwarna biru tua. Hal tersebut menunjukkan adanya kandungan amilum pada pati (Sarjani et al., 2022). Hasil uji amilum pada pati aren dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Hasil Uji Amilum

Perubahan warna pada hasil uji amilum terjadi karena unit-unit glukosa dalam amilum membentuk rantai

heliks yang disebabkan oleh konfigurasi ikatan antar unit glukosa. Bentuk heliks ini memungkinkan pati untuk berinteraksi dengan molekul yodium dan masuk ke dalam heliks, sehingga menciptakan warna yang lebih gelap, seperti biru-hitam (Sarjani et al., 2022). Gambaran pembentukan kompleks biru kehitaman dapat dilihat pada Persamaan 4.1 dan Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Struktur Kompleks Biru Kehitaman

B. Pembuatan *Edible film* Kombinasi *Plasticizer*

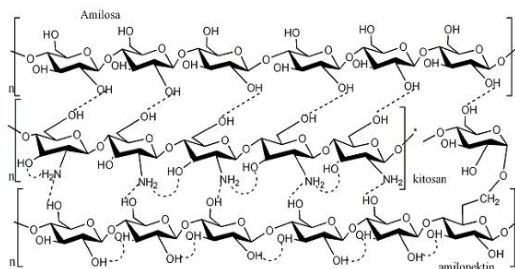
Penelitian ini dibuat 4 sampel *edible film* dari pati batang aren-kitosan dengan variasi gliserol, sorbitol dan campuran antara gliserol dan sorbitol. Variasi *edible film* dapat dilihat pada Tabel 3.1. Pada proses pembuatan *edible film* melibatkan pemanasan larutan pada suhu 80°C–85°C selama 1 jam menggunakan *magnetic stirrer* untuk mencapai gelatinisasi. Hasil yang didapatkan

berupa gel. Kemudian dituangkan ke dalam cetakan dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 50°C–60°C untuk pengeringan agar menjadi lembaran *edible film*. Setelah itu, dilakukan analisis *edible film* untuk mengetahui karakteristiknya. Pada pembuatan *edible film* ini ditambahkan bahan kitosan karena kitosan mudah terurai di alam. Selain itu, kitosan juga memiliki gugus hidroksil primer dan sekunder. Adanya gugus-gugus aktif ini membuat kitosan sangat reaktif secara kimiawi. Gugus-gugus tersebut juga memungkinkan berbagai modifikasi kimia, termasuk reaksi dengan zat penghubung (pati) sehingga kitosan merupakan bahan yang sesuai untuk digunakan dalam pembuatan *edible film* yang bersifat mudah terurai secara alami (Syafri et al., 2021).

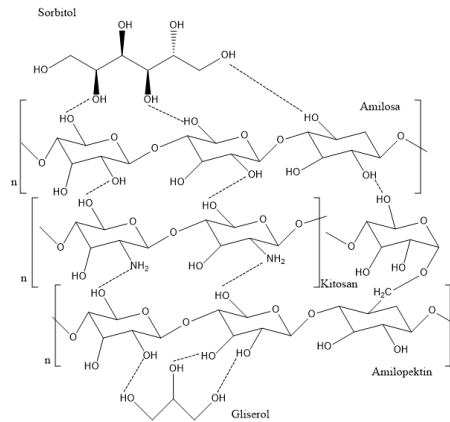
Larutan yang digunakan dalam pembuatan *edible film* ini ialah asam asetat 1,5% karena kemampuannya melarutkan kitosan secara efektif. Kitosan diketahui sulit larut dalam air namun dapat terlarut dalam jenis asam lemah seperti asam asetat. Asam asetat berperan dalam menghasilkan *edible film* yang fleksibel, transparan, serta tidak terlalu rapuh atau kaku dibandingkan penggunaan asam lain seperti asam laktat, malat, atau sitrat (Maharsih et al., 2022).

Pembuatan *edible film* ini juga ditambahkan *plasticizer*. Fungsi *plasticizer* yaitu untuk menurunkan interaksi antarmolekul dan menambah fleksibilitas *film* dengan cara memperbesar ruang antar molekul serta mengurangi kekuatan ikatan hidrogen dalam rantai polimer (Khotimah & Tjahjani, 2020). Dalam penelitian ini digunakan dua *plasticizer* yang berbeda yaitu gliserol dan sorbitol. Selain itu juga terdapat kombinasi antara kedua *plasticizer* tersebut. Penambahan sorbitol pada *edible film* berfungsi sebagai *plasticizer* yang meningkatkan fleksibilitas, mengurangi kerapuhan, dan memperbaiki sifat mekanik *film*. Sorbitol juga bersifat higroskopis sehingga membantu mempertahankan kelembapan dan mencegah *edible film* menjadi terlalu kering atau retak. Sebagai bahan *food-grade* yang aman dikonsumsi, sorbitol dipilih karena stabil, tidak beracun dan tidak meninggalkan rasa pahit. Namun, penggunaan berlebihan dapat membuat *film* terlalu lunak atau lengket (Putra et al., 2017). Gliserol ditambahkan ke *edible film* sebagai *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas. Gliserol dapat bergabung pada polimer (pati dan kitosan) dan membuat ikatan sehingga ikatan antar bagian polimer jadi lebih longgar. Karena itu, *film* yang dihasilkan menjadi lebih lentur dan tidak mudah rapuh.

Selain itu, gliserol meningkatkan kadar air, ketebalan, kelarutan, serta memperhalus permukaan *film* sekaligus mengurangi laju transmisi uap air (Wahab et al., 2023). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa peran antara *plasticizer* sorbitol dan gliserol tidak jauh berbeda karena keduanya bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik maupun mekanik *edible film*. Dengan demikian, kombinasi *plasticizer* tersebut bisa menghasilkan *edible film* dengan karakteristik yang berbeda. Usulan interaksi hidrogen antar molekul amilosa, amilopektin dan kitosan pada *edible film* terdapat pada Gambar 4.4 dan juga usulan interaksi hidrogen antara molekul amilosa, amilopektin, kitosan, gliserol dan sorbitol terdapat pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 4 Usulan interaksi hidrogen antar molekul amilosa, amilopektin dan kitosan pada *edible film* (Setiani et al., 2013)



Gambar 4. 5 Usulan interaksi hidrogen antar molekul amilosa, amilopektin, kitosan, gliserol dan sorbitol

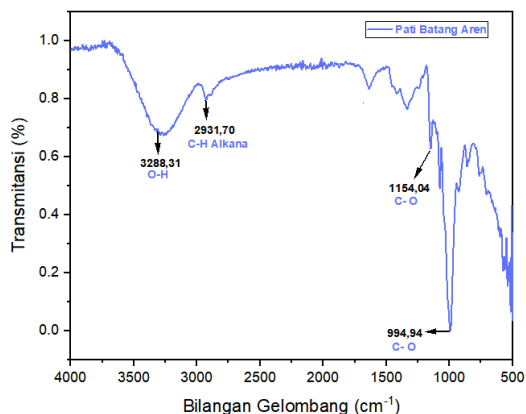
C. Karakteristik *Edible film*

1. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy*

Pengujian *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dilakukan untuk mengetahui adanya gugus fungsi kimia dalam bahan pembentuk *edible film*. Melalui analisis ini dapat dilihat interaksi antar komponen dalam *film* berdasarkan spektrum serapan yang terbentuk. (Amalia et al., 2022).

a. Uji FTIR pada Pati Batang Aren

Penggunaan spektrofotometer FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada pati batang aren (PBA). Gambar 4.6 dan Tabel 4.1 menunjukkan hasil spektra FTIR dari PBA.



Gambar 4. 6 Spektrum FTIR PBA

Tabel 4. 1 Hasil Uji FTIR PBA

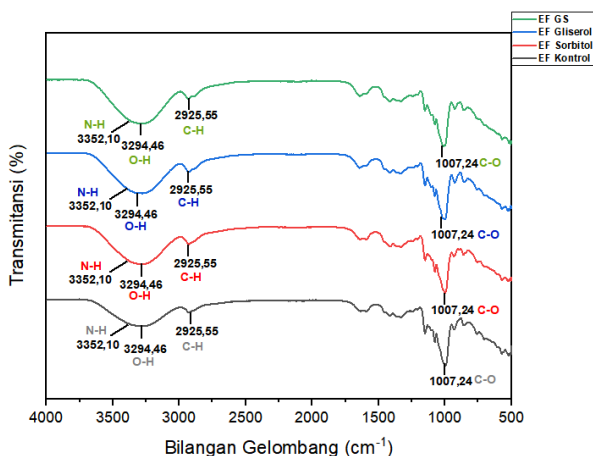
Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Penelitian Oleh (Rahim et al., 2018) dan (If'all et al., 2019)
O-H	3288,31	3426
C-H	2931,70	2932
C-O	1154,04 dan 994,94	1163 dan 1155

Pati dari batang aren mengandung amilosa dan amilopektin yang menunjukkan ikatan O-H, C-H dan C-O pada bilangan gelombang 3288,31 cm⁻¹; 2931,70 cm⁻¹; 1154,04 cm⁻¹ dan 994,94 cm⁻¹. Analisis yang dilakukan dengan Spektrofotometer FTIR terhadap PBA telah menunjukkan adanya gugus O-H, C-H dan C-O di dalamnya. Hasil ini sesuai

dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahim et al (2018), yang menunjukkan bahwa spektra FTIR dari pati aren alami menunjukkan puncak pada bilangan gelombang 3426 cm^{-1} , 2932 cm^{-1} , 1163 cm^{-1} dan 1155 cm^{-1} , yang masing-masing mencerminkan vibrasi O-H, C-H dan juga C-O. Uji FTIR pada pati batang aren menunjukkan adanya gugus-gugus fungsi tertentu, langkah selanjutnya adalah menganalisis peran gugus tersebut terhadap sifat fisikokimia pati, seperti kemampuan membentuk *film*, serta interaksinya dengan bahan tambahan. Identifikasi ini juga digunakan untuk mengubah struktur kimia akibat perlakuan tertentu dan menilai potensi aplikasi pati, khususnya dalam pengembangan kemasan ramah lingkungan (Rahim et al., 2018).

b. Uji FTIR pada *Edible film*

Penggunaan spektrofotometer FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada setiap komposisi *edible film* yang berbeda. Gambar 4.7 dan Tabel 4.2 menunjukkan hasil spektra FTIR dari masing-masing komposisi *edible film* yang berbeda-beda.



Gambar 4. 7 Spektrum FTIR EF

Tabel 4. 2 Hasil Uji FTIR *Edible film*

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)				Penelitian Oleh (Amalia et al., 2022) dan (Ismaya et al., 2021)
	EF Kontrol	EF Sorbitol	EF Gliserol	EF GS	
O-H	3294,46	3294,46	3294,46	3294,46	3344,57
C-H	2925,55	2925,55	2925,55	2925,55	2875,86
N-H	3352,10	3352,10	3352,10	3352,10	3344,57
C-O	1007,24	1007,24	1007,24	1007,24	1054,64

Gambar dan tabel yang ditunjukkan adalah hasil spektrum FTIR dari beberapa sampel, yaitu EF GS, EF Gliserol, EF Sorbitol dan EF Kontrol. Spektrum ini digunakan untuk mengenali gugus fungsi kimia dalam senyawa berdasarkan bilangan gelombang yang terdeteksi. Semua spektrum

menunjukkan pola puncak serapan yang mirip di beberapa bilangan gelombang utama. Puncak di sekitar 3294 cm^{-1} mengindikasikan adanya gugus O-H yang umum ditemukan pada senyawa seperti pati maupun *plasticizer*. Puncak pada 2925 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H. Di sisi lain, puncak sekitar 3352 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus N-H yang umum ditemukan pada senyawa kitosan dan puncak sekitar 1007 cm^{-1} memperlihatkan adanya vibrasi ikatan yang khas pada gugus C-O.

Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Amalia et al (2022) dan (Ismaya et al., 2021) di mana komposisi setiap sampel bervariasi. Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa penggunaan gliserol, sorbitol atau gabungan keduanya hasil FTIR menunjukkan pola yang serupa. Hal ini disebabkan karena bahan-bahan tersebut mempunyai gugus fungsi yang sama atau sangat mirip, seperti gugus -OH. Spektrum FTIR dapat mendeteksi keberadaan gugus fungsi, tidak pada struktur keseluruhan atau berapa banyak gugus yang terdapat dalam sampel. Jadi, jika senyawa yang diteliti memiliki gugus fungsi yang serupa, spektrum FTIR-nya juga akan menunjukkan

pola serapan yang nyaris identik (Desramadhani & Kusuma, 2023).

Edible film yang dihasilkan dari campuran pati batang aren, kitosan dan pemlastis hasilnya menunjukkan adanya gugus N-H yang tidak ada pada sampel pati batang aren. Pada sampel pati batang aren hanya terlihat gugus O-H, C-H dan C-O. Hal ini disebabkan oleh kandungan gugus amina - NH_2 di dalam kitosan yang dapat membentuk ikatan hidrogen dan memberikan sinyal N-H yang khas pada spektrum FTIR. Sebaliknya, pati hanya memiliki gugus O-H, C-H, dan C-O tanpa adanya gugus amina. Ketika pati dicampur dengan kitosan, gugus N-H dari kitosan masih terdeteksi dalam spektrum FTIR, menunjukkan bahwa tidak terjadi reaksi kimia antara komponen penyusun. Interaksi yang terjadi bersifat fisik, yaitu berupa pembentukan ikatan hidrogen antara gugus N-H dari kitosan dan gugus O-H dari pati. Interaksi ini menyebabkan perubahan posisi (pergeseran) dan perluasan puncak serapan pada spektrum FTIR yang menjadi indikasi adanya penanda antar molekul melalui ikatan hidrogen (Avramescu et al., 2020).

2. Analisa Ketebalan

Uji ketebalan pada *edible film* penting dilakukan karena ketebalan *film* dapat memengaruhi sifat mekaniknya, seperti kekuatan tarik dan laju transmisi uap air. Selain itu, ketebalan juga dapat memengaruhi penampilan visual kemasan sehingga berpengaruh pada daya tarik produk. Dalam beberapa kasus, ketebalan *film* juga bisa memengaruhi rasa dan tekstur produk makanan yang dikemas (Afifah et al., 2018). Hasil uji ketebalan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Ketebalan *Edible film*

Jenis Sampel <i>Edible film</i>	Ketebalan (mm)	<i>Japanese Industrial Standard (JIS)</i>
EF Kontrol	0,18	0,25 mm
EF Sorbitol 30%	0,20	
EF Gliserol 30%	0,22	
EF GS (1:1)	0,25	

Ketebalan *edible film* pada setiap jenis sampel ditampilkan pada Tabel 4.4. Dari tabel tersebut, terlihat bahwa ketebalan *film* berkisar antara 0,18 mm hingga 0,25 mm. Rentang ini menunjukkan bahwa seluruh sampel masih memenuhi kriteria yang baik karena tidak melebihi batas maksimum ketebalan *edible film* yang ditetapkan oleh *Japanese Industrial Standard (JIS)*, yaitu 0,25 mm (Arisyida et al., 2024). Perbedaan

ketebalan *edible film* disebabkan oleh jenis dan keberadaan bahan *plasticizer* yang digunakan. EF gliserol memiliki sifat higroskopis tinggi dan mampu menarik serta menahan air sehingga memberikan fleksibilitas dan meningkatkan ketebalan *film* hingga 0,22 mm. EF GS menghasilkan ketebalan tertinggi 0,25 mm karena kombinasi keduanya memberikan efek sinergis dalam meningkatkan plastisitas dan pembengkakan matriks *film*. EF sorbitol sendiri cenderung menghasilkan *film* yang lebih tipis 0,20 mm dibandingkan gliserol karena kemampuannya menarik air lebih rendah dan memberikan struktur yang lebih kaku. Sementara itu, EF kontrol memiliki ketebalan paling rendah 0,18 mm karena tidak ada bahan yang membantu memperluas jaringan polimer sehingga struktur *film* menjadi lebih rapat dan tipis (Unsa & Paramastri, 2018).

Hasil penelitian ini sejalan dengan Unsa & Paramastri (2018) yang menyatakan bahwa nilai ketebalan kombinasi gliserol dengan sorbitol menghasilkan nilai tertinggi dikarenakan penambahan konsentrasinya memperbesar total padatan dalam larutan. Semakin tinggi kadar *plasticizer*, semakin banyak polimer yang menyusun matriks *film* akibat

peningkatan padatan terlarut. Hal ini secara langsung memengaruhi pembentukan lapisan yang lebih tebal. Selain itu, *plasticizer* juga meningkatkan kekentalan larutan sehingga memengaruhi struktur fisik *film*. Akibatnya, semakin besar konsentrasi *plasticizer*, semakin tebal *edible film* yang dihasilkan.

3. Analisa Daya Serap Air

Pengujian daya serap air pada *edible film* bertujuan untuk mengetahui seberapa tahan *film* tersebut terhadap air. Ketahanan ini sangat penting karena berpengaruh pada kualitas dan fungsi *edible film* sebagai pelapis makanan. *Edible film* yang baik seharusnya mampu melindungi makanan dari kelembapan agar tidak cepat rusak. Daya serap air dipengaruhi oleh sifat bahan penyusun *film*, seperti pati batang aren yang bersifat hidrofilik. Selain itu, penambahan bahan tambahan seperti gliserol, sorbitol dan kitosan juga bisa memengaruhi kemampuan *film* dalam menahan air (Nairfana & Ramdhani, 2021). Hasil uji daya serap air dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Daya Serap Air *Edible film*

Jenis Sampel <i>Edible film</i>	Daya Serap Air (%)
EF Kontrol	37,0086±7,4292
EF Sorbitol 30%	34,1004±0,6054
EF Gliserol 30%	18,8339±0,2455
EF GS (1:1)	17,7348±0,5756

Keterangan: di mana angka setelah tanda $\pm$ menunjukkan standar deviasi dari data.

Perbedaan nilai daya serap air EF kontrol 37,0086%±7,4292; EF sorbitol 34,1004%±0,6054; EF gliserol 18,8339%±0,2455 dan EF GS 17,7348%±0,5756 terjadi karena sifat dan mekanisme kerja masing-masing pemlastis terhadap struktur matriks *film*. Penambahan pemlastis seperti gliserol dan sorbitol dapat meningkatkan fleksibilitas dan menurunkan kekakuan *film* dengan cara mengurangi ikatan hidrogen antar molekul polimer sehingga air lebih sulit untuk diserap ke dalam matriks *film* yang lebih fleksibel dan rapat (Unsa & Paramastri, 2018). Gliserol dan sorbitol bersifat hidrofilik, namun pada konsentrasi tertentu, keberadaan pemlastis dapat mengisi ruang antar molekul polimer sehingga mengurangi ruang bagi air untuk masuk yang menyebabkan daya serap air sedikit menurun dibandingkan tanpa pemlastis (Nairfana & Ramdhani,

2021). Penurunan daya serap air paling besar terjadi pada EF GS karena kombinasi keduanya mampu membentuk struktur *film* yang lebih kompak dan stabil. Akibatnya, penetrasi air semakin terhambat. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi dan kombinasi pemlastis, semakin rendah daya serap air *edible film* karena jumlah air yang terikat oleh polisakarida menurun akibat interaksi dengan pemlastis (Unsa & Paramastri, 2018).

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Unsa & Paramastri (2018) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi *plasticizer*, semakin rendah kadar airnya. Hal ini terjadi karena *plasticizer* mengurangi kemampuan polisakarida untuk mengikat air. Selain itu, *plasticizer* yang lebih tinggi juga memperkuat ikatan antar molekul dalam *film*, sehingga air semakin sulit terserap. Akibatnya, nilai daya serap air pada *edible film* menurun. Dengan demikian, semakin banyak *plasticizer* yang ditambahkan, semakin baik ketahanan *film* terhadap air.

4. Analisa Laju Transmisi Uap Air

Uji Laju Transmisi Uap Air (WVTR) pada *edible film* mengukur kemampuannya menghambat permeabilitas uap air. Nilai WVTR yang rendah dapat

menunjukkan *barrier* yang baik. *Edible film* yang ideal harus memiliki WVTR rendah agar dapat melindungi makanan dari kelembaban berlebih. Selain itu, nilai WVTR yang rendah juga membantu memperpanjang umur simpan dan menjaga kualitas produk. Laju transmisi yang rendah mencegah kerusakan seperti perubahan tekstur, pertumbuhan mikroba atau reaksi kimia merugikan (Dewi et al., 2021). Hasil uji laju transmisi uap air dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 WVTR *Edible film*

Jenis Sampel <i>Edible film</i>	Laju Transmisi Uap Air (g/m ² /day)	<i>Japanese Industrial Standart (JIS)</i>
EF Kontrol	0,0048±0,0055	
EF Sorbitol 30%	0,0095±0,0065	Maksimal
EF Gliserol 30%	0,0088±0,0001	10g/m ² /day
EF GS (1:1)	0,0148±0,0023	

Keterangan: di mana angka setelah tanda ± menunjukkan standar deviasi dari data.

Laju transmisi uap air pada EF kontrol, sebesar 0,0048 g/m²/day±0,0055, sedangkan EF sorbitol meningkat menjadi 0,0095 g/m²/day±0,0065 dan EF gliserol sebesar 0,0088 g/m²/day±0,0001. EF GS menghasilkan laju transmisi uap air tertinggi, yaitu 0,0148 g/m²/day±0,0023. Penambahan *plasticizer* memang membuat laju transmisi uap air meningkat,

tetapi nilai laju transmisi yang dihasilkan masih sesuai dengan *Japanese Industrial Standard* (JIS), yaitu maksimal $10 \text{ g/m}^2/\text{day}$ (Arisyida et al., 2024).

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Uge et al., 2021) dalam penelitiannya dinyatakan bahwa penambahan *plasticizer* dalam suatu *film* dapat menyebabkan laju transmisi uap air meningkat. Hal ini disebabkan oleh *plasticizer* yang bersifat hidrofilik, di mana semakin tinggi kandungan komponen hidrofilik dalam *film*, maka semakin besar kemampuannya untuk mentransmisikan uap air. Penambahan gliserol juga dapat memperbesar jarak antar molekul dalam struktur *film* sehingga mempermudah masuknya dan pergerakan uap air di dalamnya. Selain itu, *film* dengan karakteristik hidrofilik cenderung lebih mudah dilalui oleh uap air. Nilai laju transmisi uap air sangat dipengaruhi oleh rasio antara komponen hidrofilik dan hidrofobik dalam *film*, di mana laju transmisi yang rendah mencerminkan tingkat hidrofobisitas yang tinggi. Beberapa faktor lain yang turut memengaruhi laju transmisi uap air antara lain adalah integritas struktur *film*, rasio antara daerah kristalin dan amorf, serta mobilitas rantai polimer dalam matriks *film*.

5. Analisa Kuat Tarik

Uji kuat tarik pada *edible film* mengukur batas kekuatannya saat menahan gaya sebelum robek atau patah. *Edible film* dengan kuat tarik tinggi lebih tahan terhadap kerusakan fisik seperti gesekan atau benturan. Nilai ini memastikan *film* cukup kuat melindungi produk selama distribusi dan penyimpanan. Hasil uji juga membantu menilai standar keamanan dan kualitas kemasan makanan. Dengan demikian, uji kuat tarik penting untuk mengetahui kinerjanya (Syahputra, 2022). Hasil uji kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Kuat Tarik *Edible film*

Jenis Sampel <i>Edible film</i>	Kuat Tarik (MPa)	<i>Japanese Industrial Standart (JIS)</i>
EF Kontrol	35,876	
EF Sorbitol 30%	5,650	Minimal 0,392
EF Gliserol 30%	4,233	MPa
EF GS (1:1)	3,240	

EF kontrol memiliki kuat tarik tinggi 35,876 MPa karena molekul polimernya saling berikatan dengan kuat dan rapat membuatnya lebih tahan terhadap tarikan. Namun, ketika ditambahkan *plasticizer* seperti sorbitol atau gliserol, kuat tariknya menurun karena bahan-bahan ini mengurangi ikatan antar molekul

polimer sehingga *film* menjadi lebih lentur tapi kurang kuat. EF sorbitol menurunkan kuat tarik 5,650 MPa dengan melunakkan struktur *film*, sementara EF gliserol 4,233 MPa bekerja lebih efektif dalam melemahkan ikatan polimer, membuat *film* sangat fleksibel namun lebih lemah. EF GS 3,240 MPa menghasilkan kuat tarik terendah karena efek pelemahan ikatan polimer semakin besar, membuat *film* sangat elastis namun kekuatannya berkurang drastis. Hal ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menyatakan bahwa plastisizer memang meningkatkan kelenturan *edible film*, tetapi di sisi lain mengurangi kekuatan tariknya (Asriani et al., 2025). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh sampel masih memenuhi kriteria yang baik karena masih pada rentang nilai kuat tarik *edible film* yang ditetapkan oleh *Japanese Industrial Standard (JIS)*, yaitu minimal 0,392 MPa (Arisyida et al., 2024).

Hasil ini juga didukung oleh penelitian Sitompul & Zubaidah (2017), yang menyatakan bahwa penambahan *plasticizer* mengurangi gaya tarik antar molekul polimer selama proses penguapan air. Akibatnya, sifat mekanik *film* mengalami penurunan seiring meningkatnya konsentrasi *plasticizer*.

Plasticizer juga memperlemah ikatan hidrogen dalam struktur *film* yang pada akhirnya mampu meningkatkan fleksibilitasnya. *Film* yang dihasilkan menjadi lebih elastis, lembut dan mudah ditekuk, namun kuat tariknya berkurang. Dengan demikian, semakin tinggi *plasticizer*, semakin fleksibel *film*nya, tetapi daya tahannya terhadap tarikan melemah.

6. Analisa Persen Pemanjangan (Elongasi)

Uji persen pemanjangan dalam *edible film* dilakukan untuk mengukur seberapa jauh *film* dapat meregang sebelum putus. Hal ini penting untuk menilai fleksibilitas dan elastisitas *film*. *Film* yang elastis akan lebih tahan terhadap kerusakan saat digunakan sebagai kemasan makanan. Uji ini juga membantu mengetahui pengaruh bahan tambahan seperti *plasticizer* terhadap sifat *film*. Dengan demikian, persen pemanjangan menjadi indikator utama kualitas mekanik *edible film* (Handayani & Nurzanah, 2018). Hasil uji persen pemanjangan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Elongasi *Edible film*

Jenis Sampel <i>Edible film</i>	Elongasi (%)	<i>Japanese Industrial Standart (JIS)</i>
EF Kontrol	4,333	
EF Sorbitol 30%	46,833	Buruk <10%
EF Gliserol 30%	98,333	Baik >50%
EF GS (1:1)	157,333	

Hasil persen pemanjangan EF kontrol sebesar 4,333% menunjukkan *film* yang sangat kaku dan rapuh akibat ikatan antarmolekul yang kuat. EF sorbitol meningkatkan elongasi menjadi 46,833% karena sorbitol membantu mengurangi ikatan hidrogen dan meningkatkan fleksibilitas *film*. Namun, *edible film* dengan kristalinitas sorbitol yang tinggi memiliki kuat tarik lebih besar tetapi fleksibilitasnya menurun sehingga nilai elongasinya tidak setinggi gliserol (Unsa & Paramastri, 2018). EF gliserol memberikan peningkatan elongasi yang signifikan hingga 98,333% karena gliserol dapat menembus matriks polimer dengan mudah dan meningkatkan mobilitas rantai polimer. Penambahan gliserol dalam pembuatan *edible film* juga meningkatkan fleksibilitas *film* secara optimal. Hal ini sejalan dengan penelitian Harianingsih et al (2017) yang menunjukkan bahwa gliserol mengurangi

interaksi antarmolekul sehingga *film* menjadi lebih fleksibel.

EF GS menghasilkan elongasi sebesar 157,333% yang lebih tinggi dibanding gliserol tunggal. Hal ini kemungkinan akibat interaksi sinergis antara kedua *plasticizer* yang meningkatkan fleksibilitas *film* lebih jauh. Menurut standar elongasi yang baik dari *Japanese Industrial Standard* ialah lebih dari 50% jika kurang dari 10% maka dapat dikatakan buruk sehingga *plasticizer* sangat berperan penting dalam meningkatkan elastisitas *edible film* (Arisyida et al., 2024). Dengan demikian, campuran gliserol dan sorbitol terbukti paling efektif dalam meningkatkan elongasi *edible film*, diikuti oleh gliserol dan sorbitol.

7. Analisa Elastisitas

Uji elastisitas pada *edible film* bertujuan untuk mengukur kemampuan *film* dalam meregang atau memanjang sebelum putus, menunjukkan tingkat fleksibilitasnya. Sifat elastis ini penting karena *edible film* sebagai kemasan makanan harus tahan terhadap perubahan bentuk tanpa mudah retak. Kemampuan meregang yang baik memungkinkan *film* bertahan dari tekanan mekanis selama proses pengemasan dan distribusi. Selain itu, elastisitas yang optimal juga

mencegah kerusakan kemasan akibat perubahan bentuk selama penyimpanan. Karakteristik ini menjadikan uji elastisitas sebagai salah satu parameter kunci dalam pengembangan *edible film* yang fungsional (Handayani & Nurzanah, 2018). Hasil uji elastisitas dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Elastisitas *Edible film*

Jenis Sampel <i>Edible film</i>	Elastisitas (MPa/%)
EF Kontrol	8,2797
EF Sorbitol 30%	0,1206
EF Gliserol 30%	0,0430
EF GS (1:1)	0,0205

Nilai elastisitas EF kontrol sangat tinggi yaitu 8,2797 MPa karena rantai polimer saling terikat kuat sehingga *film* menjadi kaku dan rapuh. EF sorbitol dan EF gliserol menurunkan nilai elastisitas secara signifikan, masing-masing menjadi 0,1206 MPa dan 0,0430 MPa, karena *plasticizer* memecah ikatan antar rantai polimer dan meningkatkan fleksibilitas *film*. Gliserol cenderung lebih efektif daripada sorbitol dalam meningkatkan elastisitas karena kemampuannya membentuk ikatan hidrogen dengan polimer yang menggantikan ikatan antar rantai polimer. EF GS menghasilkan nilai elastisitas terendah 0,0205 MPa, menunjukkan efek sinergis dalam meningkatkan

kelenturan dan mengurangi kekakuan *film* (Syiami et al., 2021).

Nilai elastisitas meningkat seiring dengan bertambahnya kekuatan tarik, namun menurun seiring dengan meningkatnya elongasi. *Edible film* yang mempunyai nilai elastisitas tinggi mampu memberikan perlindungan dan pelapisan yang lebih efektif (Unsa & Paramastri, 2018). Nilai elastisitas yang didapatkan semakin rendah, maka *edible film* yang dihasilkan akan semakin lentur. Penambahan campuran *plasticizer* sorbitol dan gliserol terbukti menurunkan elastisitas dan meningkatkan fleksibilitas (Syiami et al., 2021).

D. Analisis Total Mikroba

Metode *total plate count* (TPC) digunakan dalam penelitian ini untuk menguji total mikroba pada larutan *edible film*, di mana perhitungan dilakukan tanpa identifikasi jenis mikroba. Perhitungan *total plate count* perlu dilakukan untuk menilai kelayakan konsumsi suatu bahan pangan berdasarkan tingkat kontaminasi mikroba yang terkandung di dalamnya (Ali et al., 2017). Hasil pengujian tersebut ditampilkan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 *TPC Edible film*

Jenis Sampel	Total Plate Count (CFU/mL)	Standar Nasional Indonesia (SNI) Makanan
Anggur Tanpa Perlakuan	$3,4 \times 10^6$	1×10^8 CFU/mL
Anggur dengan EF Kontrol	1×10^6	
Anggur dengan EF Sorbitol 30%	$1,4 \times 10^6$	
Anggur dengan EF Gliserol 30%	$1,1 \times 10^6$	
EF GS (1:1)	$1,4 \times 10^6$	

Hasil uji *total plate count* (TPC) pada anggur menunjukkan bahwa anggur tanpa perlakuan memiliki nilai TPC tertinggi, yaitu $3,4 \times 10^6$ CFU/mL. Anggur yang dilapisi *edible film* mengalami penurunan nilai TPC dengan EF kontrol sebesar 1×10^6 CFU/mL, sedangkan EF sorbitol dan EF gliserol masing-masing sebesar $1,4 \times 10^6$ CFU/mL dan $1,1 \times 10^6$ CFU/mL. EF GS menghasilkan nilai TPC $1,4 \times 10^6$ CFU/mL, menunjukkan bahwa *edible film* berperan sebagai penghalang terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Hal tersebut dimungkinkan adanya penambahan kitosan yang berfungsi untuk menghambat pertumbuhan bakteri atau mikroorganisme lainnya. Penurunan ini membuktikan bahwa lapisan *edible film* mampu mengurangi kontaminasi mikroba pada

permukaan anggur. Meskipun nilai TPC pada *edible film* dengan pmlastis lebih tinggi dibanding tanpa pmlastis, hal ini disebabkan oleh sifat hidrofilik pmlastis yang memengaruhi struktur *film* (Hamdany et al., 2024).

Nilai TPC yang dihasilkan masih jauh di bawah batas maksimum SNI untuk mikroorganisme total pada makanan, yaitu 1×10^8 CFU/mL sehingga anggur dengan *edible film* tetap aman dikonsumsi (Rakhmawati & Handayani, 2020). Penambahan pmlastis seperti sorbitol dan gliserol memengaruhi sifat fisik *edible film*, termasuk ketebalan dan permeabilitas yang berdampak pada efektivitas penghambatan mikroba (Unsa & Paramastri, 2018). Meskipun demikian, *edible film* dengan maupun tanpa pmlastis terbukti efektif mengurangi jumlah mikroba pada anggur. Dengan demikian, penggunaan *edible film* dapat memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas produk pangan sesuai standar keamanan SNI. Hasil ini menunjukkan bahwa *edible film* merupakan solusi potensial untuk meningkatkan keamanan dan daya tahan buah anggur.

E. Aplikasi *Edible film* pada Buah anggur

1. Uji Susut Bobot

Susut bobot merupakan penurunan massa buah yang terjadi akibat proses respirasi dan transpirasi

sehingga kadar air dalam buah anggur berkurang. Penyusutan bobot selama penyimpanan terutama terjadi karena hilangnya air dari buah. Kehilangan air pada produk segar dapat menurunkan kualitas dan mempercepat kerusakan. Proses ini tidak hanya mengurangi berat buah tetapi juga memengaruhi kesegarannya. Akibatnya, buah menjadi lebih cepat layu dan kurang menarik secara visual (Kusumawati et al., 2018). Hasil uji susut bobot dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Susut Bobot

Jenis Sampel	Susut Bobot (%)
Anggur Tanpa Perlakuan	20,9823±2,0854
Anggur dengan EF Kontrol	13,9828±2,4579
Anggur dengan EF Sorbitol 30%	17,3997±1,1483
Anggur dengan EF Gliserol 30%	13,8783±0,2805
Anggur dengan EF GS (1:1)	17,9458±2,8143

Keterangan: di mana angka setelah tanda $\pm$ menunjukkan standar deviasi dari data.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *edible film* (EF) memberikan dampak signifikan pada penurunan bobot anggur selama penyimpanan. Anggur yang tidak mendapatkan

perlakuan mengalami penurunan bobot tertinggi sebesar $20,9823\% \pm 2,0854$ menunjukkan kehilangan air yang tinggi. Penerapan *edible film* dapat mengurangi penurunan bobot, di mana perlakuan dengan EF gliserol menunjukkan hasil yang paling baik $13,8783\% \pm 0,2805$, lebih rendah dibandingkan dengan EF kontrol $13,9828\% \pm 2,4579$ dan EF sorbitol $17,3997\% \pm 1,1483$. Gliserol memiliki sifat higroskopis dan dapat menciptakan struktur *film* yang padat serta elastis sehingga lebih efisien dalam menghambat penguapan air. Di sisi lain, anggur dengan EF GS menghasilkan penurunan bobot yang lebih tinggi $17,9458\% \pm 2,8143$. Hal ini mungkin disebabkan oleh interaksi antara *plasticizer* yang mengganggu kestabilan dan kerapatan struktur *film* sehingga meningkatkan permeabilitas terhadap uap air (Unsa & Paramastri, 2018). Secara keseluruhan, penggunaan *edible film*, khususnya dengan gliserol saja terbukti efektif dalam menjaga stabilitas bobot buah saat penyimpanan dengan mengurangi kehilangan air. Hal ini sejalan dengan penelitian Widyanti et al (2022) yang menyatakan bahwa penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* dapat meningkatkan fleksibilitas dan

mengurangi kerapuhan pada *edible film* sehingga lebih efektif dalam mengurangi susut bobot.

Pada uji susut bobot ini dihasilkan nilai terendah berada pada penambahan *plasticizer* gliserol, sedangkan sebelumnya untuk uji TPC *edible film* tanpa *plasticizer* menunjukkan hasil uji *total plate count* (TPC) yang paling rendah, hal tersebut dapat terjadi karena adanya zat antimikroba yang efektif mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Perbedaan ini terjadi karena fungsi berbeda dari masing-masing bahan, gliserol lebih baik dalam mempertahankan kelembaban buah, sementara *edible film* tanpa *plasticizer* lebih efektif secara antimikroba, karena kinerja kitosan belum berinteraksi dengan *plasticizer*. Dengan demikian, hasil pengukuran penurunan bobot dan TPC menunjukkan pola yang berbeda akibat mekanisme kerja bahan yang beragam (Rochima et al., 2018).

2. Uji Organoleptik

Uji organoleptik pada *edible film* bertujuan untuk mengevaluasi warna, aroma, dan tekstur karena *film* ini bersentuhan langsung dengan makanan dan kemungkinan termakan. Pengujian ini penting untuk memastikan tidak ada efek negatif seperti bau tidak sedap atau tekstur yang mengganggu. Selain itu, uji ini

membantu memilih bahan yang tidak hanya efektif secara fungsional tetapi juga disukai secara sensoris, seperti *plasticizer* dengan pewarna alami menarik. Dengan demikian, *edible film* tidak hanya berperan sebagai kemasan, tetapi juga meningkatkan pengalaman konsumsi makanan (Kalaka et al., 2022). Hasil uji organoleptik yang didapatkan, kemudian dilakukan analisis awal dengan uji normalitas untuk menentukan data terdistribusi normal atau tidak normal. Data yang didapatkan dari uji normalitas yaitu berdistribusi tidak normal sehingga digunakan uji nonparametrik yaitu menggunakan uji Kruskal-Wallis, hasil hipotesis dari uji Kruskal-Wallis menunjukkan H_0 ditolak dan H_a diterima sehingga dapat disimpulkan adanya perbedaan yang signifikan terhadap sifat aroma, warna dan tekstur antara sampel 1-5, baik yang menggunakan *edible film* maupun anggur tanpa *edible film* ($p < 0,05$). Oleh karena itu, dilakukan analisis lanjutan menggunakan uji Dunn (Dianti et al., 2023).

a. Aroma

Aroma merupakan faktor yang sangat penting dalam pemasaran yang melibatkan indera. Aroma dilihat sebagai bagian utama dalam lingkungan fisik terkait produk (Rahmadhanimara et al., 2022). Hasil

dari uji organoleptik pada penelitian ini menunjukkan bahwa EF gliserol memiliki nilai rata-rata tertinggi sesuai dengan Tabel 4.11, yaitu 40,05. Di sisi lain, anggur tanpa perlakuan mendapat nilai terendah sesuai dengan Tabel 4.11, yaitu 6,90. Anggur tanpa perlakuan dan anggur dengan EF sorbitol dan EF GS tidak menunjukkan perbedaan. Sedangkan anggur dengan EF kontrol dan anggur dengan EF sorbitol, EF gliserol maupun EF GS tidak menunjukkan perbedaan. Untuk anggur dengan EF sorbitol tidak menunjukkan perbedaan pada anggur tanpa perlakuan, anggur dengan EF kontrol, EF gliserol maupun EF GS. Namun untuk anggur dengan EF gliserol tidak menunjukkan adanya perbedaan hanya pada anggur dengan EF kontrol dan EF sorbitol. Sedangkan untuk anggur dengan EF GS tidak memiliki perbedaan dengan anggur tanpa perlakuan, anggur dengan EF kontrol dan anggur dengan EF sorbitol.

b. Warna

Warna memberikan kesan awal yang penting karena berhubungan dengan penglihatan. Sebagai parameter pertama yang dirasakan oleh indera, warna memiliki peranan yang besar dalam cara

penyajian. Warna yang menarik dapat meningkatkan selera dan menarik minat para panelis. Penampilan visual ini sering kali membentuk persepsi awal orang terhadap produk (Rahmawati et al., 2025). Hasil dari uji organoleptik pada penelitian ini menunjukkan bahwa EF gliserol mendapatkan nilai tertinggi sesuai dengan Tabel 4.11, yaitu 40,60. Di sisi lain, anggur tanpa perlakuan mendapatkan nilai terendah sesuai dengan Tabel 4.11, yaitu 9,05. Anggur tanpa perlakuan dan anggur dengan EF sorbitol dan EF GS tidak menunjukkan perbedaan. Sedangkan anggur dengan EF kontrol dan anggur dengan EF sorbitol, EF gliserol maupun EF GS tidak menunjukkan perbedaan. Untuk anggur dengan EF sorbitol tidak menunjukkan perbedaan pada anggur tanpa perlakuan, anggur dengan EF kontrol dan EF GS. Namun untuk anggur dengan EF gliserol tidak menunjukkan adanya perbedaan hanya pada anggur dengan EF kontrol. Sedangkan untuk anggur dengan EF GS tidak memiliki perbedaan dengan anggur tanpa perlakuan, anggur dengan EF kontrol dan anggur dengan EF sorbitol.

c. Tekstur

Tekstur adalah campuran dari sifat-sifat mekanis, bentuk dan permukaan produk yang bisa dikenali lewat alat sensorik mekanis, perasaan dan juga, jika perlu, mata dan telinga (Rahmawati et al., 2025). Hasil dari uji organoleptik pada penelitian ini menunjukkan bahwa EF gliserol mendapatkan nilai tertinggi sesuai dengan Tabel 4.11, yaitu 40,75 dan paling disukai oleh para panelis. Sebaliknya, anggur tanpa perlakuan memperoleh nilai terendah sesuai dengan Tabel 4.11, yaitu 8,10. Anggur tanpa perlakuan dan anggur dengan EF sorbitol dan EF GS tidak menunjukkan perbedaan. Sedangkan anggur dengan EF kontrol dan anggur dengan EF sorbitol maupun EF gliserol tidak menunjukkan perbedaan. Untuk anggur dengan EF sorbitol tidak menunjukkan perbedaan pada anggur tanpa perlakuan, anggur dengan EF kontrol, EF gliserol maupun EF GS. Namun untuk anggur dengan EF gliserol tidak menunjukkan adanya perbedaan hanya pada anggur dengan EF kontrol dan EF sorbitol. Sedangkan untuk anggur dengan EF GS tidak memiliki perbedaan dengan anggur tanpa

perlakuan, anggur dengan EF kontrol dan anggur dengan EF sorbitol.

Hasil uji organoleptik dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Organoleptik

Jenis Sampel	Nilai <i>Mean Rank</i> Uji Organoleptik		
	Aroma	Warna	Tekstur
Anggur Tanpa Perlakuan (Sampel 1)	6,90 ^a	9,05 ^a	8,10 ^a
Anggur dengan EF Kontrol (Sampel 2)	36,75 ^{bc}	36,55 ^{bc}	37,15 ^b
Anggur dengan EF Sorbitol (Sampel 3)	24,60 ^{ab}	21,40 ^{ab}	25,00 ^{ab}
Anggur dengan EF Gliserol (Sampel 4)	40,05 ^b	40,60 ^c	40,75 ^b
Anggur dengan EF GS (sampel 5)	19,20 ^{ac}	19,90 ^{ab}	16,50 ^a

Keterangan: Notasi huruf yang berada setelah angka ialah menunjukkan tidak terdapat perbedaan jika hurufnya sama, namun jika yang muncul huruf berbeda berarti terdapat perbedaan. Seluruh hasil di atas didasarkan pada uji Dunn dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$.

Uji Dunn menggunakan H_0 yang menguji perbedaan rata-rata peringkat, bukan perbedaan median, karena data dari uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa distribusinya tidak sama antar

kelompok. Hasil analisis menggunakan Dunn menunjukkan bahwa sampel anggur yang dilapisi dengan EF Gliserol menunjukkan hasil terbaik karena nilai *mean rank* uji organoleptik yang didapatkan paling tinggi yaitu pada aroma 40,05; pada warna 40,60 dan pada tekstur 40,75. Kemudian diikuti oleh anggur dengan EF kontrol, selanjutnya anggur dengan EF sorbitol, anggur dengan EF GS dan yang paling rendah ialah anggur tanpa perlakuan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pati dari batang aren yang dihasilkan berbentuk serbuk putih dan menunjukkan hasil positif terhadap uji amilum dengan perubahan warna menjadi biru kehitaman. Hasil uji FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-H dan C-O pada pati tersebut. *Edible film* terbuat dari pati batang aren-kitosan, baik yang tidak mengandung *plasticizer* maupun yang mengandung *plasticizer* umumnya memiliki warna putih tulang bening. EF GS menghasilkan sifat mekanik terbaik, dengan kuat tarik 3,240 MPa, elastisitas 0,0205 MPa/% dan elongasi tertinggi 157,333%. Secara fisik, EF GS juga unggul dalam daya serap air terendah (17,73%) dan ketebalan tertinggi (0,25 mm), menandakan struktur *film* paling rapat. Namun, untuk laju transmisi uap air (WVTR), *film* kontrol tanpa *plasticizer* justru lebih baik (0,0089 g/m²/24 jam), dibanding GS (0,0148 g/m²/24 jam) menandakan permeabilitas uap air yang lebih besar. Pada spektrum FTIR ditemukan adanya vibrasi ikatan O-H, C-H pada alkana, N-H, dan C-O. Dengan mengombinasikan gliserol dan sorbitol, sifat fisik dan mekanik dari *edible film* dapat ditingkatkan

sehingga memenuhi standar *Japanese Industrial Standard* (JIS).

2. Hasil uji coba *edible film* yang diaplikasikan pada buah anggur menunjukkan hasil uji TPC terbaik terdapat pada anggur dengan *edible film* kontrol yaitu 1×10^6 , sedangkan susut bobot terbaik terdapat pada anggur dengan *edible film* gliserol, yaitu sebesar 13,8783%. Uji organoleptik dengan analisis uji Kruskal-Wallis menunjukkan $p\text{-value} < 0,05$ yang menandakan adanya perbedaan signifikan dengan parameter aroma, warna, dan tekstur antara sampel 1-5, baik yang menggunakan *edible film* maupun anggur tanpa *edible film*. Kemudian dilanjutkan menggunakan uji Dunn, hasilnya menunjukkan bahwa sampel anggur yang dilapisi dengan EF Gliserol menunjukkan hasil terbaik karena nilai *mean rank* uji organoleptik yang didapatkan paling tinggi yaitu pada aroma 40,05; pada warna 40,60 dan pada tekstur 40,75. Kemudian diikuti oleh anggur dengan EF kontrol, selanjutnya anggur dengan EF sorbitol, anggur dengan EF GS dan yang paling rendah ialah anggur tanpa perlakuan.

B. Saran

1. Perlu dilakukan variasi kombinasi *plasticizer* untuk mengetahui pada konsentrasi berapa *edible film* menghasilkan sifat fisik dan mekanik yang optimal.
2. Perlu dilakukan pengujian secara triplo pada setiap jenis uji agar hasilnya dapat dianalisis secara menyeluruh menggunakan uji statistik.
3. Perlu dilakukan uji coba pada pati yang berbeda dan bagaimana interaksi pati tersebut, apakah mudah larut dalam air atau sukar larut terhadap air.
4. Perlu dilakukan uji amilosa dan amilopektin pada pati yang akan digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiah, E. N. (2021). *Formulasi Edible Film Berbasis Kitosan dengan Fortifikasi Ekstrak Kayu Secang (Caesalpinia sappan L.) Sebagai Antioksidan*. Skripsi. Makassar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
- Afifah, N., Sholichah, E., Indrianti, N., & Darmajana, D. A. (2018). Pengaruh kombinasi plasticizer terhadap karakteristik edible film dari karagenan dan lilin lebah. *Jurnal Biopropal Industri*, 9(1), 49–60.
- Ali, H., Baehaki, A., & Lestari, S. D. (2017). Karakteristik Edible Film Gelatin-Kitosan dengan Tambahan Ekstrak Genjer (*Limnocharis flava*) dan Aplikasi pada Pempek Characterization of Gelatin-Chitosan Edible Film with The Addition of Yellow Velvetleaf Fruits. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 6(1), 26–38.
- Amalia, Z., Zaimahwati, & Zuhra. (2022). Pembuatan Edible Film Pati Singkong-Kitosan Dengan Penambahan Plasticizer Gliserol Sebagai Plastik Kemasan. *Jurnal RISTERA (Jurnal Riset, Inovasi, Teknologi Dan Terapan)*, 1(1), 15–18.
- Andiati, H. A., Gumilar, J., & Wulandari, E. (2022). Pemanfaatan gelatin ceker itik dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer terhadap sifat fisik edible

- film. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(3), 289–299.
- Anwar, C., Irhami, I., & Kemalawaty, M. (2019). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Dengan Mengkaji Jenis Varietas dan Lama Pengeringan. *Jurnal Teknotan*, 12(2), 33–44.
- Apriliani, A. K., Hafsari, A. R., & Suryani, Y. (2019). Pengaruh Penambahan Gliserol dan Kitosan Terhadap Karakteristik Edible Film dari Kombucha Teh Hijau (*Camelia Sinensis* L.). *Proceeding Biology Education Conference*, 16(1), 275–279.
- Arifan, F., Winarni, S., Wahyuningsih, W., Pudjihastuti, I., & Broto, R. W. (2019). Total Plate Count (TPC) Analysis of Processed Ginger on Tlogowungu Village. *Atlantis Press*, 167(1), 377–379.
- Arisyida, C. P., Sholichah, E., Budiati, T., Studi Teknologi Rekayasa Pangan, P., Teknologi Pertanian, J., Negeri Jember, P., & Riset Teknologi Tepat Guna -Badan Riset Inovasi Nasional, P. (2024). Characterization of Glucomannan-based Edible Film. *JOFE: Journal of Food Engineering*, 3(4), 155–164.
- Arlen, M., Malik, A., & Minan Chusni, M. (2023). *Aplikasi Model Discovery Learning Dalam Pembelajaran Fisika Elastisitas Bahan Fisika Kelas Xi* (T. MEdia (ed.); Edisi 1). Tahta Media Group.

- Asan-Ozusaglam, M., & Celik, I. (2024). Formulating edible films with red pitahaya extract and probiotic. *Foods and Raw Materials*, 13(1), 144–154.
- Asriani, N., Asikin, A. N., Irawan, I., & Kusumaningrum, I. (2025). Penambahan Campuran Plasticizer Gliserol dan Sorbitol Terhadap Karakteristik Edible Film Karagenan. *Journal of Marine Research*, 14(1), 45–53.
- Avramescu, S. M., Butean, C., Popa, C. V., Ortan, A., Moraru, I., & Temocico, G. (2020). Edible and functionalized films/coatings-performances and perspectives. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*, 10(7), 1–45.
- Barlina, R., Liwu, S., & Manaroinson, E. (2020). Potensi Dan Teknologi Pengolahan Komoditas Aren Sebagai Produk Pangan Dan Nonpangan. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 39(1), 35–47.
- Bhatt, P., Kumar, V., Goel, R., Sharma, S. K., Kaushik, S., Sharma, S., Shrivastava, A., & Tesema, M. (2022). Structural Modifications and Strategies for Native Starch for Applications in Advanced Drug Delivery. *BioMed Research International*, 2022(1), 1–14.
- BPS. (2025). *Produksi Tanaman Buah-buahan, 2021-2023*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id>
- Chakraborty, P., Chatterjee, S., Biswas, S. M., & Majhi, T. (2024). Advances in edible films for enhancing food

- quality and sustainability. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(4), 38–43.
- Coimbra, P., Marona, B., Henriques, M. H. F., Campos, L., Gomes, D. M. G. S., Vitorino, C., Sousa, J. J. S., Braga, M. E. M., & Gaspar, M. C. (2023). Edible films based on potato and quince peels with potential for the preservation of cured cheese. *Food Packaging and Shelf Life*, 40(1), 1–13.
- Coniwanti, P., Pertiwi, D., & Mutia Pratiwi, D. (2014). Pengaruh Peningkatan Konsentrasi Gliserol Dan Vco (Virgin Coconut Oil) Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Tepung Aren. *Teknik Kimia*, 20(2), 17–24.
- Desramadhani, R., & Kusuma, Ss. B. W. (2023). The Effect of Sorbitol Concentration on The Characteristics of Starch-Based Bioplastics. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 12(2), 130–142.
- Dewi, R., Rahmi, R., & Nasrun, N. (2021). Perbaikan Sifat Mekanik Dan Laju Transmisi Uap Air Edible Film Bioplastik Menggunakan Minyak Sawit Dan Plasticizer Gliserol Berbasis Pati Sagu. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), 61–77.
- Dianti, R., Simanjuntak, B. Y., & Tetes Wahyu W. (2023). Gaguk Fish Nugget Formulation (Arius Thalassinus) With Addition of Moringa Leaf Flour (Moringa Oleifera). *Media Gizi Indonesia*, 18(2), 157–163.

- Efrilia, M., Lisnawati, N., Prayoga, T., & Chandra, P. P. B. (2024). Uji Angka Lempeng Total dan Angka Kapang Khamir Ekstrak Buah Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Parapemikir : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 13(2), 204–210.
- Elisusanti, Illing, I., & Alam, M. N. (2019). Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Pati Kulit Pisang Kepok/Selulosa Serbuk Kayu Gergaji. *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 1(1), 14–19.
- Fadlelmoula, A., Pinho, D., Carvalho, V. H., Catarino, S. O., & Minas, G. (2022). Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy to Analyse Human Blood over the Last 20 Years: A Review towards Lab-on-a-Chip Devices. *Micromachines*, 13(2), 1–20.
- Fatnasari, A., Nocianitri, K. A., & Suparthana, I. P. (2018). The Effect of Glycerol Concentration on The Characteristic Edible Film Sweet Potato Starch (*Ipomoea batatas* L.). *Scientific Journal of Food Technology*, 5(1), 27–35.
- Fauziyah, N. (2020). Analisis Data Menggunakan Uji Non Parametrik di Bidang Kesehatan Masyarakat dan Klinis. In G. P. E. Mulyo (Ed.), *Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung* (Edisi 1). Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung.
- Fitri, A., Rahim, R., Nurhayati, Aziz, Pagiling, S. L., Natsir, I., Munfarikhatin, A., Simanjuntak, D. N., HUatgaol, K., &

- Anugrah, N. E. (2023). Dasar-dasar Statistika untuk Penelitian. In *Yayasan Kita Menulis*. Edisi 1. Medan: Yayasan Kita Menulis. [https://repository.unugiri.ac.id:8443/id/eprint/4882/1/Anisa %2C Buku Dasar-dasar Statistika untuk Penelitian.pdf](https://repository.unugiri.ac.id:8443/id/eprint/4882/1/Anisa%20Buku%20Dasar-dasar%20Statistika%20untuk%20Penelitian.pdf)
- Fitri, A. S., & Fitriana, Y. A. N. (2020). Analisis Senyawa Kimia pada Karbohidrat. *Sainteks*, 17(1), 45–52.
- Girgin, B., & Tugrul, N. (2023). Development of dry walnut shell edible film plasticized with glycerol and/or sorbitol and incorporated with aloe vera gel and lemon essential oil. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, 67(2), 193–204.
- Hamdany, J. N., Khoiriyah, Z., Yuliani, Y., Rahayu, S., Trensains, S., & Sragen, M. (2024). Pemanfaatan Pati Ubi Jalar Serta Kitosan Sebagai Antimikroba Dalam Pembuatan Edible film. *Jurnal Integrasi Sains Dan Qur'an*, 3(1), 240–246.
- Hamzah, A. (2019). The Characteristics and The Making of Biopolymer Film from Oil Palm Trunk Starch (*Elaeis guineensis* Jacq.) Using Sorbitol Plasticizer. *Journal of Chemical Natural Resources*, 1(2), 11–22.
- Handayani, R., & Nurzanah, H. (2018). Karakteristik Edible Film Pati Talas Dengan Penambahan Antimikroba Dari Minyak Atsiri Lengkuas. *Jurnal Kompetensi Teknik*,

10(1), 1–11.

Harianingsih, Suwardiyono, & Wulandari, R. (2017). Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Tensile Strength dan Elongation At Break Edible Film dari Nata De Soya. *Inovasi Teknik Kimia*, 2(1), 15–18.

Haryani, K., Shaumi Al Anshar, M., & Hermansyah, V. (2022). Penambahan pektin dan gliserol terhadap karakteristik edible film dari pati singkong. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1(1), 1–10.

Hasan, M., Rusman, R., Khaldun, I., Ardana, L., Mudatsir, M., & Fansuri, H. (2020). Active edible sugar palm starch-chitosan films carrying extra virgin olive oil: Barrier, thermo-mechanical, antioxidant, and antimicrobial properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 163(1), 766–775.

Hawa, L. C., Lutfi, M., & Fibbianti, F. (2020). Pengaruh Edible Coating Ekstrak Daun Cincau Hitam Terhadap Umur Simpan Buah Anggur Hitam (*Vitis vinivera*). *Jurnal Teknotan*, 14(1), 17–24.

Hayati, R., & Vida Rana Nasution, J. (2021). Penentuan Pelapisan Kitosan Terbaik Dan Tingkat Kematangan Pada Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agrium*, 18(2), 179–185.

Herawan, C. D. (2015). *Sintesis dan Karakteristik Edible Film*

- dari Pati Kulit Pisang Dengan Penambahan Lilin Lebah (Beeswax)*. Skripsi. Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Ida, N., Rusli, & Sriyanti. (2024). Formulasi Edible Film Antibakteri Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Dengan Variasi Konsentrasi Sorbitol Sebagai Plasticizer. *Media Farmasi*, 20(1), 1–10.
- If'ail, I., Hasanuddin, A., Rahim, A., & Kadir, S. (2019). Modifikasi Pati Secara Asetilasi Terhadap Gugus Fungsi Asetil dan Kristanilitas Pati Ubi Banggai Asetat. *Rekayasa*, 12(2), 135–140.
- Ismawati. (2022). *Pengaruh Perlakuan Kombinasi Amoniasi Dengan Lama Peram Fermentasi Terhadap Fermentabilitas Ampas Aren (Arenga pinnata Merr) Dalam Rumen In Vitro*. Thesis. Semarang: Fakultas Ilmu Hewan dan Pertanian Universitas Diponegoro.
- Ismaya, F. C., Fithriyah, N. H., & Hendrawati, T. Y. (2021). Pembuatan dan Karakterisasi Edible Film dari Nata de Coco dan Gliserol. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 81–88.
- Kalaka, S. R., Naiu, A. S., & Husain, R. (2022). Karakteristik Organoleptik, Fisik Dan Kimia Edible Film Gelatin-Kitosan-Jahe. *Jambura Fish Processing Journal*, 4(2), 64–71.
- Karimah, V. H., Suleman, M. A., Hulkun, Mu., & Idayanti, Z.

- (2024). Komparasi Tingkat Hambatan Pembelajaran Akibat Kebutuhan Pribadi Siswa yang Kurang Dipahami Guru di Tiga Negara Asean Via. *Jurnal Basicedu*, 8(5), 4135–4147.
- Khotimah, I., & Tjahjani, S. (2020). Improve The Mechanical Properties of Edible Film from Soybean Using Kitosan-Sorbitol Aspackager of Food Products. *Journal Of Chemistry*, 9(2), 144–150.
- Kunanta, N., Artsang, P., Sangtawesin, S., Talataisong, W., & Meemon, P. (2023). Laboratory implementation of Fourier transform infrared (FTIR) spectrograph using a super-continuum laser. *Journal of Physics: Conference Series*, 2431(1), 1–7.
- Kupervaser, M. G., Traffano-Schiffo, M. V., Dellamea, M. L., Flores, S. K., & Sosa, C. A. (2023). Trends in starch-based edible films and coatings enriched with tropical fruits extracts: a review. *Food Hydrocolloids for Health*, 4(1), 1–24.
- Kusumawati, M., Sedyadi, E., & Nugraha, I. (2018). Pengaruh Penambahan Ekstrak Kunyit Pada Edible Film Umbi Ganyong dan Lidah Buaya (Aloe vera L) Terhadap Kualitas Buah Tomat. *Integrated Lab Journal*, 06(01), 13–20.
- Lasaiba, I., & Kotala, S. (2015). Analisis Kadar Formalin Pada

- Buah Impor di Kota Ambon. *Jurnal Fikratuna*, 7(2), 277–287.
- Lee, J. S., Lee, E. sil, & Han, J. (2020). Enhancement of the water-resistance properties of an edible film prepared from mung bean starch via the incorporation of sunflower seed oil. *Scientific Reports*, 10(1), 1–15.
- Liah, J. L., Lahming, & Rauf, R. F. (2023). The Effect of Additional Lemongrass Extract (*Cymbopogon nardus* L.) on the Characteristics of Edible Film Sodium Alginate and Arabic Gum. *Formosa Journal of Science and Technology*, 2(8), 2055–2068.
- Maharsih, I. K., Pusfitasari, M. D., Ernawati, L., Putri, C. A. S., & Hidayat, M. T. (2022). Penggunaan Perbedaan Jenis Asam pada Komposisi Edible Coating Berbasis Limbah Pertanian untuk Menjaga Kualitas Nanas. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 10(2), 145–161.
- Masthura. (2019). *Pengaruh Jenis Plasticizer Terhadap Edible Film Berbasis Karaginan Eucheuma cottonii*. Skripsi. Aceh: Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
- Muhammad, M. (2023). Kajian Ayat-Ayat Al-Quran tentang Pelestarian Lingkungan Hidup. *Jurnal Alwatzikhoebillah : Kajian Islam, Pendidikan, Ekonomi, Humaniora*, 9(2), 528–540.

- Muñoz-Tebar, N., Pérez-Álvarez, J. A., Fernández-López, J., & Viuda-Martos, M. (2023). Chitosan Edible Films and Coatings with Added Bioactive Compounds: Antibacterial and Antioxidant Properties and Their Application to Food Products: A Review. *Polymers*, *15*(2), 1–30.
- Mustapa, R., Restuhadi, F., & Efendi, R. (2017). Pemanfaatan Kitosan Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film dari Pati Ubi Jalar Kuning Utilization. *Jom Faperta*, *4*(2), 1–12.
- Nairfana, I., & Ramdhani, M. (2021). Karakteristik Fisik Edible Film Pati Jagung (*Zea mays* L) Termodifikasi Kitosan dan Gliserol. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, *7*(1), 91–102.
- Negm, N. A., Hefni, H. H. H., Abd-Elaal, A. A. A., Badr, E. A., & Abou Kana, M. T. H. (2020). Advancement on modification of chitosan biopolymer and its potential applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, *152*, 681–702.
- Nuramalia, W. (2019). *Evaporator Design pada Pabrik Sorbitol Menggunakan Bahan Baku Dekstrosa dengan Proses Hidrogenasi Katalitik*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Nurjanah, H., Umam, H. I., & Pambudi, T. (2023). Edible Film

- for Food Packaging. *Al Ulum: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 9(3), 127–137.
- Pereira, E., E Silva, R. G. B., Spagnol, W. A., & Silveira Junior, V. (2018). Water loss in table grapes: Model development and validation under dynamic storage conditions. *Food Science and Technology (Brazil)*, 38(3), 473–479.
- Permata, M. M. (2020). *Tinjauan Sistematis: Pengaruh Jenis Pati dan Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film*. Bogor: Ilmu dan Teknologi Pangan Institut Pertanian Bogor.
- Pravitasari, N., Astuti, A., & Maharani, E. (2022). Analisis Kadar dan Mutu Ecoenzim Kulit Nanas Dalam Pengawetan Buah Anggur dan Buah Tomat. *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(2), 19–23.
- Putra, A. D., Johan, V. S., & Efendi, R. (2017). Pembuatan Edible Film Pati Sukun. *Jom Fakultas Pertanian*, 4(2), 1–15.
- Putri, N. N., Annazhifah, N., Nafisah, A., & Roidelindho, K. (2023). Potensi Senyawa Aktif Tanaman Rempah Terhadap Kemasan Edible Film Antimikroba. *J. Teknol. Pangan Kesehatan*, 5(1), 1–8.
- Rachmina, R., Hasan, M., Hasanah, U., & Halim, A. (2024). Sugar Palm Starch/Chitosan Bionanocomposite Films Incorporated with Anthocyanin and Curcumin –

- Thermal Properties and Release Kinetics. *Journal of Ecological Engineering*, 25(2), 300–308.
- Rahim, A., Hutomo, G. S., Kadir, S., Alam, N., Hamid, A., & Jusman, J. (2018). Sifat Kimia, Fungsional Dan Reologi Pati Aren Fosfat Pada Kombinasi Konsentrasi Pati Aren Dan Waktu Reaksi Yang Berbeda. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 3(2), 60–65.
- Rahmadhanimara, R., Purwinarti, T., & S, N. M. W. (2022). Sensory Marketing: Aroma Dan Cita Rasa Terhadap Pembentukan Persepsi Konsumen (Studi Kasus: Gerai Roti O Di Stasiun Krl Commuter Line Jakarta Selatan). *EPIGRAM (e-Journal)*, 19(2), 162–173.
- Rahmawati, Umami, Z., Komalasari, E., Rinaldy, N., Jaceynta, S., & Iskandar, S. (2025). Formulasi Sosis Ikan Tuna dan Hati Ayam sebagai Pangan Alternatif Pencegahan Stunting dan Anemia pada Balita. *Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 10(1), 55–65.
- Rahmi, Q. F., Wulandari, E., & Gumilar, J. (2022). Pengaruh Konsentrasi Gliserol pada Gelatin Kulit Kelinci terhadap Kadar Air, Ketebalan Film, dan Laju Transmisi Uap Air Edible Film. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 3(1), 19–31.
- Rakhmawati, S. Y., & Handayani, M. N. (2020). Aplikasi Edible Coating Berbasis Agar-Agar Dengan Penambahan Virgin

- Coconut Oil (Vco) Pada Bakso Ayam. *Edufortech*, 5(1), 1–14.
- Ramdhani, R., Amalia, V., & Junitasari, A. (2022). Pengaruh Konsentrasi Sorbitol terhadap Karakteristik Edible Film Pati Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dan Pengaplikasiannya pada Dodol Nanas. *Jurnal Kimia*, 15, 103–111.
- Refnizuida, Nizam, A. K., Friski, F. I., & Salim, N. (2023). *Agribisnis Tanaman Anggur* (T. Media (ed.); Edisi 1). Edisi 1. Jawa Tengah: Tahta Media Group.
- Rochima, E., Fiyani, E., Afianto, E., Joni, I. M., Subhan, U., & Panatarani, C. (2018). Efek Penambahan Suspensi Nanokitosan pada Edible Coating terhadap Aktivitas Antibakteri. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 127–136.
- Rosida, D. F. (2021). *Modifikasi Pati Dari Umbi-Umbian Lokal* (Edisi 1). Surabaya: CV. Putra Media Nusantara.
- Rusli, A., Metusalach, M., & Tahir, M. M. (2017). Characterization of Carrageenan Edible films Plasticized with Glycerol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 219–229.
- Santoso, B. (2020). *Edible Film: Teknologi dan Aplikasinya*. Edisi 1. Palembang: NoerFikri Offset.
- Sanyang, M. L., Ilyas, R. A., Sapuan, S. M., & Jumaidin, R.

- (2017). Sugar palm starch-based composites for packaging applications. *Bionanocomposites for Packaging Applications*, 1(1), 125–147.
- Sanyang, M. L., Sapuan, S. M., Jawaaid, M., Ishak, M. R., & Sahari, J. (2015a). Effect of Plasticizer Type and Concentration on Dynamic Mechanical Properties of Sugar Palm Starch-Based Films. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, 20(7), 627–636.
- Sanyang, M. L., Sapuan, S. M., Jawaaid, M., Ishak, M. R., & Sahari, J. (2015b). Effect of plasticizer type and concentration on tensile, thermal and barrier properties of biodegradable films based on sugar palm (*Arenga pinnata*) starch. *Polymers*, 7(6), 1106–1124.
- Sarjani, T. M., Muriza, A., Damayanti, D., Hasibuan, F. U., Nuzhula, L., Balqis, N., Nurliyanti, N., Ramadani, N., & Yurida, Y. (2022). Kadar Simpanan Amilum Dalam Daun Suruhan (*Peperomia pellucida*), Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Dan Daun Kitolod (*Hippobroma longiflora*). *Bioma : Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 7(2), 171–183.
- Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013). Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia Valensi*, 3(2), 100–109.
- Setyawan, N. F. P., Nussyura, F., Wicaksono, A. Y., & Zakiyah, F.

- (2025). Aplikasi Android untuk Rekomendasi Pemilihan Buah Anggur. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 9(1), 263–269.
- Sharifianjazi, F., Khaksar, S., Esmaeilkhanian, A., Bazli, L., Eskandarinezhad, S., Salahshour, P., Sadeghi, F., Rostamnia, S., & Vahdat, S. M. (2022). Advancements in Fabrication and Application of Chitosan Composites in Implants and Dentistry: A Review. *Biomolecules*, 12(2), 1–20.
- Sitompul, A. J. W. S., & Zubaidah, E. (2017). Pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap sifat fisik edible film kolang kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 5(1), 13–25.
- Sudiro, A. A., Betasabrina, A., Santoso, T. A., Wahyuni, C. D., Yulistyo, V. Y., & Rachmanti, R. N. (2022). Desa Sumbermulyo dengan Potensi Pengembangan Anggur. *Jurnal Atma Inovasia*, 2(4), 449–454.
- Sulistiyowati, A., Sedyadi, E., & Yunita Prabawati, S. (2019). Pengaruh Penambahan Ekstrak Jahe (*Zingiber Officinale*) Sebagai Antioksidan Pada Edible Film Pati Ganyong (*Canna Edulis*) Dan Lidah Buaya (*Aloe Vera .L*) Terhadap Masa Simpan Buah Tomat (*Lycopersicum Esculentum*). *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 4(01), 1–12.

- Sunardi, S., & Maulana, A. R. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Edible Film dari Gelatin dengan Penguat Nanoselulosa dari Pelepah Sagu. *Walisongo Journal of Chemistry*, 4(1), 8–16.
- Syafiq, R. M. O., Sapuan, S. M., Zuhri, M. Y. M., Othman, S. H., & Ilyas, R. A. (2022). Effect of plasticizers on the properties of sugar palm nanocellulose/cinnamon essential oil reinforced starch bionanocomposite films. *Nanotechnology Reviews*, 11(1), 423–437.
- Syafiq, R., Sapuan, S. M., & Zuhri, M. R. M. (2021). Antimicrobial activity, physical, mechanical and barrier properties of sugar palm based nanocellulose/starch biocomposite films incorporated with cinnamon essential oil. *Journal of Materials Research and Technology*, 11(1), 144–157.
- Syafri, R., Andriani, Y., Irma, W., Veronika, D., Nuriana, S., Putri, P. Y., & Putri, A. N. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu-Kitosan Berisi Pelepah Sawit dan Plastizier Gliserol. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*, 12(1), 84–90.
- Syahputra, S. Y., Agustina, R., & Putra, B. S. (2022). Kuat Tarik Edible Film Bahan Dasar Pati Sagu Dengan Penambahan Gliserol Sebagai Plasticizer. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(2), 472–479.

- Syaputra, M. D., Sedyadi, E., Fajriati, I., & Sudarlin. (2020). Aplikasi Edible Film Pati Singkong Dengan Penambahan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe Vera) Pada Cabai Rawit (*Capisum Frutascens L.*). *Integrated Lab Journal*, 01(01), 1–16.
- Syiami, D., Handayani, R., & Najihudin, A. (2021). The Impact of Plasticizers to the Elasticity and Flexibility of Edible Films. *Jurnal Kesehatan Madani Medika*, 12(02), 152–158.
- Tafa, K. D., Satheesh, N., & Abera, W. (2023). Mechanical properties of tef starch based edible films: Development and process optimization. *Heliyon*, 9(2), 1–14.
- Tafi, E., Triunfo, M., Guarnieri, A., Ianniciello, D., Salvia, R., Scieuzo, C., Ranieri, A., Castagna, A., Lepuri, S., Hahn, T., Zibek, S., De Bonis, A., & Falabella, P. (2023). Preliminary investigation on the effect of insect-based chitosan on preservation of coated fresh cherry tomatoes. *Scientific Reports*, 13(1), 1–15.
- Thakur, R., Pristijono, P., Golding, J. B., Stathopoulos, C. E., Scarlett, C. J., Bowyer, M., Singh, S. P., & Vuong, Q. V. (2017). Amylose-lipid complex as a measure of variations in physical, mechanical and barrier attributes of rice starch- κ -carrageenan biodegradable edible film. *Food Packaging and Shelf Life*, 14(1), 108–115.

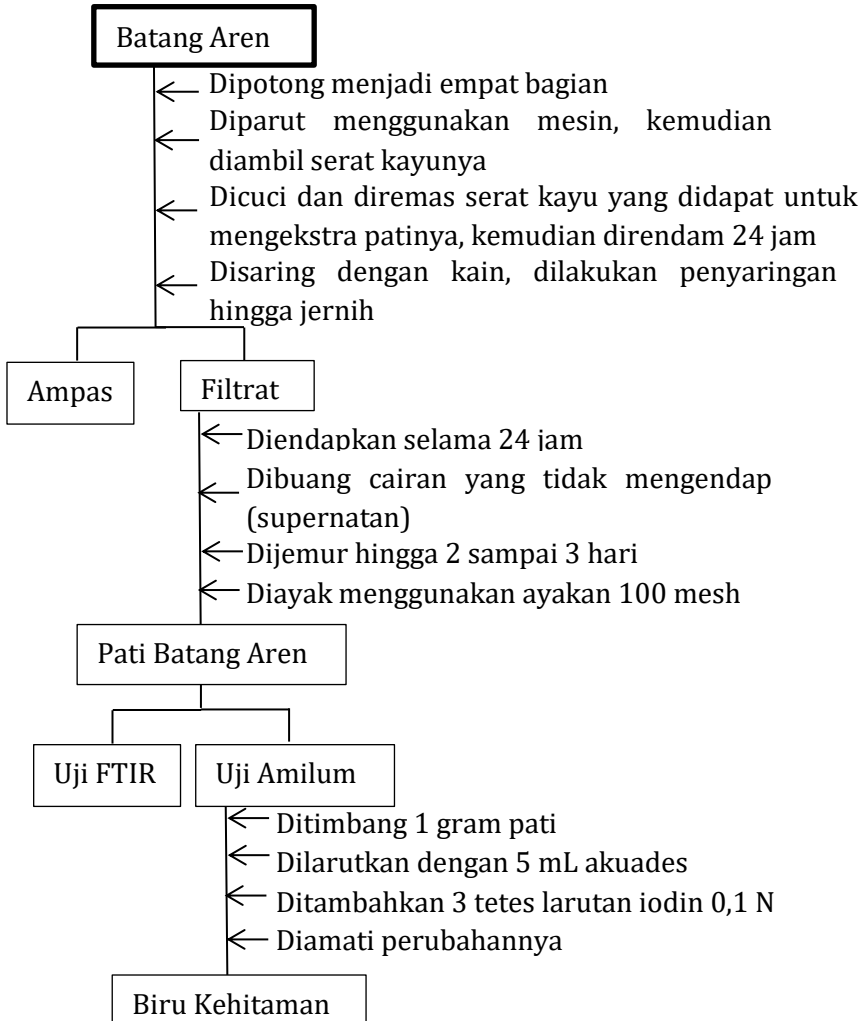
- Uge, N., Maspeke, P. N., & Liputo, S. A. (2021). Kajian Proses Pembuatan Edible Film Dengan Penambahan Gliserol dari Pati Jagung (*Zea Mays L.*) Termodifikasi. *Jambura Journal of Food Technology*, 3(1), 19–29.
- Unsa, L. K., & Paramastri, G. A. (2018). Kajian Jenis Plasticizer Campuran Gliserol dan Sorbitol Terhadap Sintesis dan Karakterisasi Edible Film Pati Bonggol Pisang Sebagai Pengemas Buah Apel. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), 35–47.
- Venkitasamy, C., Zhao, L., Zhang, R., & Pan, Z. (2019). *Grapes*. Edisi 1. Amsterdam: Elsevier Inc.
- Wahab, N. I. F., Tyassena, F. Y. P., & Junianti, F. (2023). Pembuatan Edible Film Berbahan Baku Karagenan Dengan Variasi Suhu Pemanasan Dan Konsentrasi Gliserol. *Jurnal Teknologi Kimia Mineral*, 2(2), 98–102.
- Wahyudin, Rismaningsih, F., Ul'fah, H., Anggraeni, E. F., & Astuti, F. (2022). *Pengantar Statistik 2* (S. Haryanti (ed.); Edisi 1). Edisi 1. Jawa Barat: CV.Media Sains Indonesia.
- Wang, R., Li, X., Liu, L., Chen, W., Bai, J., Ma, F., Liu, X., & Kang, W. (2020). Preparation and characterization of edible films composed of *Dioscorea opposita* Thunb. mucilage and starch. *Polymer Testing*, 90(1), 1–8.
- Widiany, F. L., Sja'bani, M., Susetyowati, & Hurivati, E. (2021). the Organoleptic Quality of Liquid Food Formula Made

- From Snail (Pila Ampullacea), Tempeh, and Moringa Leaves. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15(1), 961–969.
- Widodo, L. U., Wati, S. N., & Vivi A.P, N. M. (2019). Pembuatan Edible Film Dari Labu Kuning Dan Kitosan Dengan Gliserol Sebagai Plasticizer. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(1), 59–65.
- Widyanti, E. M., Djenar, N. S., Marlina, A., Widiastuti, E., Hidayatulloh, I., Puspitarini, I., Firdausa, D., & Elizabeth, L. (2022). Pengaruh Konsentrasi Gliserol dalam Edible Coating Tepung Biji Nangka dengan Penambahan Plasticizer Gliserol. *Fluida*, 15(2), 143–149.
- Yumelisa, Y. (2020). *Formulasi dan Karakterisasi Edible Film dari Pati Bonggol Pisang Kepok (Musa PLASTICIZER Colla) Dengan Propilen Glikol Sebagai Plasticizer*. skripsi. Padang: Farmasi Universitas Perintis Indonesia.
- Yurnalis, Y., Fitria, E. A., & Witri, T. R. (2022). Efektifitas Kemasan Antimikroba Lengkuas Pada Pempek Selama Penyimpanan. *Agricultural Science and Technology*, 21(2), 64–69.
- Zhang, M., Zhang, F., Li, C., An, H., Wan, T., & Zhang, P. (2022). Application of Chitosan and Its Derivative Polymers in Clinical Medicine and Agriculture. *Polymers*, 14(5), 1–16.

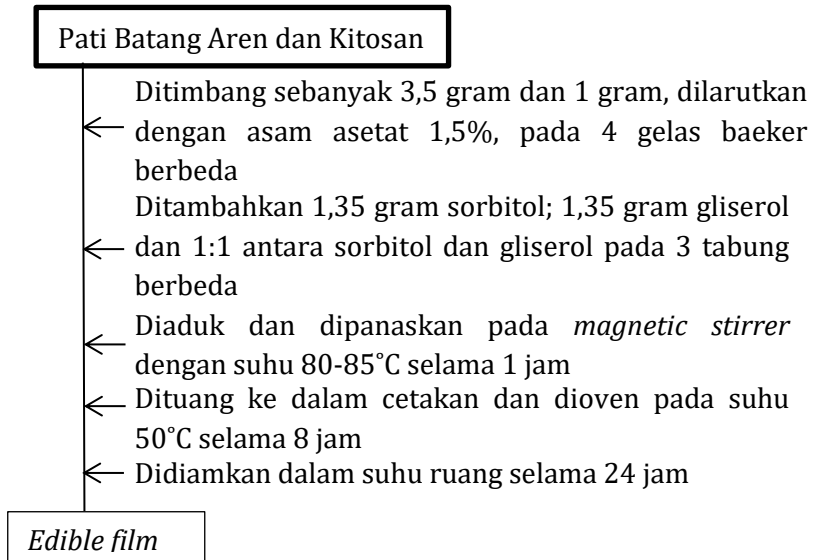
LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Kerja

A. Pembuatan Pati Batang Aren

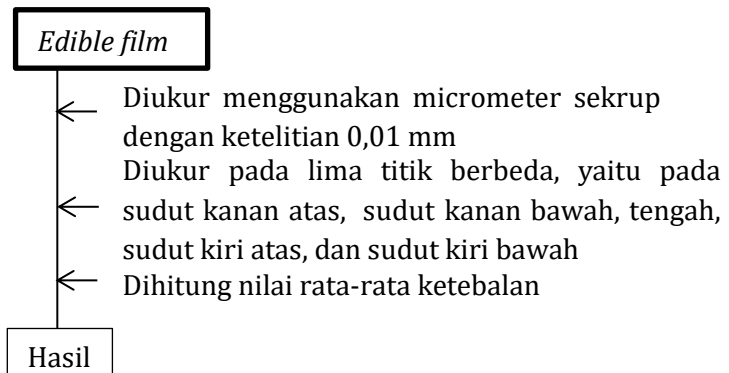


B. Pembuatan *Edible film*

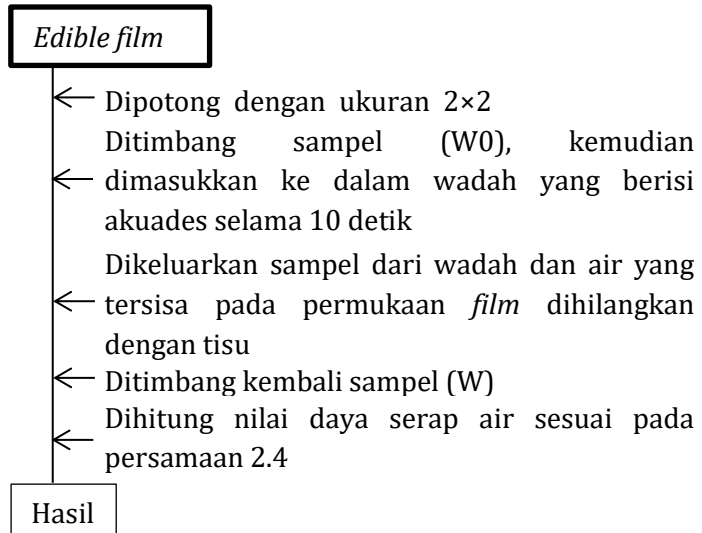


C. Uji Karakteristik *Edible film*

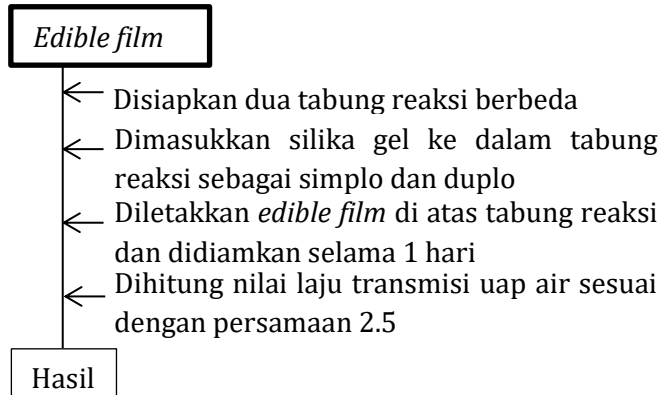
1. Uji Ketebalan



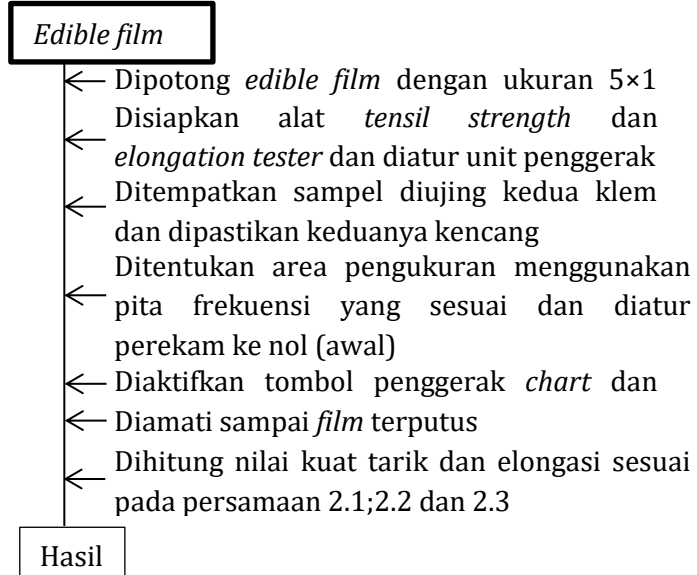
2. Uji Daya Serap Air



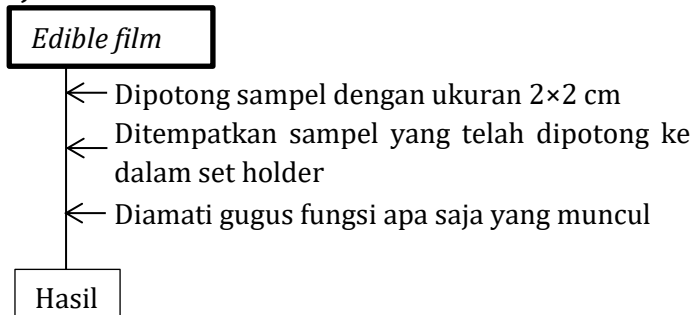
3. Uji Laju Tranmisi Uap Air

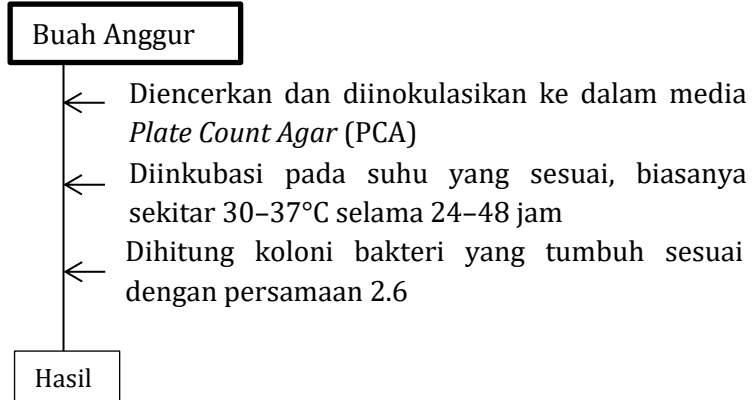
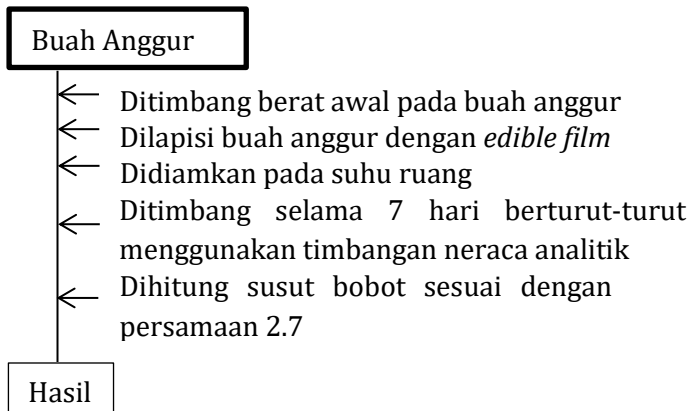


4. Uji Kuat Tarik, Elongasi dan Elastisitas



5. Uji FTIR



D. Uji Total Plate Count (TPC)**E. Uji Susut Bobot**

Lampiran 2 Uji Organoleptik

A. Kuisiener Organoleptik

Lembar Kuisiener Organoleptik

Jenis Produk : Anggur Jupiter yang dilapisi
dengan *edible film*

Nama Panelis : Hanum Ulfiatus Sufiyah

Hari/ Tanggal : 28 April 2025

Jurusan : Pendidikan Matematika

Dihadapan saudara/i terdapat 5 macam Anggur Jupiter dengan perlakuan yang berbeda. Saudara/i diharapkan untuk memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari masing-masing sampel dengan memberikan tanda √ (centang) pada kolom yang tersedia.

- Sampel 1 : Anggur Jupiter tanpa perlakuan.
- Sampel 2 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* tanpa *plasticizer*.
- Sampel 3 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol.
- Sampel 4 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* gliserol
- Sampel 5 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5					
	Agak segar	4		√		√	
	Agak busuk	3			√		
	Busuk	2					√
	Sangat busuk	1	√				
Warna	Merah Segar	5		√			
	Merah	4			√	√	√
	Merah Kecokelatan	3	√				
	Cokelat	2					
	Hitam	1					
Tekstur	Keras	5					
	Agak keras	4		√	√	√	
	Agak lunak	3					√
	Lunak	2	√				
	Sangat lunak	1					

Lembar Kuisioner Organoleptik

Jenis Produk : Anggur Jupiter yang dilapisi
dengan *edible film*

Nama Panelis : Dita Fitroh Atus Sholihah

Hari/ Tanggal : 28 April 2025

Jurusan : Pendidikan Biologi

Dihadapan saudara/i terdapat 5 macam Anggur Jupiter dengan perlakuan yang berbeda. Saudara/i diharapkan untuk memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari masing-masing sampel dengan memberikan tanda ✓ (centang) pada kolom yang tersedia.

Sampel 1 : Anggur Jupiter tanpa perlakuan.

Sampel 2 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* tanpa *plasticizer*.

Sampel 3 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol.

Sampel 4 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* gliserol

Sampel 5 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5					
	Agak segar	4		√		√	
	Agak busuk	3			√		√
	Busuk	2	√				
	Sangat busuk	1					
Warna	Merah Segar	5		√			
	Merah	4			√	√	√
	Merah Kecokelatan	3					
	Cokelat	2	√				
	Hitam	1					
Tekstur	Keras	5					
	Agak keras	4			√	√	
	Agak lunak	3		√			√
	Lunak	2	√				
	Sangat lunak	1					

Lembar Kuisioner Organoleptik

Jenis Produk : Anggur Jupiter yang dilapisi
dengan *edible film*

Nama Panelis : Kharisma Nurul

Hari/ Tanggal : 28 April 2025

Jurusan : Pendidikan Bahasa Inggris

Dihadapan saudara/i terdapat 5 macam Anggur Jupiter dengan perlakuan yang berbeda. Saudara/i diharapkan untuk memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari masing-masing sampel dengan memberikan tanda $\surd$ (centang) pada kolom yang tersedia.

Sampel 1 : Anggur Jupiter tanpa perlakuan.

Sampel 2 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* tanpa *plasticizer*.

Sampel 3 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol.

Sampel 4 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* gliserol

Sampel 5 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5					
	Agak segar	4		√		√	
	Agak busuk	3			√		√
	Busuk	2	√				
	Sangat busuk	1					
Warna	Merah Segar	5				√	
	Merah	4		√			
	Merah Kecokelatan	3			√		√
	Cokelat	2	√				
	Hitam	1					
Tekstur	Keras	5		√			
	Agak keras	4				√	
	Agak lunak	3			√		√
	Lunak	2					
	Sangat lunak	1	√				

Lembar Kuisisioner Organoleptik

Jenis Produk : Anggur Jupiter yang dilapisi
dengan *edible film*

Nama Panelis : Alda Fuadiyah

Hari/ Tanggal : 28 April 2025

Jurusan : Pendidikan Biologi

Dihadapan saudara/i terdapat 5 macam Anggur Jupiter dengan perlakuan yang berbeda. Saudara/i diharapkan untuk memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari masing-masing sampel dengan memberikan tanda ✓ (centang) pada kolom yang tersedia.

Sampel 1 : Anggur Jupiter tanpa perlakuan.

Sampel 2 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* tanpa *plasticizer*.

Sampel 3 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol.

Sampel 4 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* gliserol

Sampel 5 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5		√		√	
	Agak segar	4			√		
	Agak busuk	3					√
	Busuk	2	√				
	Sangat busuk	1					
Warna	Merah Segar	5		√		√	
	Merah	4					
	Merah Kecokelatan	3					√
	Cokelat	2	√		√		
	Hitam	1					
Tekstur	Keras	5				√	
	Agak keras	4		√			
	Agak lunak	3					
	Lunak	2			√		√
	Sangat lunak	1	√				

Lembar Kuisisioner Organoleptik

Jenis Produk : Anggur Jupiter yang dilapisi
dengan *edible film*

Nama Panelis : Loliyanti

Hari/ Tanggal : 28 April 2025

Jurusan : Pendidikan Matematika

Dihadapan saudara/i terdapat 5 macam Anggur Jupiter dengan perlakuan yang berbeda. Saudara/i diharapkan untuk memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari masing-masing sampel dengan memberikan tanda √ (centang) pada kolom yang tersedia.

- Sampel 1 : Anggur Jupiter tanpa perlakuan.
- Sampel 2 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* tanpa *plasticizer*.
- Sampel 3 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol.
- Sampel 4 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* gliserol
- Sampel 5 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5				√	
	Agak segar	4		√			
	Agak busuk	3			√		
	Busuk	2					√
	Sangat busuk	1	√				
Warna	Merah Segar	5				√	
	Merah	4		√			
	Merah Kecokelatan	3					
	Cokelat	2			√		√
	Hitam	1	√				
Tekstur	Keras	5				√	
	Agak keras	4		√			
	Agak lunak	3			√		
	Lunak	2	√				√
	Sangat lunak	1					

Lembar Kuisisioner Organoleptik

Jenis Produk : Anggur Jupiter yang dilapisi
dengan *edible film*

Nama Panelis : Fina Maftuhaturun Ni'mah

Hari/ Tanggal : 28 April 2025

Jurusan : Pendidikan Matematika

Dihadapan saudara/i terdapat 5 macam Anggur Jupiter dengan perlakuan yang berbeda. Saudara/i diharapkan untuk memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari masing-masing sampel dengan memberikan tanda ✓ (centang) pada kolom yang tersedia.

- Sampel 1 : Anggur Jupiter tanpa perlakuan.
- Sampel 2 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* tanpa *plasticizer*.
- Sampel 3 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol.
- Sampel 4 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* gliserol
- Sampel 5 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5					
	Agak segar	4		√		√	
	Agak busuk	3			√		√
	Busuk	2	√				
	Sangat busuk	1					
Warna	Merah Segar	5				√	
	Merah	4		√			
	Merah Kecokelatan	3			√		
	Cokelat	2					√
	Hitam	1	√				
Tekstur	Keras	5		√		√	
	Agak keras	4					
	Agak lunak	3			√		
	Lunak	2	√				√
	Sangat lunak	1					

Lembar Kuisisioner Organoleptik

Jenis Produk : Anggur Jupiter yang dilapisi
dengan *edible film*

Nama Panelis : Farah Difa

Hari/ Tanggal : 28 April 2025

Jurusan : Ilmu Falak

Dihadapan saudara/i terdapat 5 macam Anggur Jupiter dengan perlakuan yang berbeda. Saudara/i diharapkan untuk memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari masing-masing sampel dengan memberikan tanda ✓ (centang) pada kolom yang tersedia.

Sampel 1 : Anggur Jupiter tanpa perlakuan.

Sampel 2 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* tanpa *plasticizer*.

Sampel 3 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol.

Sampel 4 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* gliserol

Sampel 5 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5					
	Agak segar	4					
	Agak busuk	3		√		√	
	Busuk	2			√		√
	Sangat busuk	1	√				
Warna	Merah Segar	5				√	
	Merah	4		√	√		√
	Merah Kecokelatan	3					
	Cokelat	2	√				
	Hitam	1					
Tekstur	Keras	5				√	
	Agak keras	4		√	√		
	Agak lunak	3					√
	Lunak	2					
	Sangat lunak	1	√				

Lembar Kuisisioner Organoleptik

Jenis Produk : Anggur Jupiter yang dilapisi
dengan *edible film*

Nama Panelis : Muhammad Azmi Robbani

Hari/ Tanggal : 28 April 2025

Jurusan : Akuntansi

Dihadapan saudara/i terdapat 5 macam Anggur Jupiter dengan perlakuan yang berbeda. Saudara/i diharapkan untuk memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari masing-masing sampel dengan memberikan tanda $\surd$ (centang) pada kolom yang tersedia.

Sampel 1 : Anggur Jupiter tanpa perlakuan.

Sampel 2 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* tanpa *plasticizer*.

Sampel 3 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol.

Sampel 4 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* gliserol

Sampel 5 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5				√	
	Agak segar	4		√			
	Agak busuk	3			√		√
	Busuk	2	√				
	Sangat busuk	1					
Warna	Merah Segar	5					
	Merah	4		√		√	
	Merah Kecokelatan	3			√		√
	Cokelat	2	√				
	Hitam	1					
Tekstur	Keras	5					
	Agak keras	4		√		√	
	Agak lunak	3			√		
	Lunak	2					√
	Sangat lunak	1	√				

Lembar Kuisioner Organoleptik

Jenis Produk : Anggur Jupiter yang dilapisi
dengan *edible film*

Nama Panelis : Hujjatul Khoiroh

Hari/ Tanggal : 28 April 2025

Jurusan : Pendidikan Kimia

Dihadapan saudara/i terdapat 5 macam Anggur Jupiter dengan perlakuan yang berbeda. Saudara/i diharapkan untuk memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari masing-masing sampel dengan memberikan tanda ✓ (centang) pada kolom yang tersedia.

- Sampel 1 : Anggur Jupiter tanpa perlakuan.
- Sampel 2 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* tanpa *plasticizer*.
- Sampel 3 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol.
- Sampel 4 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* gliserol
- Sampel 5 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5				√	
	Agak segar	4		√	√		
	Agak busuk	3					√
	Busuk	2	√				
	Sangat busuk	1					
Warna	Merah Segar	5				√	
	Merah	4		√	√		
	Merah Kecokelatan	3	√				√
	Cokelat	2					
	Hitam	1					
Tekstur	Keras	5					
	Agak keras	4		√		√	
	Agak lunak	3					
	Lunak	2			√		√
	Sangat lunak	1	√				

Lembar Kuisioner Organoleptik

Jenis Produk : Anggur Jupiter yang dilapisi
dengan *edible film*

Nama Panelis : Diah Febri Astuti

Hari/ Tanggal : 28 April 2025

Jurusan : Kimia

Dihadapan saudara/i terdapat 5 macam Anggur Jupiter dengan perlakuan yang berbeda. Saudara/i diharapkan untuk memberikan penilaian terhadap aroma, warna, dan tekstur dari masing-masing sampel dengan memberikan tanda ✓ (centang) pada kolom yang tersedia.

Sampel 1 : Anggur Jupiter tanpa perlakuan.

Sampel 2 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* tanpa *plasticizer*.

Sampel 3 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* sorbitol.

Sampel 4 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* gliserol

Sampel 5 : Anggur Jupiter yang dilapisi *edible film* dengan *plasticizer* campuran gliserol dan sorbitol

Parameter			Sampel				
Kategori	Penilaian	Skor	1	2	3	4	5
Aroma	Segar	5		√		√	
	Agak segar	4			√		√
	Agak busuk	3					
	Busuk	2	√				
	Sangat busuk	1					
Warna	Merah Segar	5					
	Merah	4		√		√	
	Merah Kecokelatan	3	√		√		√
	Cokelat	2					
	Hitam	1					
Tekstur	Keras	5		√		√	
	Agak keras	4			√		
	Agak lunak	3	√				√
	Lunak	2					
	Sangat lunak	1					

B. Data Hasil Organoleptik

1) Aroma

Panelis	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
1	1	4	3	4	2
2	2	4	3	4	3
3	2	4	3	4	3
4	2	5	4	5	3
5	1	4	3	5	2
6	2	4	3	4	3
7	1	3	2	3	2
8	2	4	3	5	3
9	2	4	4	5	3
10	2	5	4	5	4
Total	17	41	32	44	28

2) Warna

Panelis	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
1	3	5	4	4	4
2	2	5	4	4	4
3	2	4	3	5	3
4	2	5	2	5	3
5	1	4	2	5	2
6	1	4	3	5	2
7	2	4	4	5	4
8	2	4	3	4	3
9	3	4	4	5	3
10	3	4	3	4	3
Total	21	43	32	46	31

3) Tekstur

Panelis	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
1	2	4	4	4	3
2	2	3	4	4	3
3	1	5	3	4	3
4	1	4	2	5	2
5	2	4	3	5	2
6	2	5	3	5	2
7	1	4	4	5	3
8	1	4	3	4	2
9	1	4	2	4	2
10	3	5	4	5	3
Total	16	42	32	45	25

C. Analisis Organoleptik dengan Uji Statistik

1) Uji Awal Normalitas

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Sampel	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Aroma	Sampel 1	.433	10	.000	.594	10	.000
	Sampel 2	.370	10	.000	.752	10	.004
	Sampel 3	.324	10	.004	.794	10	.012
	Sampel 4	.305	10	.009	.781	10	.008
	Sampel 5	.324	10	.004	.794	10	.012
Warna	Sampel 1	.254	10	.067	.833	10	.036
	Sampel 2	.433	10	.000	.594	10	.000
	Sampel 3	.245	10	.091	.820	10	.025
	Sampel 4	.381	10	.000	.640	10	.000
	Sampel 5	.254	10	.067	.833	10	.036
Tekstur	Sampel 1	.305	10	.009	.781	10	.008
	Sampel 2	.324	10	.004	.794	10	.012
	Sampel 3	.245	10	.091	.820	10	.025
	Sampel 4	.329	10	.003	.655	10	.000
	Sampel 5	.329	10	.003	.655	10	.000

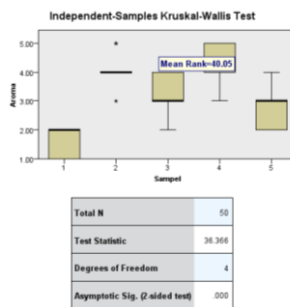
a. Lilliefors Significance Correction

2) Uji Kruskal-Wallis

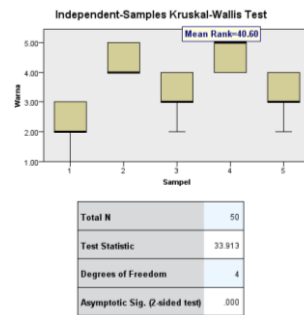
Hypothesis Test Summary

	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Aroma is the same across categories of Sampel.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.000	Reject the null hypothesis.
2	The distribution of Warna is the same across categories of Sampel.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.000	Reject the null hypothesis.
3	The distribution of Tekstur is the same across categories of Sampel.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	.000	Reject the null hypothesis.

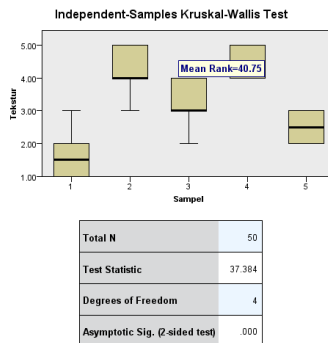
Asymptotic significances are displayed. The significance level is .05.



1. The test statistic is adjusted for ties.



1. The test statistic is adjusted for ties.



1. The test statistic is adjusted for ties.

3) Uji Lanjut Dunn pada Aroma

Each node shows the sample average rank of Sampel.

Sample 1-Sam...	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
1.5	-12.300	6.313	-1.948	.051	.514
1.3	-17.700	6.313	-2.804	.005	.051
1.2	-26.850	6.313	-4.278	.000	.000
1.4	-32.150	6.313	-5.251	.000	.000
5.3	-7.400	6.313	-.855	.392	1.000
5.2	-17.550	6.313	-2.780	.005	.054
5.4	-20.850	6.313	-3.303	.001	.010
3.2	-12.150	6.313	-1.925	.054	.543
3.4	-15.450	6.313	-2.447	.014	.144
2.4	-3.300	6.313	-.523	.601	1.000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is .05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

4) Uji Lanjut Dunn pada Warna

Each node shows the sample average rank of Sampel.

Sample 1-Sam...	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
1.5	-10.850	6.281	-1.728	.084	.841
1.3	-12.250	6.281	-1.966	.049	.493
1.2	-27.500	6.281	-4.379	.000	.000
1.4	-31.550	6.281	-5.023	.000	.000
5.3	-1.500	6.281	-.239	.811	1.000
5.2	-16.650	6.281	-2.651	.008	.080
5.4	-20.700	6.281	-3.296	.001	.010
3.2	-15.150	6.281	-2.412	.016	.159
3.4	-19.700	6.281	-3.127	.002	.023
2.4	-4.050	6.281	-.645	.519	1.000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is .05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

5) Uji Lanjut Dunn pada Tekstur

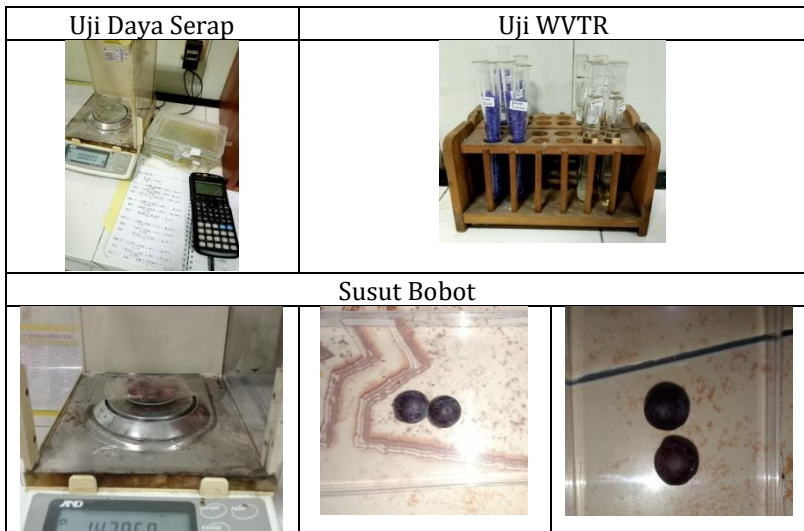
Each node shows the sample average rank of Sampel.

Sample 1-Sam...	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj.Sig.
1.5	-8.400	6.344	-1.324	.185	1.000
1.3	-16.900	6.344	-2.664	.008	.077
1.2	-29.050	6.344	-4.579	.000	.000
1.4	-32.650	6.344	-5.147	.000	.000
5.3	-8.500	6.344	-1.340	.180	1.000
5.2	-20.650	6.344	-3.255	.001	.011
5.4	-24.250	6.344	-3.823	.000	.001
3.2	-12.150	6.344	-1.915	.055	.555
3.4	-15.750	6.344	-2.483	.013	.130
2.4	-3.600	6.344	-.567	.570	1.000

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is .05. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

Lampiran 3 Dokumentasi Penelitian

Pembuatan Pati Batang Aren					
					
					
Uji Amilum					
					
Pembuatan <i>Edible film</i>					
					
					



Lampiran 4 Analisis Data

A. Rendemen Pati

$$R = \frac{\text{Bobot Akhir}}{\text{Bobot Awal}} \times 100\%$$

$$R = \frac{215 \text{ gram}}{1000 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$R = 21,5\%$$

B. Penghitungan Nilai Ketebalan *Edible film*

Sampel	Kiri Atas (mm)	Kiri Bawah (mm)	Tengah (mm)	Kanan Atas (mm)	Kanan Bawah (mm)	Rata-Rata (mm)
EF Kontrol	0,17	0,18	0,21	0,18	0,18	0,18
EF Sorbitol	0,18	0,20	0,25	0,19	0,18	0,20
EF Gliserol	0,21	0,23	0,23	0,21	0,24	0,22
EF GS	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,25

- 1) Sampel EF Kontrol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\text{Rata-rata: } \frac{0,17+0,18+0,21+0,18+0,18}{5} = 0,18 \text{ mm}$$

- 2) Sampel EF sorbitol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram sorbitol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\text{Rata-rata: } \frac{0,18+0,20+0,25+0,19+0,18}{5} = 0,20 \text{ mm}$$

- 3) Sampel EF gliserol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram gliserol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\text{Rata-rata: } \frac{0,21+0,23+0,23+0,21+0,24}{5} = 0,22 \text{ mm}$$

- 4) Sampel EF GS: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram sorbitol + 1,35 gram gliserol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\text{Rata-rata: } \frac{0,24+0,24+0,25+0,25+0,25}{5} = 0,25 \text{ mm}$$

C. Penghitungan Nilai Daya Serap Air *Edible film*

Sampel	Pengulangan	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Air (%)	Rata-Rata (%)
EF Kontrol	1	0,0672	0,0956	42,2619	37,0086±7,4292
	2	0,1014	0,1336	31,7554	
EF Sorbitol	1	0,0885	0,1183	33,6723	34,1004±0,6054
	2	0,0753	0,1013	34,5285	
EF Gliserol	1	0,1045	0,1240	18,6602	18,8339±0,2455
	2	0,1189	0,1415	19,0075	
EF GS	1	0,1437	0,1686	17,3277	17,7348±0,5756
	2	0,1367	0,1615	18,1419	

- 1) Sampel EF Kontrol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} (\text{Simplo}) &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,0956-0,0672}{0,0672} \times 100\% \\ &= 42,2619\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} (\text{Duplo}) &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,1336-0,1014}{0,1014} \times 100\% \\ &= 31,7554\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata (\%)} &= \frac{\text{Simplo}+\text{Duplo}}{2} \\ &= \frac{42,2619+31,7554}{2} \\ &= 37,0086\%\end{aligned}$$

- 2) Sampel EF sorbitol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram sorbitol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} (\text{Simplo}) &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,1183-0,0885}{0,0885} \times 100\% \\ &= 33,6723\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air (\%)} (\text{Duplo}) &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \\ &= \frac{0,1013-0,0753}{0,0753} \times 100\% \\ &= 34,5285\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata (\%)} &= \frac{\text{Simplo}+\text{Duplo}}{2}\end{aligned}$$

$$= \frac{33,6723+34,5285}{2}$$

$$= 34,1004\%$$

- 3) Sampel EF gliserol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram gliserol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\text{Air (\%)} (\text{Simplo}) = \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$= \frac{0,1240-0,1045}{0,1045} \times 100\%$$

$$= 18,6602\%$$

$$\text{Air (\%)} (\text{Duplo}) = \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$= \frac{0,1415-0,1189}{0,1189} \times 100\%$$

$$= 19,0075\%$$

$$\text{Rata-Rata (\%)} = \frac{\text{Simplo}+\text{Duplo}}{2}$$

$$= \frac{18,6602+19,0075}{2}$$

$$= 18,8339\%$$

- 4) Sampel EF GS: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram sorbitol + 1,35 gram gliserol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\text{Air (\%)} (\text{Simplo}) = \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$= \frac{0,1686-0,1437}{0,1437} \times 100\%$$

$$= 17,3277\%$$

$$\text{Air (\%)} (\text{Duplo}) = \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,1615 - 0,1367}{0,1367} \times 100\% \\
 &= 18,1419\% \\
 \text{Rata-Rata (\%)} &= \frac{\text{Simplo} + \text{Duplo}}{2} \\
 &= \frac{17,3277 + 18,1419}{2} \\
 &= 17,7348\%
 \end{aligned}$$

D. Penghitungan Nilai Laju Transmisi Uap Air (WVTR)

Edible film

Sampel	Pengu- langan	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	WVTR (g/m ² /day)	Rata-Rata
EF Kontrol	1	0,0547	0,0551	0,0009436	0,0048±0,0055
	2	0,0524	0,0561	0,0087284	
EF Sorbitol	1	0,0721	0,0742	0,0049539	0,0095±0,0065
	2	0,0761	0,0821	0,0141542	
EF Gliserol	1	0,0817	0,0854	0,0087284	0,0089±0,0001
	2	0,0768	0,0806	0,0089643	
EF GS	1	0,0894	0,0950	0,0132106	0,0148±0,0023
	2	0,0989	0,1059	0,0165133	

Diameter lingkaran *edible film* = 1,5 cm

Jari-jari = 0,75 cm

Luas Permukaan (A) = $\pi \times r^2$
 $= 3,14 \times (0,75)^2$
 $= 1,76625 \text{ cm}^2$
 $= 0,0176625 \text{ m}^2$

- 1) Sampel EF Kontrol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\text{WVTR (Simplo)} = \frac{\Delta W}{tA}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,0551 - 0,0547}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \\
 &= 0,0009436 \text{ (g/m}^2\text{/day)} \\
 \text{WVTR (Duplo)} &= \frac{\Delta W}{tA} \\
 &= \frac{0,0561 - 0,0524}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \\
 &= 0,0087284 \text{ (g/m}^2\text{/day)} \\
 \text{Rata-Rata} &= \frac{\text{Simplo} + \text{Duplo}}{2} \\
 &= \frac{0,0009436 + 0,0087284}{2} \\
 &= 0,004836 \text{ (g/m}^2\text{/day)}
 \end{aligned}$$

- 2) Sampel EF sorbitol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram sorbitol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\begin{aligned}
 \text{WVTR (Simplo)} &= \frac{\Delta W}{tA} \\
 &= \frac{0,0742 - 0,0721}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \\
 &= 0,0049539 \text{ (g/m}^2\text{/day)} \\
 \text{WVTR (Duplo)} &= \frac{\Delta W}{tA} \\
 &= \frac{0,0821 - 0,0761}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \\
 &= 0,0141542 \text{ (g/m}^2\text{/day)} \\
 \text{Rata-Rata} &= \frac{\text{Simplo} + \text{Duplo}}{2} \\
 &= \frac{0,0049539 + 0,0141542}{2} \\
 &= 0,0095540 \text{ (g/m}^2\text{/day)}
 \end{aligned}$$

- 3) Sampel EF gliserol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram gliserol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\begin{aligned}
 \text{WVTR (Simplo)} &= \frac{\Delta W}{tA} \\
 &= \frac{0,0854 - 0,0817}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \\
 &= 0,0087284 \text{ (g/m}^2\text{/day)} \\
 \text{WVTR (Duplo)} &= \frac{\Delta W}{tA} \\
 &= \frac{0,0806 - 0,0768}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \\
 &= 0,0089643 \text{ (g/m}^2\text{/day)} \\
 \text{Rata-Rata} &= \frac{\text{Simplo} + \text{Duplo}}{2} \\
 &= \frac{0,0087284 + 0,0089643}{2} \\
 &= 0,0088463 \text{ (g/m}^2\text{/day)}
 \end{aligned}$$

- 4) Sampel EF GS: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram sorbitol + 1,35 gram gliserol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\begin{aligned}
 \text{WVTR (Simplo)} &= \frac{\Delta W}{tA} \\
 &= \frac{0,0950 - 0,0894}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \\
 &= 0,0132106 \text{ (g/m}^2\text{/day)} \\
 \text{WVTR (Duplo)} &= \frac{\Delta W}{tA} \\
 &= \frac{0,1059 - 0,0989}{24 \text{ jam} \times 0,0176625} \\
 &= 0,0165133 \text{ (g/m}^2\text{/day)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-Rata} &= \frac{\text{Simplo} + \text{Duplo}}{2} \\
 &= \frac{0,0132106 + 0,0165133}{2} \\
 &= 0,0148619 \text{ (g/m}^2\text{/day)}
 \end{aligned}$$

E. Hasil Uji Kuat Tarik dan Elongasi *Edible film*

Sampel	Kuat Tarik (Mpa)	Elongasi (%)
EF Kontrol	35,876	4,333
EF Sorbitol	5,650	46,833
EF Gliserol	4,233	98,333
EF GS	3,240	157,333

F. Penghitungan Nilai Elastisitas *Edible film*

- 1) Sampel EF Kontrol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\begin{aligned}
 \text{Elastisitas} &= \frac{\text{Kuat Tarik}}{\text{Elongasi}} \\
 &= \frac{35,876}{4,333} = 8,2797 \text{ Mpa/\%}
 \end{aligned}$$

- 2) Sampel EF sorbitol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram sorbitol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\begin{aligned}
 \text{Elastisitas} &= \frac{\text{Kuat Tarik}}{\text{Elongasi}} \\
 &= \frac{5,650}{46,833} = 0,1206 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

- 3) Sampel EF gliserol: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram gliserol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\text{Elastisitas} = \frac{\text{Kuat Tarik}}{\text{Elongasi}}$$

$$= \frac{4,233}{98,333} = 0,0430 \text{ Mpa/\%}$$

- 4) Sampel EF GS: 3,5 gram pati batang aren + 1 gram kitosan + 1,35 gram sorbitol + 1,35 gram gliserol + 60 mL asam asetat 1,5%

$$\begin{aligned} \text{Elastisitas} &= \frac{\text{Kuat Tarik}}{\text{Elongasi}} \\ &= \frac{3,240}{157,333} = 0,0205 \text{ Mpa/\%} \end{aligned}$$

G. Data Hasil Uji *Total Plate Count* (TPC)

Sampel	Nilai TPC (CFU/gram)	Standar SNI untuk mikroorganisme total pada makanan
Anggur Tanpa Perlakuan	$3,4 \times 10^6$	1×10^8 (CFU/gram)
EF Kontrol	1×10^6	
EF Sorbitol	$1,4 \times 10^6$	
EF Gliserol	$1,1 \times 10^6$	
EF GS	$1,4 \times 10^6$	

H. Penghitungan Nilai Susut Bobot *Edible film*

1) Simplo

Sampel	Berat Anggur Pada Hari Ke-			
	1	2	3	4
Anggur Tanpa Perlakuan	17,8955	16,9477	15,7959	15,1034
EF Kontrol	14,1937	13,9468	13,6850	13,3232
EF Sorbitol	14,9357	13,9691	13,7880	13,4639
EF Gliserol	16,1938	15,2248	15,0015	14,8479
EF GS	15,7053	15,3291	15,0079	14,6653

Sampel	Berat Anggur Pada Hari Ke-			Susut Bobot (%)
	5	6	7	
Anggur Tanpa Perlakuan	14,5712	14,0468	13,8767	22,4570
EF Kontrol	12,9614	12,7175	12,4557	12,2448
EF Sorbitol	12,9527	12,7513	12,4582	16,5877
EF Gliserol	14,5411	14,2853	13,9785	13,6799
EF GS	13,8002	13,0062	12,5743	19,9359

a. Anggur Tanpa Perlakuan

$$\begin{aligned}
 \text{Susut Bobot (\%)} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{17,8955 - 13,8767}{17,8955} \times 100\% \\
 &= 22,4570\%
 \end{aligned}$$

b. EF Kontrol

$$\begin{aligned}
 \text{Susut Bobot (\%)} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{14,1937 - 12,4557}{14,1937} \times 100\% \\
 &= 12,2448\%
 \end{aligned}$$

c. EF Sorbitol

$$\begin{aligned}
 \text{Susut Bobot (\%)} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{14,9357 - 12,4582}{14,9357} \times 100\% \\
 &= 16,5877\%
 \end{aligned}$$

d. EF Gliserol

$$\begin{aligned}
 \text{Susut Bobot (\%)} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{16,1938 - 13,9785}{16,1938} \times 100\% \\
 &= 13,6799\%
 \end{aligned}$$

e. EF GS

$$\begin{aligned}\text{Susut Bobot (\%)} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\% \\ &= \frac{15,7053 - 12,5743}{15,7053} \times 100\% \\ &= 19,9359\%\end{aligned}$$

2) Duplo

Sampel	Berat Anggur Pada Hari Ke-			
	1	2	3	4
Anggur Tanpa Perlakuan	17,3587	15,9779	15,6987	15,0935
EF Kontrol	15,3918	14,1035	14,0074	13,8233
EF Sorbitol	15,8963	14,5353	14,2201	14,0049
EF Gliserol	18,4687	16,9719	16,7625	16,5770
EF GS	17,1047	16,8225	16,3183	15,7613
Sampel	Berat Anggur Pada Hari Ke-			Susut Bobot (%)
	5	6	7	
Anggur Tanpa Perlakuan	14,6022	14,1714	13,9724	19,5077
EF Kontrol	13,6392	13,1587	12,9746	15,7208
EF Sorbitol	13,7897	13,3165	13,0013	18,2117
EF Gliserol	16,3188	16,1475	15,8689	14,0767
EF GS	15,1625	14,6506	14,3755	15,9558

a. Anggur Tanpa Perlakuan

$$\begin{aligned}\text{Susut Bobot (\%)} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\% \\ &= \frac{17,3587 - 13,9724}{17,3587} \times 100\% \\ &= 19,5077\%\end{aligned}$$

b. EF Kontrol

$$\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{15,3948 - 12,9746}{15,3948} \times 100\%$$

$$= 15,7208\%$$

c. EF Sorbitol

$$\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{15,8963 - 13,0013}{15,8963} \times 100\%$$

$$= 18,2117\%$$

d. EF Gliserol

$$\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{18,4687 - 15,8689}{18,4687} \times 100\%$$

$$= 14,0767\%$$

e. EF GS

$$\text{Susut Bobot (\%)} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

$$= \frac{17,1047 - 14,3755}{17,1047} \times 100\%$$

$$= 15,9558\%$$

3) Rata-rata susut bobot

Sampel	Pengulangan	Susut Bobot (%)	Rata-rata susut bobot (%)
Anggur Tanpa Perlakuan	Simplo	22,4570	20,9823
	Duplo	19,5077	
EF Kontrol	Simplo	12,2448	13,9828
	Duplo	15,7208	
EF Sorbitol	Simplo	16,5877	17,3997
	Duplo	18,2117	

Sampel	Pengulangan	Susut Bobot (%)	Rata-rata susut bobot (%)
EF Gliserol	Simplo	13,6799	13,8783
	Duplo	14,0767	
EF GS	Simplo	19,9359	17,9458
	Duplo	15,9558	

a. Anggur Tanpa Perlakuan

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{22,4570 + 19,5077}{2} = 20,9823\%$$

b. EF Kontrol

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{12,2448 + 15,7208}{2} = 13,9828\%$$

c. EF Sorbitol

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{16,5877 + 18,2117}{2} = 17,3997\%$$

d. EF Gliserol

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{13,6799 + 14,0767}{2} = 13,8783\%$$

e. EF GS

$$\text{Susut bobot (\%)} = \frac{19,9359 + 15,9558}{2} = 17,9458\%$$

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Yuni Safitri
2. Tempat & Tgl. Lahir : Sukoharjo, 14 Juni 2003
3. Alamat Rumah : Jl. Warakas 1 Gang 5B
No. 15 B, Kelurahan
Warakas, Kecamatan
Tanjung Priok, Jakarta
Utara, 14340
4. HP : 085772363690
5. E-mail : yuniisafi3@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:
 - a. SD Negeri Warakas 07 Pagi Jakarta Utara
 - b. SMP Negeri 95 Jakarta Utara
 - c. SMA Negeri 13 Jakarta Utara