

SKRIPSI

**STUDI PEMBUATAN *EDIBLE FILM* BERBASIS PATI
JAWAWUT (*Setaria italica* (L.)) DENGAN PENAMBAHAN
ANTIMIKROBA DARI EKSTRAK DAUN SALAM (*Syzygium
polyanthum* (Wight.) Walp)**

MUH IHZANUL ILMI

A 0420511



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN
UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
MAJENE**

2024



**UNIVERSITAS SULAWESI BARAT
FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN
PROGRAM STUDI KEHUTANAN PROGRAM
SARJANA**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUH IHZANUL ILMU
NIM : A0420511
Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Studi Pembuatan *Edible Film* Berbasis Pati Jawawut (*Setaria italica* (L.)) dengan Penambahan Antimikroba dari Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight.) Walp)**” adalah benar merupakan hasil karya saya di bawah arahan dosen pembimbing dan belum pernah diajukan ke perguruan tinggi mana pun serta seluruh sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Majene, 14 September 2024

Yang membuat pernyataan



Muh Ihzanul Ilmi

NIM. A 0420511

HALAMAN PENGESAHAN

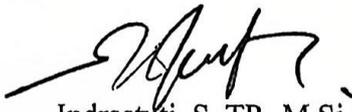
Judul Skripsi : Studi Pembuatan *Edible Film* Berbasis Pati Jawawut (*Setaria italica* (L.)) dengan Penambahan Antimikroba dari Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight.) Walp)

Nama : Muh Ihzanul Ilmi

NIM : A 0420511

Disetujui oleh

Pembimbing I



Indrastuti, S. TP., M.Si
NIP. 198612052019032021

Pembimbing II



Andi Marlisa Bossa Samang, S.TP., M.Si
NIP. 199203102022032019

Diketahui oleh

Dekan,
Fakultas Pertanian dan Kehutanan



Prof. Dr. Ir. Kaimuddin., M.Si
NIP. 19600512198931001

Ketua Program Studi
Teknologi Hasil Pertanian



Indrastuti, S. TP., M.Si
NIP. 198612052019032021

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

**Studi Pembuatan *Edible Film* Berbasis Pati Jawawut (*Setaria italica* (L.))
dengan Penambahan Antimikroba dari Ekstrak Daun Salam (*Syzygium
polyanthum* (Wight.) Walp)**

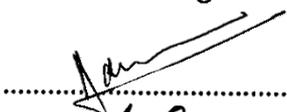
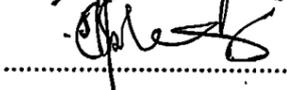
Disusun Oleh:

MUH IHZANUL ILMI

A 0420511

Telah dipertahankan di pertahankan di depan Tim Penguji Skripsi Fakultas
Pertanian dan Kehutanan Universitas Sulawesi Barat
Pada Tanggal 14 - 11 - 2024 dan dinyatakan **LULUS**

SUSUNAN TIM PENGUJI

Tim Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1. Prof. Dr . Ir. Kaimuddin., M.Si		05 / 05 / 2025
2. Dr. Muh Tahir, S.TP., M.Si		05 / 05 / 2025
3. Syahmidarni Al Islamiyah, S.TP., M.Si		05 / 05 / 2025

SUSUNAN TIM PEMBIMBING

Tim Pembimbing	Tanda Tangan	Tanggal
1. Indrastuti, S.TP., M.Si		22 / 11 / 2024
2. Andi Marlisa Bossaa Samang, S.TP., M.Si		22 / 11 / 2024

ABSTRAK

MUH. IHZANUL ILMI, 2024. Studi Pembuatan *Edible Film* Berbasis Pati Jawawut (*Setaria italica* (L.)) dengan Penambahan Antimikroba dari Ekstrak Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight.) Walp). Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Sulawesi Barat. Dibimbing oleh: : **INDRASTUTI** dan **ANDI MARLISA BOSSA SAMANG**.

Permintaan akan kemasan ramah lingkungan yang *biodegradable* meningkat seiring kesadaran global akan pengurangan limbah plastik, dengan *edible film* sebagai solusi alternatif untuk menggantikan kemasan plastik konvensional. Pati jawawut (*Setaria italica* (L.)) sebagai bahan dasar *edible film* menawarkan karakteristik fisik yang baik, sementara ekstrak daun salam dikenal sebagai antimikroba alami yang dapat meningkatkan daya simpan produk pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pati jawawut dan ekstrak daun salam terhadap sifat fisik dan aktivitas antibakteri *edible film* yang dihasilkan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor, yaitu konsentrasi pati jawawut (3%, 4%, 5%) dan konsentrasi ekstrak daun salam (0%, 0,5%, 1%, 1,5%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pati jawawut berpengaruh signifikan terhadap peningkatan ketebalan dan kekuatan tarik *edible film*, tetapi menurunkan nilai elongasi dan meningkatkan daya serap air. Perlakuan kombinasi pati jawawut 5% dan ekstrak daun salam 1,5% (A3B3) memberikan ketebalan optimal 0,20 mm serta zona hambat tertinggi terhadap *Escherichia coli* sebesar 0,233 cm, menunjukkan aktivitas antimikroba yang baik. Kekuatan tarik tertinggi sebesar 4,66 MPa tercapai pada perlakuan A3B0 (pati 5% tanpa ekstrak), sedangkan daya serap air terendah 14,94% diperoleh pada perlakuan A1B2 (pati 3% dan ekstrak 1%). Nilai elongasi terbaik dicapai pada perlakuan A1B3 (pati 3% dan ekstrak 1,5%) dengan nilai 25,00%, menunjukkan fleksibilitas yang baik. Berdasarkan hasil ini, *edible film* berbasis pati jawawut dengan penambahan ekstrak daun salam berpotensi sebagai alternatif kemasan ramah lingkungan yang memiliki karakteristik fisik dan aktivitas antimikroba yang baik, sesuai untuk aplikasi pengemasan pangan.

Kata kunci: *edible film*, ekstrak daun salam, pati jawawut

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan terus meningkat seiring dengan perkembangan industri makanan, karena sifatnya yang ringan, tahan lama, dan harganya yang terjangkau. Namun, plastik yang sulit didaur ulang dan tidak mudah terurai secara alami telah menimbulkan masalah lingkungan yang serius. Sampah plastik yang menumpuk berkontribusi pada pencemaran tanah, perairan, dan laut, sehingga berdampak buruk bagi ekosistem (Zahra *et al.*, 2020). Menurut data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), 2023, dari total 19,56 juta ton sampah yang dihasilkan di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Indonesia, 18,04% di antaranya merupakan sampah plastik. Sebagian besar sampah plastik ini bersifat *nonbiodegradable*, dan sekitar 9% akhirnya mencemari lautan. Selain menjadi polutan lingkungan, plastik juga dapat mentransfer senyawa kimia berbahaya ke dalam makanan, yang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen (Indraswati, 2017).

Salah satu upaya mencari solusi yang lebih ramah lingkungan, *edible film* telah muncul sebagai inovasi dalam kemasan makanan. *Edible film* yang terbuat dari bahan-bahan alami yang *biodegradable*, tidak hanya dapat terurai secara alami tetapi juga dapat dimakan tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Wahyono, 2009). Bahan dasar utama dalam pembuatan *edible film* seperti hidrokoloid, lipid, dan komposit mampu memberikan struktur dan kekuatan pada film. Pati sebagai salah satu hidrokoloid yang melimpah di alam, merupakan pilihan yang tepat karena mudah terurai dan dapat membentuk lapisan film yang kuat (Baldwin *et al.*, 2011)

Pati dari jawawut (*Setaria italica* (L.)) diketahui memiliki kandungan amilosa yang tinggi, mencapai 31,33%, yang menjadikannya bahan yang ideal untuk pembuatan *edible film*. Amilosa yang tinggi memberikan kekuatan mekanik pada film sedangkan kandungan amilopektin sebesar 68,67% memberikan kelenturan yang diperlukan untuk menciptakan film yang lebih elastis dan tahan lama (Mustafa, 2016; Verma *et al.*, 2018). Namun *edible film* berbasis pati juga

memiliki kelemahan berupa sifat hidrofilitasnya tinggi yang membuat film kurang tahan terhadap air dan uap air sehingga dapat memengaruhi masa simpan produk yang dikemas (García *et al.*, 2011).

Peningkatan sifat fungsional *film* diperlukan penambahan bahan tambahan seperti gliserol sebagai *stabilizer* serta agen antimikroba alami untuk melindungi produk dari kontaminasi mikroba (Quintavalla & Vicini, 2002). Penambahan ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum*) yang kaya akan senyawa aktif seperti tanin, flavonoid, minyak atsiri, dan alkaloid, telah terbukti efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba. Tanin mampu memberikan perlindungan terhadap mikroorganisme, flavonoid berperan sebagai antioksidan, dan alkaloid bekerja sebagai agen antimikroba tambahan (Gusmiah *et al.*, 2014).

Perkembangan teknologi *edible film* yang semakin pesat tidak hanya berfokus pada penggantian plastik tetapi juga pada peningkatan sifat-sifat fungsional seperti daya tahan terhadap uap air dan kemampuan antimikroba. Menurut beberapa kajian, *edible film* kini juga diperkaya dengan agen antimikroba alami guna memperpanjang masa simpan produk pangan (Kumar *et al.*, 2022; Lacroix, 2009). Antimikroba berbasis tanaman seperti ekstrak daun salam memiliki potensi besar dalam hal ini, di mana zat aktif seperti flavonoid dan tanin berperan penting dalam menghambat mikroba (Wang *et al.*, 2024). Pati jawawut sebagai bahan dasar yang kaya akan amilosa dan amilopektin memberikan keseimbangan antara kekuatan mekanik dan elastisitas yang diperlukan (Chhikara & Kumar, 2022; Kotiyal & Singh, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini berusaha mengembangkan *edible film* berbasis pati jawawut dengan penambahan antimikroba dari ekstrak daun salam sebagai solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam industri kemasan pangan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi pati jawawut terhadap karakteristik fisik, mekanik, fisik-kimia dan mikrobiologis *edible film* yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi ekstrak daun salam terhadap karakteristik fisik, mekanik, fisik-kimia dan mikrobiologis *edible film* yang dihasilkan?

3. Bagaimana pengaruh kombinasi konsentrasi pati jawawut dan konsentrasi ekstrak daun salam terhadap karakteristik fisik, mekanik, fisik-kimia dan mikrobiologis *edible film* yang dihasilkan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pati jawawut terhadap karakteristik fisik, mekanik, fisik-kimia dan mikrobiologis *edible film* yang dihasilkan
2. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak daun salam terhadap karakteristik fisik, mekanik, fisik-kimia dan mikrobiologis *edible film* yang dihasilkan
3. Untuk mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi pati jawawut dan konsentrasi ekstrak daun salam terhadap karakteristik fisik, mekanik, fisik-kimia dan mikrobiologis *edible film* yang dihasilkan

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis: Penelitian ini dapat memperkaya pengetahuan di bidang teknologi pangan, khususnya dalam pengembangan *edible film* berbasis bahan alami seperti pati jawawut dengan penambahan ekstrak daun salam. Penelitian ini juga memberikan kontribusi untuk memperdalam pemahaman tentang mekanisme dan proses pembuatan *edible film* serta karakteristik fisik dan mikrobiologi yang dihasilkan dari variasi konsentrasi bahan tersebut.
2. Manfaat Praktis: Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif solusi ramah lingkungan dalam pengembangan kemasan pangan yang dapat menggantikan plastik konvensional. *Edible film* yang dihasilkan diharapkan dapat diaplikasikan secara praktis oleh industri pangan dalam upaya mengurangi dampak negatif kemasan plastik terhadap lingkungan serta meningkatkan masa simpan dan keamanan produk pangan melalui sifat antimikroba dari ekstrak daun salam.
3. Manfaat Bagi Industri Pangan: Penelitian ini dapat memberikan sumbangan nyata bagi industri pangan dalam mengembangkan kemasan inovatif yang tidak hanya ramah lingkungan tetapi juga mampu melindungi produk dari

kontaminasi mikroba, sehingga mampu memperpanjang masa simpan produk dan meningkatkan kualitasnya.

- 4 Manfaat Lingkungan: *Edible film* berbasis bahan alami yang dihasilkan dari penelitian ini berpotensi mengurangi jumlah sampah plastik yang sulit terurai di alam sehingga dapat mendukung upaya pelestarian lingkungan dengan mengurangi polusi plastik di tanah dan perairan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jawawut (*Setaria italica* (L.))

Jawawut atau biasa dikenal dengan nama millet adalah salah satu jenis sereal yang bisa dibilang populer di beberapa daerah di Indonesia, contohnya Sulawesi Barat dan Nusa Tenggara Timur (NTT), Pulau Buru, dan Jawa Tengah. Jawawut memiliki biji yang kecil-kecil dengan diameter kisaran 1 mm (Laporan Tahunan Badan Litbang Pertanian, 2017). Sereal ini adalah salah satu sumber pangan yang memiliki potensi untuk diversifikasi pangan. Tanaman jawawut memiliki nama lain yang dikenal sebagai *Tarreang* atau *Bailo* dalam bahasa Mandar. Sementara itu, di beberapa daerah lain tanaman ini memiliki berbagai nama lokal yang berbeda-beda, antara lain: *ba'tan* (Toraja), *jaba ure* (Toba), *jelui* (Riau), *jawa* (Palembang), *jaba ikur* (Batak), *sekui* (Melayu), *sekuai*, *sakui*, *sakuih* (Minangkabau), dan *jawae* (Dayak). Jawawut adalah jenis tanaman pangan atau sereal yang memiliki biji kecil. Meskipun telah terlupakan dan terabaikan, tanaman ini sebenarnya mempunyai kandungan nutrisi yang signifikan, terutama protein dan kalsium, dan lebih baik dibandingkan dengan (Nurmala, 2003).



Gambar 2.1 Tanaman Jawawut (*Setaria italica* (L.))

Jawawut (*Setaria italica* (L.)) yang dikenal sebagai *tareang* di Sulawesi Barat, merupakan varietas unggul dan struktur malai yang padat serta kandungan protein dan lemaknya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sereal lain (Heryanto, 2022). Jawawut juga menjadi tanaman sereal yang memiliki penyebaran yang luas di berbagai negara, misalnya negara-negara Afrika dan Asia (Azrai *et al.*, 2021). Tanaman jawawut di Indonesia memiliki penyebaran yang cukup luas dan karena itu mendapatkan berbagai nama berbeda-beda di masing-masing wilayah (Miswanti *et al.*, 2014)

Ada empat jenis jawawut yang paling sering diproduksi di berbagai negara, termasuk Indonesia. Jenis-jenis tersebut adalah pearl millet (*Pennisetum glaucum*), Foxtail millet (*Setaria italica*), proso millet (*Panicum miliaceum*), dan finger millet (*Eleusine coracana*). Foxtail millet dengan karakteristik atau sifatnya yang dapat dieksploitasi secara komersial, memiliki potensi kedua tertinggi setelah jenis lainnya (Yunita, 2020). Menurut Demando *et al.*, (2019) tingkat taksonomi tanaman jawawut adalah berikut:

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Division	: Magnoliophyta (Angiospermae)
Class	: Liliopsida
Subclass	: Commelinidae
Ordo	: Cyperales
Famili	: Poaceae (Graminae)
Genus	: <i>Setaria</i>
Species	: <i>Setaria italica</i> (L.)

Jawawut dengan jenis foxtail millet (*Setaria italica*) merupakan tanaman sereal berbijih kecil yang telah lama dibudidayakan di berbagai wilayah Indonesia termasuk di Sulawesi Barat. Di wilayah ini khususnya di Kabupaten Polewali Mandar, jawawut memiliki nama lokal "tarreang" dan menjadi bagian penting dari sumber pangan lokal (Mawan, 2020). Tanaman ini memiliki dua varietas utama yang banyak dibudidayakan yaitu varietas "*Minna*" dan "*Bulawang*" (Handoko *et al.*, 2024). Kedua varietas tersebut memiliki karakteristik yang berbeda, terutama dari segi ukuran dan warna biji. Varietas "*Bulawang*" dikenal memiliki potensi hasil yang cukup tinggi, sekitar 3,5 hingga 4,5 ton per hektar, dengan ciri khas malai tidak berbulu dan panjang malai yang mencapai rata-rata 29,20 cm. Hal ini menjadikannya varietas yang banyak dipilih oleh petani untuk dibudidayakan (Heryanto, 2022).

Jawawut di Sulawesi Barat juga memiliki peranan penting dalam diversifikasi pangan lokal karena selain dikonsumsi sebagai sereal, biji jawawut juga diolah menjadi berbagai produk pangan tradisional seperti bubur, dodol, dan kue kering. Pemanfaatan jawawut dalam aneka olahan makanan tradisional

menunjukkan potensinya sebagai bahan pangan yang kaya gizi dan bernilai ekonomi bagi masyarakat setempat (Mawan, 2020). Selain itu, jawawut dianggap sebagai salah satu solusi dalam menghadapi ketergantungan terhadap beras sehingga menjadi sumber karbohidrat alternatif yang penting di daerah tersebut. Dengan demikian, jawawut memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan lebih lanjut, baik dalam skala lokal maupun nasional, sebagai bagian dari upaya diversifikasi pangan yang ramah lingkungan dan bernilai gizi tinggi (Handoko *et al.*, 2024).

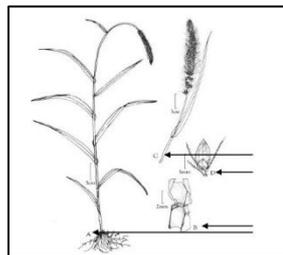
2.1.1 Struktur Morfologi, Anatomi, Komposisi Jawawut

a. Morfologi Jawawut

Jawawut (*Setaria italica* (L.)) merupakan tanaman yang termasuk dalam keluarga Poaceae, yang juga mencakup berbagai jenis rumput liar serta tanaman pangan lainnya seperti jagung, padi, dan sorgum. Tanaman jawawut umumnya tumbuh di lahan semi-kering di daerah tropis, meskipun juga mampu beradaptasi dengan baik di daerah subtropis. Sebagai salah satu jenis rumput, jawawut tumbuh dalam satu musim dan membentuk rumpun yang padat, dengan tinggi yang dapat mencapai 60-120 cm, relatif tinggi untuk ukuran tanaman rumput. Tanaman ini memiliki sistem akar tunjang yang kuat dan rapat, yang tumbuh dari pangkal batang, memberikan stabilitas yang baik di tanah. Batangnya tegak, ramping, dan terkadang bercabang, dengan kemampuan menghasilkan malai di bagian bawahnya. Daunnya tunggal, tersebar, berbentuk panjang atau seperti pita dengan lebar antara 1,5-2,5 cm dan panjang 16-32 cm. Ujung daunnya runcing, memberikan ciri khas pada tampilan tanaman ini (Miswanti *et al.*, 2014)

Bunga tanaman jawawut memiliki kelopak yang menyerupai butiran kecil dengan panjang berkisar antara 8 hingga 18 cm. Batang kelopak memiliki panjang sekitar 25 hingga 30 cm yang bisa berdiri tegak atau melengkung, tergantung pada kondisi tumbuhnya. Butirannya sangat kecil dengan diameter sekitar 3 mm dan beberapa bahkan lebih kecil lagi. Warna butiran ini bervariasi mulai dari ungu, merah kehitaman, hingga jingga kecokelatan. Tanaman jawawut umumnya kurang toleran terhadap kondisi genangan air dan rentan terhadap kekeringan yang berkepanjangan. Tanaman ini tumbuh optimal di lahan semi-kering dengan musim pertumbuhan yang berlangsung selama 3 hingga 4 bulan di mana kondisi tanah

yang baik dan pengelolaan air yang tepat sangat berpengaruh terhadap produktivitasnya (Murtiningsih *et al.*, 2006). Tanaman jawawut mampu tumbuh subur pada ketinggian hingga 2000 meter di atas permukaan laut di wilayah tropis. Tanaman ini memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap berbagai jenis tanah termasuk tanah berpasir dan tanah liat padat. Bahkan tanaman ini dapat bertahan dan tumbuh di tanah marginal yang miskin unsur hara sehingga menjadikannya tanaman yang cukup tangguh di berbagai kondisi lingkungan. (Cahyanti *et al.*, 2020).



Keterangan:

- a. Akar
- b. Barang
- c. Tangkai malai
- d. Biji malai

Gambar 2.2 Morfologi Tanaman Jawawut

Tanaman jawawut (Foa) memiliki sistem perakaran yang padat dengan tinggi tanaman mencapai 20-60 cm. Akar jawawut memiliki ciri khas tersendiri dalam keluarga Graminae, yaitu perakarannya yang padat dan didukung oleh akar-akar penopang yang menyerupai kawat. Bagian bawah akar ini terdapat duri-duri kecil. Akar sekunder atau akar cabang akan muncul setelah tanaman menghasilkan dua hingga tiga helai daun. Akar sekunder kemudian berkembang, menyediakan sebagian besar jalur untuk penyerapan ion, air, dan nutrisi. Struktur akar pada tanaman jawawut melibatkan sistem akar serabut yang terdiri dari akar utama, akar samping, dan akar benih. Akar serabut tumbuh dari pangkal batang sebagai pengganti akar primer yang sudah mati atau tidak lagi aktif. Baik sistem akar serabut maupun tunggang mampu bercabang dan memperluas area penyerapan, serta membantu memperkuat tegakan tanaman (Mapikasari *et al.*, 2017).

Daun tanaman jawawut memiliki struktur yang tidak lengkap yaitu hanya terdiri dari helai daun. Daunnya berbentuk lancip atau seperti pita dengan tulang daun yang sejajar. Permukaan daun terasa kasar dan daun-daun tersebut tersusun

secara berseling dalam dua baris yang berhadapan satu sama lain. Ujung daun bervariasi dari runcing hingga bulat. Tanaman jawawut juga memiliki daun bendera yaitu daun terpendek tetapi terbesar yang terletak di depan malai. Panjang daun bendera berkisar antara 24,00 hingga 61,33 cm dengan lebar antara 1,63 hingga 3,83 cm. Warna daun jawawut dapat diidentifikasi menggunakan *Colour Chart* yang mengategorikan warna daun mulai dari hijau tua (skala 4-6), hijau muda (skala 1-2), hingga hijau sedang (skala 3-4) (Suharno *et al.*, 2015).

Terdapat dua bentuk pertumbuhan yang ditemukan pada tanaman jawawut yaitu tipe semi tegak dan tegak. Tinggi tanaman berkisar antara 96,93 hingga 171,67 cm dengan jumlah ruas antara 8 hingga 20. Ruas terpendek biasanya terletak di bagian bawah yang merupakan tempat melekatnya pelepah daun pada tanaman jawawut. Diameter batang berkisar antara 0,8 hingga 1,0 cm dengan warna batang cenderung kuning. Pada beberapa aksesori dari Papua, ditemukan keberadaan antosianin pada pangkal seludang daun dan tempat dudukan daun. Batang jawawut memiliki struktur ramping, tegak, dan sering kali bercabang yang mencerminkan keindahan dan kekuatan tanaman ini. Panjang batang tertinggi tercatat pada aksesori 30 dengan ukuran 171,67 cm sementara aksesori terpendek tercatat pada aksesori 38 dengan panjang 96,93 cm. Karakteristik ideal dari batang yang diharapkan adalah kokoh namun tidak terlalu tinggi. Tanaman jawawut yang terlalu tinggi lebih rentan roboh terutama saat menghadapi angin kencang atau hujan deras. Tinggi tanaman yang optimal untuk hasil yang maksimal adalah sekitar 90 hingga 100 cm. (Miswarti *et al.*, 2014).

b. Anatomi Jawawut

Biji merupakan alat utama dalam proses perkembangbiakan tanaman karena mengandung embrio yang baru. Melalui biji, tanaman dapat mempertahankan spesiesnya dan menyebar ke lokasi lain. Biji dari tanaman jawawut berbentuk seperti telur dengan lebar yang bulat dan melekat pada sekam mahkota serta sekam kelopak. Warna biji bervariasi mulai dari kuning pucat, putih, hijau, ungu, hingga coklat. Struktur biji jawawut terdiri dari tiga komponen utama yaitu kulit luar buah, kulit dalam buah, dan kulit luar biji. Kulit luar buah meliputi kulit biji bagian dalam dan kulit ari. Kulit ari merupakan lapisan tipis yang terkadang terlepas bersama biji saat proses pengupasan (Putra *et al.*, 2017).

Struktur biji tanaman jawawut terdiri dari beberapa komponen utama, salah satunya adalah endosperma yang berperan penting dalam menyediakan nutrisi bagi pertumbuhan embrio. Endosperma ini dikelilingi oleh lapisan aleuron yang merupakan lapisan tunggal dengan sel-sel berbentuk empat sisi dan dinding sel yang tebal. Lapisan aleuron ini mengandung protein dalam jumlah yang relatif tinggi terutama di bagian perifer endosperma.



Gambar 2.3 Bentuk Biji Tanaman Jawawut

Semua varietas millet memiliki struktur ini yang berfungsi sebagai penyimpan protein utama. Dalam endosperma terdapat granula tepung atau pati yang terikat dalam matriks protein. Granula ini merupakan sumber utama karbohidrat yang diperlukan untuk menyediakan energi bagi embrio selama proses perkecambahan. Awalnya, granula tepung berbentuk bulat, tetapi ketika mendekati daerah *corneus* pada endosperma, bentuknya berubah menjadi *poligonal*. Biji jawawut biasanya mulai berkecambah dalam waktu 3-5 hari setelah disemai yang menunjukkan proses pertumbuhan yang cepat (Sholihah, 2018).

c. Komposisi Kimia Biji Jawawut

Secara garis besar, biji jawawut terdiri dari tiga komponen utama: yaitu endosperma, embrio (*germ*) dan *perikarp*. Endosperma merupakan komponen terbesar yang menyumbang sekitar 75% dari total berat biji dan berfungsi sebagai sumber utama nutrisi bagi embrio selama proses perkecambahan. Embrio atau *germ* merupakan bagian vital yang membentuk sekitar 17% dari total berat biji dan berperan sebagai bakal tanaman baru. Sementara itu, bagian terluar dari biji adalah lapisan *perikarp* yang menyumbang sekitar 8% dari berat biji. *Perikarp* memiliki lapisan *cutin* yang tipis dan lembut di permukaannya. Bagian bawah lapisan *perikarp* terdapat satu lapisan tipis yang berfungsi sebagai pelindung bakal biji serta lapisan aleuron yang hanya terdiri dari satu lapisan sel dan berperan penting dalam proses penyimpanan serta mobilisasi nutrisi (Azrai *et al.*,

2021). Jawawut proso millet, memiliki kandungan gula bebas sekitar 1,4-2%, dengan dominasi sukrosa antara 0,3-1,2%. Protein dalam jawawut terbagi menjadi tiga gugus utama, dengan kandungan prolamin mencapai 15-30%.

Tabel 2.1 Komposisi Nutrisi Berbagai Jenis Jawawut dan Serealia Lain

Komoditas	Protein	Serat	Mineral	Besi	Kalsium
Foxtail Millet	12,3	8	3,3	3,8	31
Proso Millet	12,5	2,2	1,9	0,8	14
Japanese Millet	11,2	10,1	4,4	15,2	11
Finger Millet	7,3	3,6	2,7	3,9	344
Pearl Millet	10,6	1,3	2,3	16,9	38
Gandum	11,8	1,2	1,5	5,3	41
Beras	6,8	0,2	0,6	0,7	10

Sumber: Putri (2020)

Kandungan asam amino bervariasi, misalnya asam glutamat antara 16-23% dan leusin 12-22,3%. Lemak dalam jawawut sebagian besar berupa lemak bebas (60-70%), dan asam lemak yang tidak jenuh jumlahnya melampaui 85% keseluruhan total dari kandungan asam lemak. Serat dalam jawawut, baik larut maupun tak larut, cukup tinggi, dengan serat tak larut pada foxtail millet dan japanese millet berkisar di antara 18-30%. Jawawut juga kaya akan mineral seperti kalsium, magnesium, dan besi, serta berbagai vitamin seperti vitamin B serta C. Adapun Finger millet adalah jenis jawawut yang paling kaya akan kalsium, dengan kandungan 300 sampai 350 mg/100 g, sedangkan varietas jawawut lainnya kaya akan kandungan fosfor dan besi. Jawawut juga dapat dicerna memiliki kandungan lecithin yang tinggi dan sangat efektif dalam memperkuat sistem syaraf di dalam tubuh (Azrai *et al.*, 2021).

2.1.2 Pati Jawawut

Pati adalah salah satu tipe polisakarida yang umumnya ditemukan dalam tanaman, di mana polimernya tersusun dari α -D-glukosa, juga dikenal sebagai anhidroglukosa, memiliki rumus empiris $(C_6H_{10}O_5)_n$. Struktur dasarnya ialah anhidroglukosa, penggabungan glukosa menyebabkan proses di mana satu molekul air hilang yang sebelumnya bergabung dalam bentuk gugus hidroksil (Jacobs & Delcour, 1998). Pati terbentuk dari dua unit polimer utama, yakni

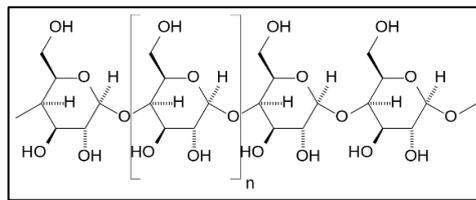
amilosa dan amilopektin. Amilosa adalah molekul polimer yang terdiri dari rangkaian unit glukosa yang diikat oleh ikatan α -1,4-glikosidik, membentuk rantai lurus tanpa cabang dengan panjang sekitar 200 sampai 2000 unit anhidroglukosa. Amilopektin juga merupakan polimer dari unit-unit glukosa yang terhubung oleh ikatan glikosidik α -1,4 pada rantai utama dan ikatan glikosidik α -1,6 pada percabangan, dan memiliki panjang sekitar 10.000-100.000 satuan anhidroglukosa (Zulfikar, 2020).

Pati merupakan salah satu jenis karbohidrat dari golongan polisakarida yang paling banyak ditemukan dalam sel tumbuhan dan beberapa mikroorganisme. Pati biasanya berbentuk butiran kecil yang dikenal sebagai granula pati. Secara struktural, pati tersusun atas dua jenis polisakarida, yaitu amilopektin dan amilosa, yang masing-masing memiliki peran penting dalam membentuk karakteristik fisik bahan pangan (Jabbar, 2017). Tanaman jawawut (*Setaria italica*), pati yang terkandung terdiri dari campuran amilosa dan amilopektin dengan proporsi yang bervariasi. Kandungan amilosa dalam biji jawawut berkisar antara 26 hingga 30%, sementara kandungan amilopektin mencapai sekitar 69 hingga 74%. Secara keseluruhan, jumlah total pati yang terdapat dalam biji jawawut berkisar antara 64 hingga 79% dari berat biji (Azrai *et al.*, 2021). Komposisi pati ini memberikan kontribusi terhadap sifat mekanik dan elastisitas *edible film* berbasis jawawut, di mana amilosa berperan dalam meningkatkan kekuatan mekanik sedangkan amilopektin memberikan fleksibilitas yang diperlukan dalam aplikasi kemasan pangan.

a. Amilosa

Amilosa memiliki struktur rantai lurus yang terdiri dari sekitar 250 hingga 2000 unit D-glukosa, dengan berat molekul berkisar antara 40.000 hingga 340.000 molekul. Salah satu karakteristik amilosa adalah kemampuannya untuk berinteraksi dengan iodin, menghasilkan kompleks berwarna biru yang sering digunakan sebagai metode deteksi pati dalam bahan pangan (Kasmawati, 2018). Selain itu, amilosa juga terdiri dari unit-unit D-glukosa yang terhubung melalui ikatan α -1,4-glikosidik. Sifat linear ini memungkinkan molekul amilosa untuk berinteraksi melalui ikatan hidrogen membentuk struktur kristalin yang teratur. Proses pembentukan kristal ini dikenal sebagai retrogradasi, di mana molekul

amilosa yang telah mengalami gelatinisasi (pemisahan struktur granular) akan kembali membentuk struktur kristalin saat didinginkan atau disimpan pada suhu rendah. Retrogradasi menyebabkan molekul amilosa menjadi kurang larut dalam air karena terbentuknya ikatan hidrogen yang kuat antara rantai glukosa, menjadikannya sulit untuk kembali ke bentuk amorfous semula (Wang *et al.*, 2020). Fenomena ini penting dalam industri pangan, terutama dalam pembuatan produk berbasis pati seperti *edible film*, karena mempengaruhi sifat mekanik dan stabilitas produk akhir.



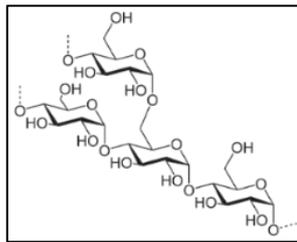
Gambar 2.4 Struktur Amilosa

Literatur tambahan mendukung bahwa retrogradasi terjadi akibat pengaturan ulang molekul-molekul amilosa setelah gelatinisasi dan pendinginan, menghasilkan struktur yang lebih stabil dan tahan terhadap degradasi enzim. Proses ini memainkan peran penting dalam berbagai aplikasi pangan, seperti dalam pembuatan *edible film* dan bahan kemasan, di mana sifat kristalin ini memberikan peningkatan pada kekuatan mekanik serta ketahanan terhadap kelembapan (Singh *et al.*, 2003). Selain itu, Zobel (1998) menyatakan bahwa retrogradasi amilosa dapat membantu memperkuat tekstur bahan yang berbasis pati, serta memperpanjang masa simpan produk pangan yang menggunakan *edible film* dari pati. Proses kristalisasi amilosa tidak hanya meningkatkan stabilitas fisik tetapi juga ketahanan produk terhadap perubahan lingkungan.

b. Amilopektin

Amilopektin adalah polisakarida bercabang tinggi yang terdiri dari unit-unit D-glukosa. Strukturnya mencakup rantai-rantai glukosa yang terhubung melalui ikatan α -1,4-glukosidik, dengan percabangan terjadi melalui ikatan α -1,6-glukosidik setiap 25 hingga 30 unit glukosa (Morsch & Farmer, 2024). Percabangan ini menghasilkan molekul amilopektin dengan struktur kompleks dan berat molekul yang sangat tinggi, diperkirakan mencapai sekitar 1 juta Dalton. Karena struktur bercabangnya, amilopektin memiliki kemampuan untuk

membentuk kompleks dengan molekul lain, meskipun tidak seaktif amilosa dalam hal ini. Selain itu, percabangan yang banyak pada amilopektin menghambat kristalisasinya, sehingga sulit membentuk struktur kristal secara efisien (Fisher, 2023). Sifat ini berbeda dengan amilosa yang memiliki struktur linear dan lebih mudah membentuk kristal. Amilopektin berperan penting dalam menentukan tekstur produk, karena sifatnya yang kurang dapat membentuk kristal, amilopektin cenderung memberikan tekstur yang lebih kenyal dan lembut pada produk pangan.



Gambar 2.5 Struktur Amilopektin

Amilopektin dengan struktur bercabang yang kompleks, memiliki peran penting dalam pembentukan tekstur dan sifat mekanik dari *edible film*. Struktur bercabang yang dimiliki oleh amilopektin menyebabkan rendahnya kemampuan untuk membentuk kristal secara efisien, berbeda dengan amilosa yang lebih mudah mengalami kristalisasi. Hal ini berimplikasi pada fleksibilitas dan sifat mekanis dari *edible film*, di mana amilopektin memberikan kontribusi terhadap sifat film yang lebih elastis dan kenyal. Karena amilopektin memiliki rantai percabangan yang memperlambat kristalisasi, *edible film* yang mengandung lebih banyak amilopektin cenderung memiliki sifat lebih fleksibel, sehingga lebih tahan terhadap retak dibandingkan *film* yang kaya akan amilosa (Jane *et al.*, 1994).

Amilopektin sering berfungsi sebagai komponen yang menjaga kelenturan *film*, membuatnya ideal untuk aplikasi yang membutuhkan daya lentur tinggi dan tekstur halus. Sifat ini juga penting untuk menjaga integritas *film* selama penyimpanan dan distribusi produk pangan. *Edible film* yang memiliki kandungan amilopektin lebih tinggi juga cenderung memberikan ketahanan yang baik terhadap deformasi, sehingga cocok untuk pengemasan produk pangan yang memerlukan pelapisan tipis namun kuat (Pérez *et al.*, 2009).

2.2 Tanaman Salam (*Syzygium polyanthum*)

Tanaman salam yang dikenal dengan nama ilmiah *Syzygium polyanthum*, adalah spesies dari genus *Syzygium* yang tersebar luas di Asia Tenggara, termasuk di Indonesia. Tanaman ini memiliki kemampuan tumbuh baik di dataran rendah maupun di daerah pegunungan pada ketinggian hingga 1800 meter di atas permukaan laut. Wilayah persebarannya mencakup dari Myanmar hingga Pulau Jawa menjadikan tanaman ini cukup adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan (Sembiring *et al.*, 2016).



Gambar 2.6 Gambar Tanaman Salam (*Syzygium polyanthum*)

Menurut Jannah, (2021) tanaman salam sendiri dapat diklasifikasikan antara lain sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Divisi : Magnoliophyta
Super divisi : Spermatophyta
Kelas : Magnoliopsida
Sub kelas : Rosidae
Ordo : Myrtales
Famili : Myrtaceae
Genus : *Syzygium*
Spesies : (*Syzygium polyanthum* (Wight.) Walp).

Tanaman salam (*Syzygium polyanthum*) merupakan spesies yang tumbuh subur di Pulau Sulawesi, termasuk di wilayah Sulawesi Barat. Sebagai bagian dari flora yang tersebar luas di daerah ini, tanaman salam dapat ditemukan di berbagai ekosistem mulai dari dataran rendah hingga daerah perbukitan dengan ketinggian mencapai 1000 meter di atas permukaan laut. Tanaman ini beradaptasi dengan baik di hutan-hutan primer dan sekunder yang tersebar di Sulawesi (Mudiana & Ariyanti, 2022), menjadikannya salah satu spesies tumbuhan yang cukup dominan

dan sering dimanfaatkan oleh masyarakat lokal. Tanaman salam sendiri memiliki sebaran yang luas di Sulawesi Barat dan berpotensi menjadi sumber bahan alam yang bernilai tinggi, baik sebagai rempah-rempah maupun untuk pengembangan produk pangan dan obat-obatan tradisional.

Secara fisik, tanaman salam dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian sekitar 30 meter dengan batang yang besar dan kuat. Diameter batangnya bisa mencapai 60 cm memberikan tampilan pohon yang kokoh dan tegak. Akar tanaman ini cenderung lurus dan besar, menopang batang yang bulat dengan permukaan yang halus. Tanaman ini juga menghasilkan bunga berukuran kecil, berwarna putih, dengan aroma harum yang khas yang umumnya menarik bagi serangga penyerbuk. Daun salam memiliki ukuran panjang antara 2,5 hingga 8 cm. Bentuk daunnya lonjong dengan ujung yang tumpul dan tepi yang rata. Permukaan bawah daun biasanya lebih lebar dan daunnya tersusun rapat satu sama lain memberikan penampilan tanaman yang rimbun. Struktur daun ini berkontribusi terhadap kemampuan tanaman salam beradaptasi di berbagai kondisi lingkungan (M. Silalahi, 2017).

Tanaman Salam tidak hanya memiliki nilai ekonomis yang signifikan dalam pengobatan tradisional dan industri makanan, tetapi juga berperan penting dalam menjaga keberlanjutan ekosistem hutan di wilayah yang luas. Selain itu, beberapa penelitian juga menunjukkan potensi tanaman salam dalam pengendalian penyakit dan hama tanaman serta sebagai sumber bahan baku untuk industri kosmetik dan farmasi. Keanekaragaman hayati yang dipelihara oleh tanaman salam juga memberikan manfaat ekologis yang penting seperti memelihara keseimbangan ekosistem serta memberikan lingkungan hidup bagi beragam spesies fauna (M. Silalahi, 2017).

Daun tanaman salam (*Syzygium polyanthum*) diketahui mengandung berbagai senyawa aktif yang memiliki manfaat bagi kesehatan. Senyawa-senyawa tersebut di antaranya flavonoid, seperti katekin, rutin, dan tanin, yang dikenal memiliki sifat antimikroba dan antiinflamasi. Selain itu, daun salam juga mengandung sekitar 0,2% minyak atsiri yang kaya akan senyawa metil kavikol, sitral, dan eugenol. Minyak atsiri ini sering disebut sebagai estragole atau p-allylanisole, yang memiliki sifat antioksidan yang kuat (Harismah & Chusniatun,

2017). Kehadiran flavonoid dan tanin dalam daun salam menjadikan tanaman ini sebagai salah satu bahan alami yang berpotensi besar dalam pengembangan produk obat tradisional dan pangan fungsional, terutama dalam kaitannya dengan kemampuannya untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan mengurangi peradangan (Harismah & Chusniatun, 2017). Kandungan yang ada di dalam daun salam menurut Efendi (2017) antara lain:

Tabel 2.2 Kandungan Daun Salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.)

No	Komponen	Nilai
1	Cis-4-decenal	27,12 %
2	α -pinene	9,09 %
3	β - $^{\circ}$ Cimene	7,62 %
4	Farnesol	8,84 %
5	Nonanal	7,60 %
6	Karbohidrat	1,35 g
7	Lemak	0,5 kal
8	Niasin	2000 mg
9	Protein	0,2 kal
10	Selenium	2,8 mg
11	Serat	36,3 kal
12	Vitamin A	6185 iu
13	Vitamin C	46,54 mg
14	Vitamin E	1768 mg
15	Zat Besi	0,77 g

Sumber : Efendi (2017)

Daun salam (*Syzygium polyanthum*) diketahui mengandung senyawa-senyawa aktif dengan potensi antibakteri yang cukup signifikan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa daun salam mengandung flavonoid dengan kadar sekitar 0,45–0,88%, tanin sebesar 1,34–3,45%, dan alkaloid dengan kadar yang bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan dan metode ekstraksi (Gusmiah *et al.*, 2014; Harismah & Chusniatun, 2017). Flavonoid dalam daun salam bekerja melalui mekanisme merusak membran sel bakteri, sementara tanin dapat mengendapkan protein, yang menghambat pertumbuhan bakteri. Alkaloid juga

berperan penting dalam merusak struktur dinding sel bakteri melalui gangguan pada peptidoglikan, yang menyebabkan kematian sel bakteri.

Ekstrak daun salam dengan kandungan senyawa antibakteri ini sangat cocok untuk digunakan dalam pembuatan *edible film*. *Edible film* dengan penambahan ekstrak daun salam berfungsi tidak hanya sebagai pengawet alami yang dapat memperpanjang masa simpan produk pangan dengan menghambat pertumbuhan mikroba, tetapi juga memberikan perlindungan tambahan dari kontaminasi bakteri. Penggunaan ekstrak daun salam yang kaya akan flavonoid, tanin, dan alkaloid dalam *edible film* menjadikan film ini lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang berpotensi merusak produk pangan (Quintavalla & Vicini, 2002).

2.3 Edible Film

Pengemasan dalam industri pangan memiliki peran penting dalam menjaga kualitas, keamanan, serta umur simpan produk. Namun, penggunaan kemasan konvensional berbasis plastik menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait dampaknya terhadap lingkungan akibat limbah yang sulit terurai. Oleh karena itu, muncul kebutuhan akan alternatif kemasan yang lebih ramah lingkungan, salah satunya adalah *edible film*. *Edible film* tidak hanya menawarkan solusi untuk mengurangi limbah plastik, tetapi juga memiliki manfaat fungsional, seperti meningkatkan daya tahan produk pangan melalui perlindungan fisik dan biologis (Marsh & Bugusu, 2007; Siracusa *et al.*, 2008.).

2.3.1 Pengertian Edible Film

Kemasan yang bisa dimakan (*edible*) adalah jenis kemasan yang bersahabat dengan lingkungan. Salah satu keunggulan dari kemasan ini adalah kemampuannya dalam melindungi suatu produk pangan sambil mempertahankan penampilan asli produk serta dapat langsung dikonsumsi. Selain itu, kemasan ini juga dapat terurai dengan mudah di lingkungan sehingga tidak membahayakan (Nahwi, 2016). Kemasan *edible* dapat dibagi menjadi dua tipe, yakni kemasan yang berperan sebagai lapisan (*edible coating*) dan kemasan yang berbentuk lembaran (*edible film*) (Baldwin *et al.*, 2011).

Edible film sendiri merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan hidrokoloid dan dapat memberikan efek pengawetan pada produk. Hal ini karena

edible film dapat memberikan perlindungan kepada oksigen, meningkatkan penampilan produk, mengurangi penguapan air, serta memiliki kemampuan untuk berfungsi sebagai pembawa senyawa antioksidan atau antibakteri yang dapat membantu dalam mempertahankan kualitas dan keamanan produk. Oleh karena itu, *edible film* dapat menjadi pelindung produk dari proses oksidasi lemak dan penghambatan perkembangan mikroorganisme (Amaliya & Putri, 2014).

Keunggulan dari *edible film* yang dapat dimakan adalah dapat ditambahkan bahan tambahan fungsional untuk meningkatkan kinerjanya. Bahan tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua yang menjadi bahan tambahan. Khususnya bahan yang meningkatkan fungsi pokok, seperti bahan plastik dan pengemulsi. Berikutnya adalah bahan yang meningkatkan stabilitas, kualitas, dan keamanan seperti pewarna, nutrisi antioksidan, dan obat antibakteri (Nahwi, 2016).

2.3.2 Komponen *Edible Film*

Edible film adalah lapisan tipis yang terbuat dari bahan-bahan yang dapat dimakan yang digunakan untuk melapisi atau membungkus produk pangan. *Edible film* ini berfungsi sebagai penghalang terhadap faktor eksternal, seperti kelembapan, oksigen, dan kontaminasi mikrobiologis yang dapat menyebabkan kerusakan pada produk pangan. Berbeda dengan kemasan konvensional, *edible film* terbuat dari bahan alami yang dapat dikonsumsi bersama dengan produk makanan atau terurai secara hayati dalam lingkungan (Krochta & Johnston, 1997).

Edible film terbentuk dari bahan biopolimer yang dikategorikan menjadi tiga kelompok utama yaitu hidrokoloid, lipida dan komposit. Biopolimer dalam kategori hidrokoloid mencakup polisakarida dan protein. Polisakarida meliputi pati dan turunannya, selulosa dan turunannya, alginat, pektin, kitosan, karagenan, gum arab, serta pati yang telah dimodifikasi secara kimia. Sementara itu, protein yang sering digunakan mencakup zein jagung, kolagen, gelatin, gluten, isolat protein, kasein, albumin telur, dan whey protein. Biopolimer dalam kategori lipida umumnya berasal dari *wax* dan *oil*, seperti *beeswax*, *paraffin wax*, *vegetable oil*, *carnauba wax*, ester asam lemak, asam laurat, dan asilgliserol. Komposit adalah kombinasi biopolimer dari kelompok hidrokoloid dan lipida. Penggunaan komposit dilakukan karena baik hidrokoloid maupun lipida memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing dalam membentuk karakteristik *edible film*. Oleh

karena itu, penggunaan biopolimer komposit dapat menghasilkan *edible film* dengan karakteristik yang lebih baik dibandingkan penggunaan hidrokoloid atau lipida secara tunggal (Santoso, 2020). *Edible film* juga sering kali mengandung plasticizer seperti gliserol yang berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas *film*. Selain itu, penambahan bahan-bahan aktif, seperti antimikroba atau antioksidan dapat memberikan manfaat tambahan, seperti meningkatkan keamanan pangan dan memperpanjang umur simpan produk (Han & Gennadios, 2005).

Menurut Gennadios *et al.*, (1997), *edible film* memiliki beberapa fungsi utama antara lain sebagai penghalang terhadap gas dan uap air, pelindung terhadap kerusakan fisik, serta media pembawa bahan tambahan pangan (seperti rasa, warna, atau zat gizi). Penggunaan *edible film* juga memungkinkan penambahan komponen bioaktif seperti ekstrak tumbuhan yang memiliki sifat antimikroba, untuk meningkatkan keamanan pangan (Rojas-Graü *et al.*, 2007). Seiring dengan meningkatnya kepedulian terhadap isu lingkungan dan permintaan konsumen akan produk-produk yang ramah lingkungan, *edible film* menjadi salah satu solusi pengemasan yang menjanjikan. Selain fungsinya sebagai pengemas, *edible film* juga menawarkan kelebihan dari segi keberlanjutan karena dapat terurai dengan cepat dan tidak menimbulkan residu berbahaya bagi lingkungan (Tharanathan, 2003).

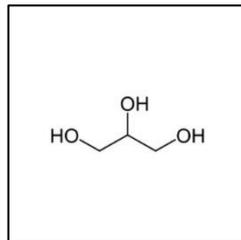
2.3.3 Plasticizer Gliserol dalam *Edible Film*

Plasticizer merupakan komponen penting dalam pembuatan *edible film* karena berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas *film*, sehingga *film* yang dihasilkan tidak terlalu kaku dan rapuh. Tanpa plasticizer, biopolimer yang digunakan dalam pembuatan *edible film* seperti pati, protein, atau kitosan cenderung menghasilkan *film* yang kaku dan mudah pecah (Park *et al.*, 1993). Penambahan plasticizer bertujuan untuk mengurangi interaksi antarmolekul biopolimer, sehingga meningkatkan mobilitas rantai polimer dan membuat film menjadi lebih lentur (Sothornvit & Krochta, 2000b).

Beberapa plasticizer yang umum digunakan dalam pembuatan *edible film* antara lain gliserol, sorbitol, dan polietilen glikol (PEG). Setiap jenis plasticizer memiliki karakteristik yang berbeda dan pemilihannya bergantung pada sifat

bahan dasar yang digunakan serta sifat mekanik dan fungsional yang diinginkan dari *edible film* yang dihasilkan. Gliserol merupakan salah satu plasticizer yang paling umum digunakan dalam pembuatan *edible film*, terutama untuk *film* yang berbasis pati. Gliserol memiliki sifat yang mudah bercampur dengan air dan bahan biopolimer lainnya, sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas *film* (Sanyang *et al.*, 2016). Selain itu, gliserol relatif mudah diakses, murah, dan memiliki sifat yang aman untuk dikonsumsi.

Gliserol juga dikenal senyawa dalam golongan alkohol polihidrat tiga gugus hidroksil di dalam satu molekul dengan formula kimia $C_3H_8O_3$ dan nama kimia 1,2,3 propanatriol, gliserol memiliki berat molekul 92,1, massa jenis 1,23 g/cm^3 , dan titik didih $209^\circ C$. Gliserol mudah larut dalam air, meningkatkan viskositas larutan, dan mampu menahan air. Peran utamanya adalah sebagai *plasticizer*, di mana konsentrasinya dapat meningkatkan karakteristik *Film* (Ilah, 2015).



Gambar 2.7 Struktur Molekul Gliserol

Penggunaan gliserol sebagai plasticizer dalam *edible film* berbasis pati, seperti pati jawawut, sangat relevan karena pati cenderung menghasilkan *film* yang rapuh jika tidak diberi plasticizer. Gliserol bekerja dengan cara melemahkan ikatan hidrogen antara molekul-molekul pati, sehingga meningkatkan kemampuan molekul pati untuk bergerak dan membuat *film* menjadi lebih elastis (López *et al.*, 2011). Hal ini sangat penting dalam menjaga integritas mekanik dari *edible film*, terutama ketika digunakan sebagai pengemas pangan. Selain itu, gliserol mampu mempertahankan kelembaban pada *edible film* yang penting untuk mencegah *film* menjadi kaku dan pecah. Namun, gliserol juga memiliki kelemahan yaitu dapat meningkatkan permeabilitas uap air dari *film* sehingga membuat *edible film* lebih rentan terhadap transfer kelembapan dari lingkungan (Sothornvit & Krochta, 2000b). Oleh karena itu, sering kali perlu dilakukan penyesuaian pada formulasi

edible film untuk menyeimbangkan sifat mekanik dan kemampuan penghalang uap air.

2.3.4 Karakteristik *Edible Film*

Seiring dengan pengembangan *edible film*, terdapat beberapa karakteristik utama yang perlu diperhatikan untuk memastikan fungsionalitasnya sebagai bahan pengemas yang efektif. Karakteristik ini meliputi sifat fisik, mekanik, serta kemampuan *edible film* untuk menjadi penghalang terhadap kelembapan, gas, dan mikroorganisme. Karakteristik-karakteristik ini penting untuk menentukan kinerja *edible film* dalam menjaga kualitas dan keamanan produk pangan yang dikemas (Fatma *et al.*, 2015).

Tabel 2.3 Standar *Edible Film* (JIS)

No	Karakteristik	Nilai
1	Ketebalan	0,1 mm - 0,25 mm
2	Kuat tarik	3,9266 Mpa
3	Elongasi	Buruk <10% Baik >10%
4	<i>Modulus Young</i>	0,35 Mpa
5	Laju transmisi uap air	1,006 g/m ² har

Sumber: Kasmawati (2018)

a. Ketebalan *Edible Film*

Ketebalan adalah parameter yang signifikan dalam penggunaan *film* sebagai pengemas dan melapisi produk. Ketebalan *film* memengaruhi transmisi uap air, gas, dan senyawa volatil lainnya, yang pada gilirannya mempengaruhi karakteristik produk yang dikemas. Semakin besar ketebalan *film*, maka sifat *film* yang dihasilkan akan semakin kokoh dan keras, sehingga produk yang dikemas akan lebih terlindungi dari pengaruh eksternal. Ketebalan dari *edible film* dipengaruhi oleh ukuran cetakan, volume larutan, dan jumlah padatan total dalam larutan (Jacob *et al.*, 2014). Semakin tinggi konsentrasi padatan terlarut, maka ketebalan *film* akan meningkat. Kenaikan jumlah padatan dalam larutan menyebabkan peningkatan jumlah polimer yang membentuk matriks *edible film* (Ningsih, 2015).

Parameter yang bisa mempengaruhi ketebalan *edible film* adalah konsentrasi padatan dalam larutan yang digunakan untuk pembentukan *film* dan ukuran plat pencetak. Ketika konsentrasi padatan terlarut semakin tinggi, ketebalan *film* biasanya meningkat. Semakin tebal *edible film*, kemampuannya dalam menahan dampak dari faktor-faktor eksternal juga akan semakin kuat sehingga dapat mengakibatkan peningkatan masa simpan produk (Ilah, 2015).

b. Kuat tarik (*Tensile strength*)

Kuat tarik menggambarkan nilai tertinggi gaya stress yang dihasilkan saat dilakukan pengujian kuat tarik atau tegangan maksimum yang bisa diakomodasi oleh materi tertentu ketika ditarik atau diregangkan sebelum putus. Sifat ini sangat terkait dengan *plastisizer* yang ditambahkan dalam pembuatan *film*. Semakin besar konsentrasi *plastisizer*, semakin rendah hasil dari gaya stressnya, dan akibatnya nilai *tensile strength* akan semakin rendah. Kuat tarik dihitung berdasarkan beban tertinggi serta persentase pemanjangan yang terjadi pada saat *edible film* pecah atau robek (Santoso, 2020).

Kekuatan tarik (*tensile strength*) merupakan parameter spesifik yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan suatu *film*, yakni tegangan maksimum yang dapat ditanggung oleh *film* sebelum putus atau sobek. Pengukuran ini membantu menentukan seberapa besar gaya yang dibutuhkan untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap luas area *film*. Sifat kekuatan tarik dipengaruhi oleh konsentrasi dan jenis bahan penyusun dari *edible film* (Fatma *et al.*, 2015).

c. Elongasi

Pemanjangan atau elongasi *edible film* adalah kemampuan bahan untuk memanjang ketika diberikan gaya tarik. Nilai elongasi menggambarkan sejauh mana *film* tersebut dapat meregang. Elastisitas yang merupakan perubahan panjang maksimum saat *film* mengalami peregangan hingga putus, umumnya meningkat dengan penambahan plasticizer. Penurunan elastisitas menunjukkan peningkatan fleksibilitas *film*, sedangkan modulus elastisitas mengukur kekakuan *film* (Amanda, 2023).

Persentase pemanjangan adalah perbandingan peningkatan panjang *film* setelah ditarik hingga putus. Semakin tinggi persentase pemanjangan, semakin elastis *film* tersebut. Produk pangan yang dikemas dengan *edible film* sesuai

standar JIS 1975 akan lebih tahan terhadap kerusakan mekanis seperti tekanan. Persentase pemanjangan dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi plasticizer yang digunakan, di mana semakin tinggi konsentrasi plasticizer semakin tinggi persentase pemanjangan dan sebaliknya (Santoso, 2020).

d. Daya Serap air

Uji serap atau ketahanan air adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengukur seberapa tahan *edible film* terhadap air. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase serap air yang dimiliki oleh *film* serta menilai kemampuannya dalam melindungi produk dari air (Lazuardi & Cahyaningrum, 2013). Uji daya serap air penting dilakukan karena *edible film* yang berkualitas harus mampu melindungi produk dari air, sehingga air dapat diserap oleh *film* tersebut. Prosedur uji ketahanan air melibatkan penimbangan awal sampel (W_0), kemudian merendamnya dalam aquades selama 10 detik. Setelah itu, sampel diangkat dan air yang menempel pada permukaan plastik dihilangkan menggunakan tisu kertas, lalu sampel ditimbang kembali. Proses perendaman dan penimbangan diulang hingga diperoleh berat akhir sampel yang konstan (Amanda, 2023).

e. Uji Antimikrobia *Edible Film*

Salah satu aspek penting dari pengembangan *edible film* adalah kemampuan *film* tersebut untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan kerusakan pada produk pangan. Uji antimikroba menjadi penting untuk menilai efektivitas *edible film* dalam menghambat pertumbuhan bakteri, jamur, atau mikroorganisme lainnya terutama yang dapat mengganggu keamanan dan kualitas pangan selama penyimpanan dan distribusi. Penambahan agen antimikroba ke dalam *edible film* diharapkan dapat memberikan perlindungan terhadap mikroorganisme patogen (Rachmayanti & Kusumo, 2015).

Salah satu metode yang sering digunakan untuk menguji aktivitas antimikroba dari *edible film* adalah metode difusi agar. Metode ini merupakan salah satu teknik yang paling umum dan sederhana untuk menguji sensitivitas mikroorganisme terhadap bahan antimikroba. Prosedur metode difusi agar melibatkan pelapisan medium agar dengan mikroorganisme uji di seluruh

permukaan cawan petri, diikuti dengan aplikasi sampel *edible film* yang mengandung agen antimikroba pada permukaan agar tersebut (Balouiri *et al.*, 2016).

Selama inkubasi, agen antimikroba yang terdapat dalam *edible film* akan berdifusi dari *film* ke dalam medium agar. Aktivitas antimikroba dievaluasi berdasarkan terbentuknya zona hambat di sekitar *edible film* yang menunjukkan area di mana pertumbuhan mikroorganisme terhambat. Semakin besar zona hambat yang terbentuk semakin kuat kemampuan antimikroba dari *edible film* tersebut (Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), 2018). Metode difusi agar ini dinilai efektif untuk menguji aktivitas antimikroba *film* karena mampu mengevaluasi daya hambat dari bahan aktif yang terkandung dalam film terhadap mikroorganisme yang dipilih.

Salah satu bakteri yang sering digunakan sebagai bakteri uji dalam pengujian difusi agar adalah *Escherichia coli* (*E. coli*). Pemilihan *E. coli* sebagai model bakteri uji sangat relevan mengingat perannya sebagai indikator kontaminasi mikroba yang sering ditemukan pada berbagai produk pangan yang dikemas dengan *edible film* (Burt, 2004; Sivarooban *et al.*, 2008).

Escherichia coli adalah bakteri gram-negatif yang kerap dijadikan model mikroorganisme dalam pengujian antimikroba pada *edible film*. Mikroorganisme ini sering ditemukan pada permukaan produk pangan olahan seperti permen, buah potong, produk bakery, dan makanan ringan yang merupakan produk yang banyak dikemas dengan *edible film* (Burt, 2004). Penggunaan *E. coli* sebagai bakteri uji memungkinkan pengujian efektivitas *edible film* dalam melindungi produk dari kontaminasi bakteri patogen yang berpotensi merusak kualitas produk serta mengganggu kesehatan konsumen.

2.4 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini didasari dari sebuah penelitian terdahulu, baik dari jenis penelitian maupun teori yang digunakan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kasmawati (2018) mengeksplorasi karakteristik *edible film* yang terbuat dari pati jagung (*Zea mays* L.) dengan penambahan gliserol dan ekstrak temu putih (*Curcuma zedoaria*). Tujuan dari eksperimen ini adalah untuk memahami bagaimana penambahan gliserol dan ekstrak temu putih mempengaruhi sifat *film* yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi gliserol 50% dan ekstrak temu putih 3% memberikan hasil terbaik dengan ketebalan 0,15 mm, kekuatan tarik 2,40 N/mm², dan daya serap 75,87%. Selain itu, morfologi *film* memperlihatkan adanya ikatan C-H aldehida dalam gugus fungsional, yang berpotensi memberikan daya simpan lebih lama.

Handayani & Nurzanah (2018) juga melakukan penelitian tentang *edible film*, tetapi menggunakan pati talas dengan penambahan antimikroba berupa minyak atsiri lengkuas. Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana minyak atsiri lengkuas mempengaruhi sifat mekanis dan daya hambat dari *edible film*. Hasil terbaik diperoleh dari *film* dengan penambahan 1,25% minyak atsiri lengkuas, yang menunjukkan kinerja terbaik dalam hal kekuatan, elastisitas, serta daya hambat antimikroba. Sementara itu, *film* dengan 1,5% minyak atsiri lengkuas menunjukkan ketahanan terhadap air dan kelarutan yang optimal.

Tola *et al* (2021) meneliti pengaruh komposisi pati jawawut (*Setaria italica* L.), lilin lebah dan sorbitol terhadap karakteristik *edible film*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan formula terbaik dari campuran bahan-bahan tersebut untuk menghasilkan film dengan kualitas terbaik. Berdasarkan hasil analisis, proporsi 4:1 antara pati jawawut dan lilin lebah, serta penambahan sorbitol 5%, memberikan hasil yang optimal, terutama dalam hal kadar air yang rendah, kekuatan mekanik yang baik, serta kelenturan yang optimal. *Film* ini juga memiliki laju transmisi uap air yang baik.

Penelitian oleh Ilah (2015) mengevaluasi efek penambahan ekstrak daun salam dan daun beluntas pada *edible film* pati jagung. Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan ekstrak daun salam secara signifikan meningkatkan aktivitas

antibakteri dan antioksidan *film*, serta mempengaruhi sifat fisik seperti ketebalan dan laju transmisi uap air.

Penelitian oleh Safitri *et al*, (2016) meneliti pengaruh penambahan minyak kayu manis pada plastik biodegradable yang berbasis pati sagu, yang telah dimodifikasi dengan metode *grafting* menggunakan poly (NIPAM)-kitosan. Penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana penambahan minyak atsiri dari kayu manis dapat mempengaruhi sifat mekanis dan kestabilan film plastik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak atsiri tidak hanya menurunkan sifat mekanis dari plastik biodegradable ini, tetapi juga membuatnya lebih mudah patah. Hal ini disebabkan oleh adanya fase minyak yang terdispersi dalam matriks film, yang mengganggu integritas struktural dari plastik tersebut. Penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai tantangan dalam mengkombinasikan minyak atsiri dengan plastik biodegradable untuk aplikasi yang memerlukan kekuatan mekanis tinggi.

Rahmah (2019) juga melakukan penelitian tentang *edible film*, tetapi menggunakan pati tapioka dengan penambahan antimikroba berupa ekstrak daun jambu biji. Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana ekstrak daun jambu biji mempengaruhi sifat mekanis dan daya hambat dari *edible film*. Hasil terbaik diperoleh dari film dengan penambahan 1% ekstrak daun jambu biji, yang menunjukkan kinerja terbaik dalam hal kekuatan, elastisitas, serta daya hambat antimikroba. Sementara itu, *film* dengan 1,5% ekstrak daun jambu biji menunjukkan ketahanan terhadap air dan kelarutan yang optimal.

Penelitian-penelitian ini menunjukkan bagaimana variasi bahan dasar dan bahan tambahan dapat mempengaruhi sifat fisik, mekanik, dan fungsional dari *edible film*, serta potensi penggunaannya dalam pengemasan pangan yang lebih efektif dan ramah lingkungan.

2.5 Hipotesis Penelitian

2.5.1 Hipotesis Utama

Diduga *edible film* berbasis pati jawawut (*Setaria italica*) dengan penambahan antimikroba dari ekstrak daun salam (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp) dapat meningkatkan sifat mekanik dan antimikroba dari *edible film* yang dihasilkan.

2.5.2 Hipotesis Spesifik

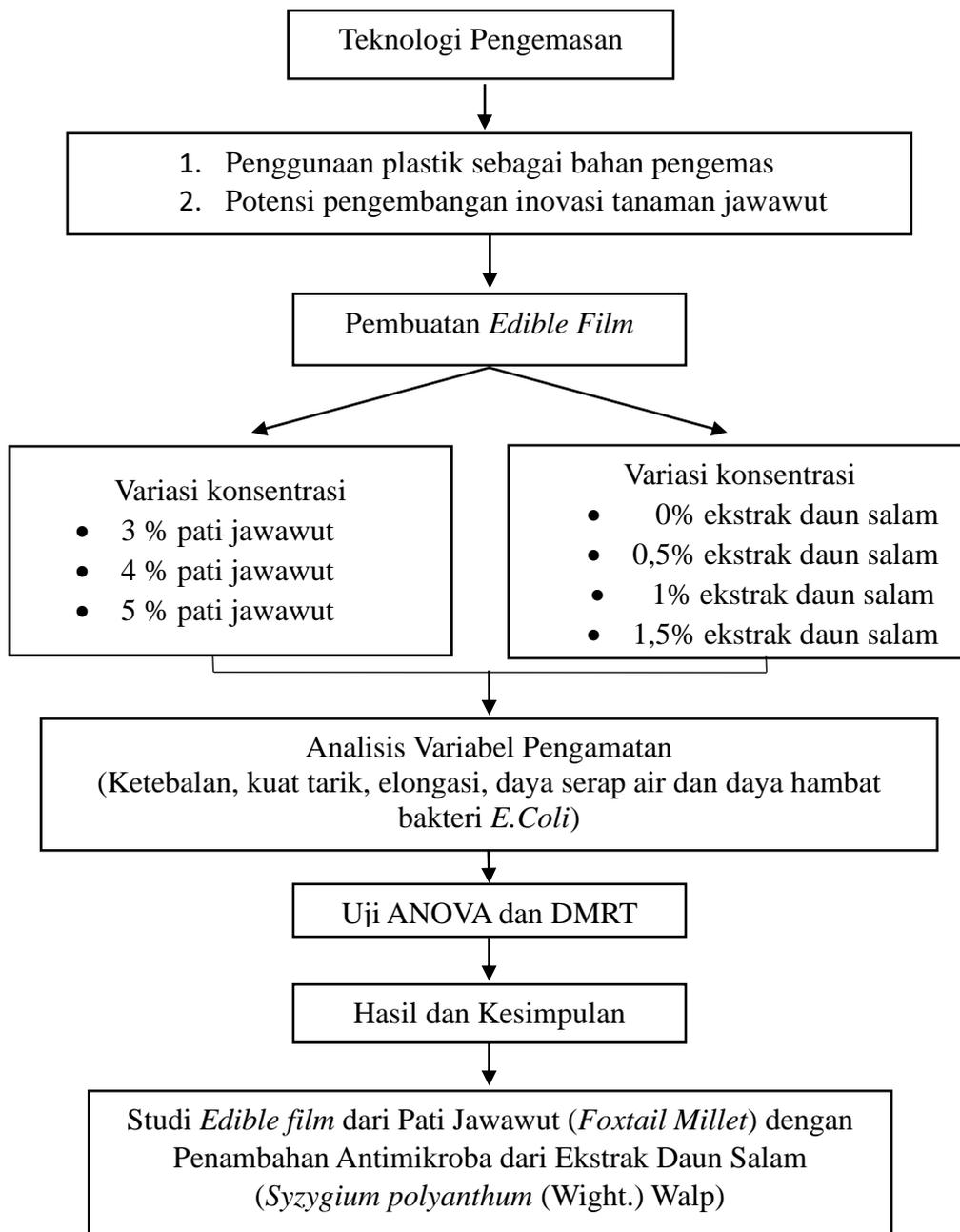
Hipotesis spesifik yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut. Pertama, pengujian karakteristik fisik *edible film* akan menunjukkan ketebalan dan daya serap air yang lebih baik dengan penggunaan pati jawawut, karena pati jawawut memiliki struktur yang memungkinkan pembentukan *film* yang stabil dan konsisten. Kedua, penggunaan pati jawawut akan meningkatkan kekuatan tarik (*tensile strength*) dan elongasi *edible film*, mengingat sifat mekanik pati jawawut yang baik dapat memperkuat dan meningkatkan fleksibilitas film. Ketiga, *edible film* berbasis pati jawawut dengan penambahan ekstrak daun salam akan memiliki aktivitas antimikroba yang signifikan terhadap bakteri uji, karena senyawa aktif dalam ekstrak daun salam seperti flavonoid, tanin, dan minyak atsiri efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen.

2.6 Kerangka Pemikiran

Penelitian dimulai dengan meninjau masalah-masalah terkait dengan pembuatan *edible film*. *Edible film* berbasis pati jawawut yang *biodegradable* dan dapat dimakan menawarkan solusi namun memiliki kelemahan dalam kekuatan mekanis dan daya tahan terhadap mikroba (Polnaya *et al.*, 2016; Rahmah, 2019). Penambahan ekstrak daun salam digunakan untuk meningkatkan daya hambat terhadap bakteri (F. Safitri, 2017), sementara gliserol sebagai plastisizer ditambahkan untuk meningkatkan fleksibilitas *film* yang biasanya kaku tanpa plastisizer (Nahwi, 2016).

Formulasi *edible film* yang menggunakan variasi konsentrasi pati jawawut (3%, 4%, 5% dari total pelarut), ekstrak daun salam (0%, 0,5%, 1%, 1,5% dari berat pati) dan penambahan gliserol sebagai plastisizer (30% dari berat pati). Penggunaan pati dengan konsentrasi yang divariasikan (3%, 4%, 5%) dalam pembuatan *edible film* didasarkan pada penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pati dapat meningkatkan kekuatan mekanik *film*, tetapi juga meningkatkan kerapuhan dan daya serap air (Anitha *et al.*, 2024). Ekstrak daun salam memiliki aktivitas antimikroba yang kuat terhadap berbagai patogen pangan termasuk *E. coli*. Penelitian yang menunjukkan efektivitas antimikroba dari ekstrak daun salam mendukung pemilihan variasi konsentrasi 0-1,5% untuk mengetahui pengaruh optimalnya (Hamad *et al.*, 2016). Penambahan

gliserol sebesar 30% dari berat pati digunakan sebagai plastisizer untuk meningkatkan fleksibilitas dan elastisitas film yang dihasilkan, sesuai dengan literatur yang menyarankan penggunaan plastisizer dalam jumlah yang cukup tinggi untuk meningkatkan elongasi dan mengurangi kekakuan *film* (Zhang *et al.*, 2016).



Gambar 2.8 Kerangka Pemikiran Penelitian

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi pati jawawut secara signifikan mempengaruhi karakteristik fisik dan mekanik *edible film*, seperti ketebalan, kuat tarik, dan elongasi. Peningkatan konsentrasi pati cenderung meningkatkan kekakuan dan ketebalan *film*, namun menurunkan fleksibilitasnya. Karakteristik fisik-kimia yaitu daya serap air juga dipengaruhi oleh variasi konsentrasi pati. Namun, pada karakteristik mikrobiologis *edible film*, konsentrasi pati jawawut tidak signifikan mempengaruhi terutama dalam hal daya hambat terhadap *Escherichia coli*.
2. Konsentrasi ekstrak daun salam memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik mikrobiologis *edible film*, terutama dalam hal daya hambat terhadap *Escherichia coli*. Namun, pada beberapa parameter fisik, mekanik dan fisik-kimia seperti ketebalan, kuat tarik, elongasi dan daya serap air pengaruhnya tidak signifikan, bergantung pada konsentrasi pati yang digunakan.
3. Kombinasi antara konsentrasi pati jawawut dan ekstrak daun salam menunjukkan bahwa interaksi keduanya tidak memberikan pengaruh signifikan pada semua parameter yang diuji. Diketahui pengaruh terhadap karakteristik fisik, mekanik dan fisik-kimia lebih dominan ditentukan oleh konsentrasi pati, sedangkan pengaruh terhadap daya hambat bakteri lebih bergantung pada ekstrak daun salam. Berdasarkan standar karakteristik untuk *edible film* menurut *Japanese Industrial Standards (JIS)*. Hampir semua perlakuan telah memenuhi atau bahkan melebihi standar tersebut, kecuali A1B1 dan A1B3 yang sedikit berada di bawah standar pada parameter kuat tarik. Kombinasi yang optimal dapat memberikan efek sinergis pada karakteristik tertentu, meskipun pada beberapa parameter lainnya dalam penelitian ini interaksi tidak memberikan pengaruh yang nyata.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, saran untuk penelitian selanjutnya mencakup beberapa aspek penting. Pertama, variasi konsentrasi pati jawawut dan ekstrak daun salam perlu dieksplorasi lebih luas untuk menentukan kombinasi optimal yang dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik *edible film*. Selain itu, studi jangka panjang tentang stabilitas dan umur simpan *film* yang dihasilkan sangat dianjurkan, bersama dengan analisis pengaruhnya terhadap kualitas produk makanan yang dikemas. Penelitian juga dapat melibatkan metode pengujian lain seperti fleksibilitas dan daya tahan dalam berbagai kondisi penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- (Sipsn), S. I. P. S. N. (2023). Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah. Retrieved From Data Pengelolaan Sampah & Rth Website: <https://Sipsn.Menlhk.Go.Id/Sipsn/%0ahttps://Sipsn.Menlhk.Go.Id/Sipsn/Public/Data/Timbulan>
- Agustina, R., Indrawati, D. T., & Masruhin, M. A. (2015). Aktivitas Ekstrak Daun Salam. *Laboratorium Penelitian Dan Pengembangan Farmaka Tropis Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur*, 120–123.
- Alhasny, L., & Supriadi, S. (2021). Ekstraksi Minyak Atsiri Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*) Menggunakan Metode Enfleurasi. *Journal Of Experimental And Clinical Pharmacy (Jecp)*, 1(2), 84–96. <https://doi.org/10.52365/Jecp.V1i2.238>
- 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.
- Amaliya, R. R., & Putri, W. D. R. (2014). Karakterisasi Eible Film Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Filtrat Kunyit Putih Sebagai Antibakteri. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 2(3), 43–53.
- Amanda, P. R. (2023). *Pembuatan Dan Karakterisasi Edible Film Dari Natrium Karboksimetil Selulosa (Na-Cmc)*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Amrillah, A. L., Warkoyo, & Desiana, N. P. (2019). Karakteristik Fisik , Mekanik Dan Zona Hambat Edible Film. *Food Technology And Halal Science*, 2(1), 40–54.
- Amrinola, W. (2015). Pati Alami Vs Pati Termodifikasi – Department Of Food Technology. *Binus University*. Retrieved From <https://foodtech.binus.ac.id/2015/10/12/pati-alami-vs-pati-termodifikasi/>
- Anitha, R., Jayakumar, K., Samuel, G. V., Joice, M. E., Sneha, M., & Seeli, D. S. (2024). Synthesis And Characterization Of Starch-Based Bioplastics: A Promising Alternative For A Sustainable Future †. *Engineering Proceedings*, 61(1), 1–5. <https://doi.org/10.3390/engproc2024061030>
- Anwar, C., Irhami, I., & Kemalawaty, M. (2019). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Dengan Mengkaji Jenis Varietas Dan Lama Pengeringan Characterization Of Physicochemical Properties Of Sweet Potato Starch On Various Variety And Dryingtime. *Jurnal Teknotan*, 12(2), 1–8.
- Astmd882. (2018). Standard Test Method For Tensile Properties Of Thin Plastic Sheeting. Retrieved May 5, 2024, From <https://www.astm.org/D0882->

18.Html

- Avivananda, M. H. (2021). *Pengembangan Edible Film Komposit Berbasis Ganyong Starch Added With Salam Leaf Extract*.
- Azrai, M., Pabendon, M. B., Suarni, Arvan, R. Y., Zainuddin, B., & Andayani, N. N. (2021). *Teknologi Budidaya Tanaman Sorgum Unggul Bebas Limbah*. Yogyakarta: Cv. Cakrawala Yokyakarta.
- Baldwin, E. A., Hagenmaier, R. D., & Bai, J. (2011). Edible Coatings And Films To Improve Food Quality, Second Edition. *Edible Coatings And Films To Improve Food Quality, Second Edition*, Pp. 1–417.
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S. K. (2016). Methods For In Vitro Evaluating Antimicrobial Activity: A Review. *Journal Of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79. <https://doi.org/10.1016/J.Jpha.2015.11.005>
- Bestari, N. G., Saputra, E., & Pujiastuti, Y. (2024). *Penambahan Glukosa Terhadap Karakteristik Fisik Edible Film Dari Kappa- Karagenan Dengan Plasticizer Sorbitol*. 13(September). <https://doi.org/10.20473/Jmcs.V13i3.31279>
- Bhakti, U. K., Sasmito, E., & Santoso, J. (2024). *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Salam (Syzygium Polyanthum (Wight.) Walp.) Terhadap Bakteri Staphylococcus Aureus Dan Pseudomonas Aeruginosa*. 1(7), 90–96.
- Burt, S. (2004). Essential Oils: Their Antibacterial Properties And Potential Applications In Foods - A Review. *International Journal Of Food Microbiology*, Vol. 94, Pp. 223–253. <https://doi.org/10.1016/J.Ijfoodmicro.2004.03.022>
- Cahyana, I., Kurniasari, L., & Maharani, F. (2021). Ekstraksi Senyawa Tanin Dari Kulit Bawang Putih (*Allium Sativum* L.) Berbantu Gelombang Mikro. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim*, 1(1), 115–121.
- Cahyanti, R. E., Wandira, A., Jannah, M., Yusuf, N., & Ahdar, A. N. W. (2020). *Budidaya Dan Karakterisasi Hama Penyakit Pada Tanaman Jawawut (Setaria Italica)*.
- Chhikara, S., & Kumar, D. (2022). Edible Coating And Edible Film As Food Packaging Material: A Review. *Journal Of Packaging Technology And Research*, Vol. 6, Pp. 1–10. <https://doi.org/10.1007/S41783-021-00129-W>
- Clinical And Laboratory Standards Institute (Clsi). (2018). M07: Clinical And Laboratory Standards Institute Methods For Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests For Bacteria That Grow Aerobically. *Clinical And Laboratory Standards Institute (Clsi)*, 91.
- Cpob. (2024). *Memilih Mesh Ayakan Yang Tepat_ Faktor-Faktor Yang Perlu Dipertimbangkan - Farmasi Industri*.
- Demando Giotama, Hamisah Becek, & Marseli Zulia. (2019). Potensi Tanaman Jewawut Sebagai Sumber Karbohidrat Terbaru Dan Bioaktivitasnya Sebagai Anti Hipertensi. *Jurnal Khazanah Intelektual* , 3(1), 355–370.

- Dewi, S. R., Widyasanti, A., & Putri, S. H. (2023). Pengaruh Konsentrasi Pati Singkong Terhadap Karakteristik Edible Film Berbahan Pati Singkong Dengan Penambahan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 11(2), 158–167. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jkptb.2023.011.02.05>
- Efendi, S. (2017). Pengaruh Kombinasi Rebusan Daun Salam Dan Jahe Terhadap Penurunan Kadar Asam Urat Pada Penderita Gout Arthritis. In *Skripsi*.
- Ekariski, D., Basito, B., & Yudhistira, B. (2019). Studi Karakteristik Fisik Dan Mekanik Edible Film Pati Ubi Jalar Ungu Dengan Penambahan Kitosan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 10(2), 128. <https://doi.org/10.20961/Jthp.V10i2.29080>
- Ernawato, & Kumala, S. (2015). *Kandungan Senyawa Kimia Dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Alpukat (Persea Americana P.Mill) Terhadap Bakteri Vibrio Alginolyticus*. V, 6.
- Fatma, Malaka, R., & Taufik, M. (2015). Karakteristik Edible Film Berbahan Whey Dangke Dan Agar Dengan Menggunakan Gliserol Dengan Persentase Berbeda. *Jitp*, 4(2), 63–69.
- Fatmawati, A., Sucianingsih, D., Kurniawati, R., & Abdurrahman, M. (2021). Identifikasi Mikroskopis Dan Penentuan Kandungan Flavonoid Total Ekstrak Daun Kelor Dan Fraksi Etil Asetat (*Moringa Oleifera L.*). *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Science And Technology*, 1(1), 66–74.
- 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.
- Film, T. (2023). Mechanical Characteristics. Retrieved May 5, 2024, From https://www.films.toray/en/knowledge/kno_002_2.html
- Fisher, D. (2023). *Amylopectin: Definition, Structure & Function - Lesson Study*.
- Fitri, D., Kiromah, N. Z. W., & Widiastuti, T. C. (2020). Formulasi Dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*) Pada Berbagai Variasi Komposisi Kitosan Dengan Metode Gelasi Ionik. *Jpscr: Journal Of Pharmaceutical Science And Clinical Research*, 5(1), 61. <https://doi.org/10.20961/Jpscr.V5i1.39269>
- Fitriany, E., Legowo, D. B., & Arifah, P. N. (2022). Pengaruh Variasi Konsentrasi Maltodekstrin Sebagai Film Forming Terhadap Mutu Fisik Oral Fast Dissolving Salbutamol Sulfate. *Jurnal Farmasi Indonesia | Afamedis*, 11(1), 4–6. Retrieved From <https://www.journal-afamedis.com/index.php/afamedis>
- García, N. L., Ribba, L., Dufresne, A., Aranguren, M., & Goyanes, S. (2011). Effect Of Glycerol On The Morphology Of Nanocomposites Made From Thermoplastic Starch And Starch Nanocrystals. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 84, Pp. 203–210. <https://doi.org/10.1016/J.Carbpol.2010.11.024>

- Gennadios, A., Hanna, M. A., & Kurth, L. B. (1997). Application Of Edible Coatings On Meats, Poultry And Seafoods: A Review. *Lwt*, Vol. 30, Pp. 337–350. <https://doi.org/10.1006/Fstl.1996.0202>
- Gusmiah, T., Surtikanti, & Oktaviani, R. U. (2014). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Salam (*Syzigium Polyanthum*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* Secara In Vitro. *Jurnal Keperawatan Dan Kesehatan*, 5(1), 33–43. Retrieved From <http://jurnal-stikmuh-ptk.id/index.php/jk2/article/view/14>
- Hamad, A., Mahardika, M. G. P., Stifah, I., & Hartanti, D. (2016). Antimicrobial And Volatile Compounds Study Of Four Spices Commonly Used In Indonesian Cullinary. *Jornal Of Food And Pharmaceutical Science*, 4, 1–5.
- Han, J. H., & Gennadios, A. (2005). *Edible Films And Coatings: A Review*. Retrieved From <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123116321500474>
- Handayani, R., & Nurzanah, H. (2018). *Karakteristik Edible Film Pati Talas Dengan Penambahan Antimikroba Dari Minyak Atsiri Lengkuas*. 10(1), 1–11.
- Handoko, A., Kusnandar, F., Budijanto, S., & Herawaty, H. (2024). *Karakterisasi Jewawut Varietas Lokal Polewali Mandar Dan Pemanfaatannya Sebagai Bahan Baku Beras Analog*.
- Harismah, K., & Chusniatun. (2017). Pemanfaatan Daun Salam (*Eugenia Polyantha*) Sebagai Obat Herbal Dan Rempah Penyedap Makanan. *Warta Lpm*, 19(2), 110–118. <https://doi.org/10.23917/Warta.V19i2.2742>
- Hastuti, Y. D., & Mulangri, D. A. K. (2021). Perbedaan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Salam Dengan Metode Refluks Dari Beberapa Jenis Pelarut Dan Aktivitas Antibakteri. *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik (Jiffk)*, 18(2), 85–93. Retrieved From www.unwahas.ac.id/publikasiilmiah/index.php/ilmufarmasidanfarmasiklinik
- Heryanto, R. (2022). Potensi Jewawut "Tarreang" Di Sulawesi Barat. Retrieved From Daun Mint Website: <https://lp2m.uma.ac.id/2022/06/07/metode-waterfall-definisi-dan-tahap-tahap-pelaksanaannya/> <https://psikologi.uma.ac.id/penyebab-berbahaya-dibalik-nafsu-makan-berkurang/> <https://lp2m.uma.ac.id/2022/03/16/5-jenis-metodologi-pembelajaran-yang-sering-di>
- Ilah, F. M. (2015). *Pengaruh Penambahan Ekstrak Etanol Daun Salam (*Eugenia Polyantha*) Dan Daun Beluntas (*Pluchea Indicaless*) Terhadap Sifat Fisik, Aktivitas Antibakteri Dan Aktivitas Antioksidan Pada Edible Film Berbasis Pati Jagung*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Indraswati, D. (2017). Pengemasan Makanan. In *Pengemasan Makanan*.
- Jabbar, U. F. (2017). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik

- Bioplastik Dari Pati Kulit Kentang (*Solanum Tuberosum*. L). *Skripsi: Universitas Ilam Negeri Alauddin Makassar*, 71.
- Jacobs, H., & Delcour, J. A. (1998). Hydrothermal Modifications Of Granular Starch, With Retention Of The Granular Structure: A Review. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, Vol. 46. <https://doi.org/10.1021/jf980169k>
- Jacob, A. M., Nugraha, R., & Dia Utari, S. P. Sri. (2014). Pembuatan Edible Film Dari Pati Buah Lindur Dengan Penambahan Gliserol Dan Karaginan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1), 14–21. <https://doi.org/10.17844/jphi.v17i1.8132>
- Jane, J. -L, Kasemsuwan, T., Leas, S., Zobel, H., & Robyt, J. F. (1994). Anthology Of Starch Granule Morphology By Scanning Electron Microscopy. *Starch - Stärke*, Vol. 46, Pp. 121–129. <https://doi.org/10.1002/star.19940460402>
- Jannah, A. M. (2021). Uji Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*) Hasil Sonikasi Dengan Variasi Pelarut (Vol. 75). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Jauhara, N. L. (2022). *Pengaruh Waktu Maserasi Daun Salam (Syzygium Polyanthum) (Wight)*.
- Juwita, W. P. (2019). *Pengaruh Proses Pengeringan Terhadap Karakteristik Edible Film Program Studi Teknik Kimia Magister Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan Disusun Oleh : Windra Putri Juwita*. 404705.
- Kasmawati. (2018). Karakteristik Edible Film Pati Jagung (*Zea Mays* L.) Dengan Penambahan Gliserol Dan Ekstrak Temu Putih (*Curcuma Zedoaria*). Uin Alauddin Makassar.
- Khairani, C., & Yogi, P. (2009). Teknologi Pengolahan Ubi Katu, Ubi Jalar Dan Pisang. In *Экономика Региона* (Vol. 19, P. 19).
- Kotiyal, A., & Singh, P. (2023). Applications Of Edible Coatings To Extend Shelf-Life Of Fresh Fruits. *Food Process Engineering And Technology*, Pp. 99–118. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6831-2_5
- Krochta, J. M., & Johnston, C. D. M. (1997). Edible And Biodegradable Polymer Films: Challenges And Opportunities. *Food Technology*, Vol. 51, Pp. 61–74.
- Kumar, L., Ramakanth, D., Akhila, K., & Gaikwad, K. K. (2022). Edible Films And Coatings For Food Packaging Applications: A Review. *Environmental Chemistry Letters*, Vol. 20, Pp. 875–900. <https://doi.org/10.1007/S10311-021-01339-Z>
- Kusumawardani, Z. (2021). Pengaruh Konsentrasi Etanol 70%, 90%, 95% Terhadap Kandungan Flavonoid Pada Ekstrak Daun Katuk (*Sauropus Androgynus* (L.) Merr.). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 10(10), 1–5.
- Kusumawati, D. H., & Putri, W. D. R. (2013). Karakteristik Fisik Dan Kimia Edible Film Pati Jagung Yang Diinkorporasi Dengan Perasan Temu Hitam. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 1(1), 90–100. Retrieved From

[Http://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/9](http://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/9)

- Lacroix, M. (2009). Mechanical And Permeability Properties Of Edible Films And Coatings For Food And Pharmaceutical Applications. *Edible Films And Coatings For Food Applications*, Pp. 347–366. https://doi.org/10.1007/978-0-387-92824-1_13
- Lazuardi, G. P., & Cahyaningrum, S. E. (2013). *Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan Dan Pati Singkong Dengan Plasticizer Gliserol Preparation And Characterization Based Bioplastic Chitosan And Cassava Starch With Glycerol Plasticizer Gilang Pandu Lazuardi * Dan Sari Edi Cahyan*. 2(3), 161–166.
- López, O. V., Lecot, C. J., Zaritzky, N. E., & García, M. A. (2011). Biodegradable Packages Development From Starch Based Heat Sealable Films. *Journal Of Food Engineering*, Vol. 105, Pp. 254–263. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.02.029>
- Madu, W., Wahyuni, S., & Susilowati, P. (2022). Karakteristik Edible Film Dari Berbagai Jenis Umbi-Umbian Dengan Penambahan Gliserol: Studi Kepustakaan. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 7(1), 4824–4829.
- Maeden. (2023). The Complete Guide To Tensile Testing: Understanding Tensile Strength, Elongation, And More. Retrieved May 5, 2024, From <https://www.maeden.com/en/post/the-complete-guide-to-tensile-testing-understanding-tensile-strength-elongation-and-more>
- Maizura, M., Fazilah, A., Norziah, M. H., & Karim, A. A. (2007). Antibacterial Activity And Mechanical Properties Of Partially Hydrolyzed Sago Starch-Alginate Edible Film Containing Lemongrass Oil. *Journal Of Food Science*, Vol. 72. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00427.x>
- Mangunsong, L., & Gunawan, D. H. (2020). Karakteristik Mie Kering Jagung Modifikasi Secara Heat Moisture Treatment Dan Retrogradasi. *Pertanian Dan Pangan*, 2(1), 22–29. Retrieved From <http://jurnal.polteq.ac.id/index.php/agrofood/article/view/49>
- Manik, D. F., Hertiani, T., & Anshory, H. (2014). Analisis Korelasi Antara Kadar Flavonoid Dengan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Dan Fraksi-Fraksi Daun Kersen (*Muntingia calabura* L.) Terhadap *Staphylococcus aureus*. *Khazanah*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.20885/khazanah.vol6.iss2.art1>
- Mapikasari, S., Adisyahputra, & Indrayanti, R. (2017). Perkecambahan 4 Aksesori Jewawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv) Pada Kondisi Cekaman Kekeringan Artifisial. *Bioma Biologi Unj Press*, 13(1), 43–50.
- Marsh, K., & Bugusu, B. (2007). Food Packaging - Roles, Materials, And Environmental Issues: Scientific Status Summary. *Journal Of Food Science*, 72(3). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x>
- Masru'ah, S. A., Warkoyo, W., Manshur, H. A., Putri, D. N., & Mujianto, M. (2019). *Karakteristik Fisik Edible Film Berbasis Pati Garut Dengan Penambahan Gel Lidah Buaya (Aloe Vera)*. 37–46.

- Mawan, A. (2020). 'Tarreang', Sumber Pangan Kaya Nutrisi Orang Mandar. *Mongabay, Situs Berita Lingkungan*. Retrieved From <https://www.mongabay.co.id/2020/10/01/tarreang-sumber-pangan-kaya-nutrisi-orang-mandar/>
- Miswarti, Tati, N., & Anas. (2014). Karakterisasi Dan Kekekabatan 42 Akses Tanaman Jawawut (. *Pangan*, Vol. 23, Pp. 166–177.
- Morsch, L., & Farmer, S. (2024). Organic Chemistry. In *Annual Reports On The Progress Of Chemistry*. <https://doi.org/10.1039/ar9363300228>
- Mudiana, D., & Ariyanti, E. E. (2022). Syzygium Along The Waranie River, Lappadata Hamlet, Mattiobulu Village, Libureng District, Bone Regency, South Sulawesi, Indonesia. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 8, 127–135. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/M080204>
- Mukhtarini. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *J. Kesehat.*, *Vii*(2), 361. Retrieved From <https://doi.org/10.1007/s11293-018-9601-y>
- Murtiningsih, Prabawati, S., & Yulianingsih. (2006). *Berkreasi Dengan Bunga Kering*. Pt Agromedia Pusaka.
- Muslimah, S. M., Warkoyo, W., & Winarsih, S. (2021). Studi Pembuatan Edible Film Gel Okra (*Abelmoschus Esculentus L.*) Dengan Penambahan Pati Singkong. *Food Technology And Halal Science Journal*, 4(1), 94–108. <https://doi.org/10.22219/fths.v4i1.15826>
- Mustafa, A. (2016). Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa. *Agrointek*, 9(2), 118. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v9i2.2143>
- Mustapa, R., Restuhadi, F., & Efendi, R. (2017). Pemanfaatan Kitosan Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film Dari Pati Ubi Jalar Kuning. *Electronic Publishing*, 26(3), 1–5.
- Nahwi, N. F. (2016). Pada Karakteristik Edible Film Dari Pati Kulit Pisang Raja , Tongkol Jagung Dan Bonggol Enceng Gondok Skripsi Oleh : Naufal Fadli Nahwi. *Skripsi Universitas Ihsam Negeri Maulana Malik Ibrahim*, 121.
- 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. <https://doi.org/10.29303/jstl.v7i1.224>
- Najiya, M. F. (2023). *Karakteristik Fisik Dan Mekanik Edible Film Dengan Variasi Komposisi Pektin, Gum Xanthan, Dan Isolat Protein Kedelai*.
- Nasution, S. L. R., Nasution, S. W., & Nasution, A. N. (2021). Efektivitas Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*) Terhadap Jamur *Pityrosporium Ovale*. *Bioma: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 93–101. <https://doi.org/10.26877/bioma.v10i1.6746>
- Ningrum, R. S., Sondari, D., Purnomo, D., Amanda, P., Burhani, D., & Rodhibilah, F. I. (2021). Karakterisasi Edible Film Dari Pati Sagu Alami Dan

Termodifikasi. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 43(2), 95.
<https://doi.org/10.24817/jkk.v43i2.6963>

- Ningsih, S. H. (2015). *Pengaruh Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Campuran Whey Dan Agar*. Universitas Hasanuddin.
- Nisa, N. R. A. K., Sahputri, E. R., Aisyah, S. N., Muwakhidah, M., & Warkoyo, W. (2023). Karakterisasi Edible Film Pati Singkong Yang Diinkorporasi Alicin Umbi Lapis KUCAI (*Allium Tuberosum*) Pada Bakso. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 17(1), 202–212.
<https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i2.13154>
- Nisah, K. (2018). Study Pengaruh Kandungan Amilosa Dan Amilopektin Umbi-Umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Gliserol. *Biotik: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 5(2), 106. <https://doi.org/10.22373/biotik.v5i2.3018>
- Norihsan, M., & Megantara, S. (2018). Artikel Review: Uji Aktivitas Dan Efek Farmakologi Daun Salam (*Eugenia Polyantha*). *Jurnal Farmaka*, 16(3), 44–54.
- Nuriyah, L., Saroja, G., Ghufron, M., Razanata, A., Rosid, N. F., Fisika, J., ... Alam, P. (2018). Karakteristik Kuat Tarik Dan Elongasi Bioplastik Berbahan Pati Ubi Jalar Cilembu Dengan Variasi Jenis Pemplastis. *Natural B*, 4(4), 177–182.
- Nurmala, T. (2003). Prospek Jawawut (*Pennisetum Spp.*) Sebagai Tanaman Pangan Serelia Alternatif. *Jurnal Bionatura*, 5(1), 11–20.
- Nuryuliani, E. (2024). Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan. *Kemendes Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan*, Pp. 1–5. Retrieved From https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1149/intoksikasi-alkohol
- Pandi. (2015). *Jurnal Ilmiah Widya Teknik*. *Ilmiah Widya Teknik*, 14(1), 54–57. Retrieved From File:///C:/Users/Hp14 Ryzen3/Appdata/Local/Mendeley Ltd./Mendeley Desktop/Downloaded/Sandy Dwiseputra Pandi,Hadi Santosa - 2015 - Jurnal Ilmiah Widya Teknik.Pdf
- Park, H. J., Weller, L. C., Vergano, P. J., & Testin, R. F. (1993). *Permeability And Mechanical Properties Of Cellulose-Based Edible Films*.
- Pérez, S., Baldwin, P. M., & Gallant, D. J. (2009). Starch: Chemistry And Technology. In *Starch* (Third Edit). Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-746275-2.00005-7>
- Permata, M. M. (2020). *Tinjauan Sistematis: Pengaruh Jenis Pati Dan Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film*.
- Pertanian, L. T. B. L. (2017). *Inovasi Teknologi Meraih Swasembada Dan Daya Saing Produk Pertanian*.
- Pitaloka, N., Aryo, D., Wibisono, B., & Wahyusi, K. N. (2021). Karakterisasi Edible Film Dari Berbagai Macam Edible Film Characterization Of Various Rice Seeds Starch With Addition Of Chitosan. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(1), 1–

9.

- Polnaya, Febby J, Breemer, R., Augustyn, G. H., & Tuhumury, H. C. D. (2015). Characteristic Of Physico-Chemical Properties Of Sweet Potato, Cassava, Cocoyam, And Sago Starches. *Agrinimal: Jurnal Ilmu Ternak Dan Tanaman*, 5(1), 1–42. Retrieved From https://Ejournal.Unpatti.Ac.Id/Ppr_Iteminfo_Lnk.Php?Id=1225
- Polnaya, Febby Jeanry, Ega, L., & Wattimena, D. (2016). Karakteristik Edible Film Pati Sagu Alami Dan Pati Sagu Fosfat Dengan Penambahan Gliserol (Characteristics Of Edible Film From Native And Phosphate Sago Starches With The Addition Of Glycerol). *Jurnal Agritech*, 36(03), 247. <https://doi.org/10.22146/agritech.16661>
- Purwanti, A. (2010). Analisis Kuat Tarik Dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. *Jurnal Teknologi*, 3(2), 99–106.
- Putra, I. W. A. P., Kartika, R., & Panggabean, A. S. (2017). Pembuatan Bioetanol Dari Biji Jewawut (*Setaria Italica*) Dengan Proses Hidrolisis Enzimatis Dan Fermentasi Oleh *Saccharomyces Cerevisiae* Bioethanol Production From Jewawut Seed (*Setaria Italica*) Through Enzymatic Hydrolysis Process And Fermentation By Sacc. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 14(2), 77–83.
- Putri, S. A. (2020). Kandungan Gizi Pada Pangan Lokal Jawawut Jenis Foxtail Millet (*Setaria Italica*). 3(2), 57–62.
- Quintavalla, S., & Vicini, L. (2002). Antimicrobial Food Packaging In Meat Industry. *Meat Science*, Vol. 62, Pp. 373–380. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00121-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00121-3)
- Rachmayanti, W. P., & Kusumo, E. (2015). Karakterisasi Antimicrobial Film Dari Ekstrak Kedelai Dan Tapioka Sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 4(2252), 3–7.
- Rahmadani, S., Sa'diah, S., & Wardatun, S. (2018). Optimasi Ekstraksi Jahe Merah (*Zingiber Officinale Roscoe*) Dengan Metode Maserasi.
- Rahmah, S. R. (2019). Antimikrobia Edible Film Berbasis Pati Dengan Inkorporasi Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium Guajava L*): Kajian Pada Sifat Mekanik Edible
- Rivai, H., Heriadi, A., & Fadhilah, H. (2015). Pembuatan Dan Karakterisasi Ekstrak Kering Daun Salam (*Syzygium Polyanthum* (Wight) Walp.). *Penelitian Ilmiah*, 7(1). Retrieved From <https://Penelitianilmiah.Com/Hasil-Penelitian/>
- Rojas-Graü, M. A., Avena-Bustillos, R. J., Olsen, C., Friedman, M., Henika, P. R., Martín-Belloso, O., ... Mchugh, T. H. (2007). Effects Of Plant Essential Oils And Oil Compounds On Mechanical, Barrier And Antimicrobial Properties Of Alginate-Apple Puree Edible Films. *Journal Of Food Engineering*, Vol. 81, Pp. 634–641. <https://doi.org/10.1016/J.Jfoodeng.2007.01.007>
- Romas, A., Rosyidah, D. U., & Aziz, M. A. (2015). Uji Aktivitas Antibakteri

- Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia Mangostana* L) Terhadap Bakteri *Escherichia Coli* Atcc 11229 Dan *Staphylococcus Aureus* Atcc 6538 Secara In Vitro. *University Research Colloquium* 2015, 1(1), 127–132.
- Rusli, A., Metusalach, M., & Tahir, M. M. (2017). Characterization Of Carrageenan Edible Films Plasticized With Glycerol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 219. <https://doi.org/10.17844/Jphpi.V20i2.17499>
- Safitri, F. (2017). *Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Salam (Eugenia Polyantha) Terhadap Edible Film Dari Pati Ubi Jalar Ungu (Ipomea Batatas, Var Ayamurasaki) Sebagai Kemasan Dodol*. 66 Hal.
- Safitri, I., Riza, M., & Syaubari, S. (2016). Uji Mekanik Plastik Biodegradable Dari Pati Sagu Dan Grafting Poly(Nipam)-Kitosan Dengan Penambahan Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum Burmannii*) Sebagai Antioksidan. *Jurnal Litbang Industri*, 6(2), 107. <https://doi.org/10.24960/Jli.V6i2.1914.107-116>
- Saleh, F. H., Nugroho, A. Y., & Juliantama, M. R. (2017). Pembuatan Edible Film Dari Pati Singkong Sebagai Pengemas Makanan. *Teknoin*, 23(1), 43–48. <https://doi.org/10.20885/Teknoin.Vol23.Iss1.Art5>
- Santoso, B. (2020). Edible Film: Teknologi Dan Aplikasinya. In *Noerfikri Offset* (P. 178).
- Santoso, B., Amilita, D., Priyanto, G., Hermanto, H., & Sugito, S. (2018). Pengembangan Edible Film Komposit Berbasis Pati Jagung Dengan Penambahan Minyak Sawit Dan Tween 20. *Agritech*, 38(2), 119. <https://doi.org/10.22146/Agritech.30275>
- Santoso, B., Marsega, A., Priyanto, G., & Pambanyun, R. (2016). Perbaikan Sifat Fisik, Kimia, Dan Antibakteri Edible Film Berbasis Pati Ganyong (Improvement Of Physical, Chemical And Antibacterial Characteristics Of Edible Film Based On Canna Edulis. Kerr Starch). *Agritech*, 36(4), 378. <https://doi.org/10.22146/Agritech.16759>
- Sanyang, M. L., Sapuan, S. M., Jawaid, M., Ishak, M. R., & Sahari, J. (2016). Recent Developments In Sugar Palm (*Arenga Pinnata*) Based Biocomposites And Their Potential Industrial Applications: A Review. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, Vol. 54, Pp. 533–549. <https://doi.org/10.1016/J.Rser.2015.10.037>
- Sara, N. E. (2015). Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Whey Dangke Dan Agar Dengan Penambahan Konsentrasi Sorbitol.
- Sembiring, E., Sangi, M. S., & Suryanto, E. (2016). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Dan Fraksi Dari Biji Jagung (*Zea Mays* L.). *Chemistry Progress*, 9(1), 14–20.
- Setiawan, V., Martioso, P. S., Kedokteran, F., Maranatha, U. K., Klinik, B. P., Kedokteran, F., ... Bandung, N. (2017). *Efek Antimikroba Ekstrak Etanol Daun Salam (Syzygium Polyanthum) Terhadap Escherichia Coli Dan Bacillus Subtilis Secara In Vitro*.

- Sholihah, Z. (2018). Pertumbuhan Bibit F0 Jamur Tiram Dan Jamur Merang Pada Media Alternatif Tepung Biji Jewawut Dengan Konsentrasi Yang Berbeda (Vol. 6). Retrieved From [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Gde.2016.09.008](http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Gde.2016.09.008)<http://Dx.Doi.Org/10.1007/S00412-015-0543-8><http://Dx.Doi.Org/10.1038/Nature08473><http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Jmb.2009.01.007><http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Jmb.2012.10.008><http://Dx.Doi.Org/10.1038/S4159>
- Silalahi, M. (2017). *Syzygium Polyanthum* (Wight) Walp (Botani Metabolit Sekunder Dan Pemanfaatan). *Jurnal Dinamika Pendidikan*, 10(1), 187–202.
- Silalahi, O. D. (2022). *Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Menggunakan Oven Terhadap Karakteristik Edible Film Pati Ubi Jalar Putih*. 16(1), 1–23.
- Singh, N., Singh, J., Kaur, L., Sodhi, N. S., & Gill, B. S. (2003). Morphological, Thermal And Rheological Properties Of Starches From Different Botanical Sources. *Food Chemistry*, Vol. 81, Pp. 219–231. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00416-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00416-8)
- Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S., & Marco, D. R. (2008). *Biodegradable Polymers For Food Packaging: A Review - Sciencedirect*. Retrieved From <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224408002185>
- Sivarooban, T., Hettiarachchy, N. S., & Johnson, M. G. (2008). Physical And Antimicrobial Properties Of Grape Seed Extract, Nisin, And Edta Incorporated Soy Protein Edible Films. *Food Research International*, Vol. 41, Pp. 781–785. <https://doi.org/10.1016/J.Foodres.2008.04.007>
- Somalinggi, Y. L., Maloa, B. R., Lau, O. Nini S., Putra, T. J., & Virginia, D. M. (2023). Efektivitas Ekstrak Daun Salam (*Syzygium Polyanthum*) Dalam Mengatasi Gout Di Indonesia. *Majalah Farmaseutik*, 19(2), 221–229. <https://doi.org/10.22146/Farmaseutik.V19i2.74044>
- Sondari, D., Kusumaningrum, W. B., Akbar, F., Muawanah, A., Zulfikar, R., Fahmiati, S., ... No, H. J. (2020). Penambahan Fraksi Amilosa Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanis Edible Film Pati Tapioka. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 42(2), 74–84.
- Sothornvit, R., & Krochta, J. M. (2000a). Plasticizer Effect On Oxygen Permeability Of B-Lactoglobulin Films. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, Vol. 48, Pp. 6298–6302. <https://doi.org/10.1021/Jf000836l>
- Sothornvit, R., & Krochta, J. M. (2000b). Water Vapor Permeability And Solubility Of Films From Hydrolyzed Whey Protein. *Journal Of Food Science*, Vol. 65, Pp. 700–703. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2621.2000.Tb16075.X>
- Srimaulinda, S., Nurtjahja, K., & Riyanto, R. (2021). Pengaruh Konsentrasi Air Kelapa Dan Air Cucian Beras Dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Kacang Hijau (*Vigna Radiata* L.). *Jurnal Ilmiah*

Biologi Uma (Jibioma), 3(2), 62–72.
<https://doi.org/10.31289/jibioma.v3i2.751>

- Suharno, S., Sufaati1, Upeni, Agustini1, Verena, & Tanjung, R. H. R. (2015). *Suharno1, Supeni Sufaati1, Verena Agustini1 Dan Rosye Hefmi Rechnelty Tanjung1,2*. 22(1domestifikasi, Usaha Pokem, Tumbu), 73–83.
- Sulistyaningrum, A., Rahmawati, N., & Aqil, M. (2018). Karakteristik Tepung Jewawut (Foxtail Millet)Varietas Lokal Majene Dengan Perlakuan Perendaman. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 14(1), 11. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v14n1.2017.11-21>
- Susiloningsih, E. K. B., Nurani, F. P., & Sintadewi, A. T. (2020). Kajian Proporsi Tepung Jagung (*Zea Mays*) Dan Tepung Jantung Pisang (*Musa Paradisiaca L.*) Dengan Penambahan Kuning Telur Pada Biskuit Jagung. *Agrointek*, 14(2), 122–129. <https://doi.org/10.21107/Agrointek.v14i2.5867>
- Susilowati, E., & Lestari, A. E. (2019). Preparation And Characterization Of Chitosan-Avocado Seed Starch (Kit-Pba) Edible Film. *Jkpk (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 4(3), 197. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v4i3.29846>
- Syaichurrozi, I., Handayani, S. N., Wardhani, D. H., Kimia, J. T., & Soedarto, J. P. (2012). *Karakteristik Edible Film Dari Pati Ganyong Dari Pati Ganyong (Canna Edulis Kerr.) Berantimikroba*. 1(1), 305–311. Retrieved From <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>
- Tanjung, Y. P., Julianti, A. I., & Rizkiyani, A. W. (2021). Formulation And Physical Evaluation Of Edible Film Dosage From Ethanol Extract Of Betel Leaves (*Piper Betle L*) For Canker Sore Drugs. *Indonesian Journal Of Pharmaceutical Science And Technology*, 8(1), 42. <https://doi.org/10.24198/ijpst.v8i1.29225>
- Tee, Y. B., Wong, J., Tan, M. C., & Talib, R. A. (2016). Development Of Edible Film From Flaxseed Mucilage. *Bioresources*, 11(4), 10286–10295. <https://doi.org/10.15376/Biores.11.4.10286-10295>
- Tharanathan, R. N. (2003). Biodegradable Films And Composite Coatings: Past, Present And Future. *Trends In Food Science And Technology*, Vol. 14, Pp. 71–78. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00280-7](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00280-7)
- Tola, P. S., Winarti, S., & Isnaini, A. D. (2021). Pengaruh Komposisi Pati Jewawut (*Setaria Italica L.*) Dan Lilin Lebah Serta Konsentrasi Sorbitol Terhadap Karakteristik Edible Film. *Jurnal Teknologi Pangan*, 15(2). <https://doi.org/10.33005/jtp.v15i2.2941>
- Tola, S. P., Winarti, S., & Isnaini, D. A. (2021). Pengaruh Komposisi Pati Jewawut (*Setaria Italica L.*) Dan Lilin Lebah Serta Konsentrasi Sorbitol Terhadap Karakteristik Edible Film The Effect Of The Composition Of Foxtail Millet (*Setaria Italica L.*) And Beeswax, And Sorbitol Concentration On Edible Film . *Teknologi Pangan*, 15(2).
- Tyas, S. P., Meinitasari, E., Safitri, Y., & Septianingrum, N. M. A. N. (2018).

- Inovation Edible Film Extract Of Basil Leaf (Ocimum Americanum L) As Anti Halitosis Inovasi Edible Film Ekstrak Daun Kemangi (Ocimum Americanum L) Sebagai Anti Halitosis. *Prosiding Annual Pharmacy Conference*, 3, 33–39.
- Uge, N., Maspeke, P. N., & Liputo, S. A. (2021). Kajian Proses Pembuatan Edible Film Dengan Penambahan Gliserol Dari Pati Jagung Motorokiki (Zea Mays L.) Termodifikasi. *Jambura Journal Of Food Technology*, 3(1), 19–29. <https://doi.org/10.37905/Jjft.V3i1.7476>
- Verma, V. C., Kumar, A., Zaidi, M. G. H., Verma, A. K., Jaiswal, J. P., Singh, D. K., ... Agrawal, S. (2018). Starch Isolation From Different Cereals With Variable Amylose/Amylopectin Ratio And Its Morphological Study Using Sem And Ft-Ir. *International Journal Of Current Microbiology And Applied Sciences*, 7(10), 211–228. <https://doi.org/10.20546/Ijcmas.2018.710.022>
- Wahyono. (2009). *Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Kulit Dan Pati Biji Durian (Durio Sp) Untuk Pengemasan Buah Strawberry* (Vol. 19). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wang, M., Wei, Z., & Zhang, Z. (2024). Antimicrobial Edible Films For Food Preservation: Recent Advances And Future Trends. *Food And Bioprocess Technology*, Vol. 17, Pp. 1391–1411. <https://doi.org/10.1007/S11947-023-03178-Y>
- Wang, S., Chao, C., Huang, S., & Yu, J. (2020). Phase Transitions Of Starch And Molecular Mechanisms. *Starch Structure, Functionality And Application In Foods*, Pp. 77–120. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0622-2_6
- Warkoyo, Rahardjo, B., Marseno, D. W., & Karyadi, J. N. W. (2014). Sifat Fisik, Mekanik Dan Barrier Edible Film Berbasis Pati Umbi Kimpul (Xanthosoma Sagittifolium) Yang Diinkorporasi Dengan Kalium Sorbat. *Indonesian Physical Review*, 2(2), 49. <https://doi.org/10.29303/Ipr.V2i2.22>
- Wijaya, A. R. (2022). Karakteristik Dan Aktivitas Antibakteri Pada Edible Film Berbasis Pati Ubi Kayu Dengan Penambahan Minyak Cengkeh. *Ijca (Indonesian Journal Of Chemical Analysis)*, 5(2), 111–119. <https://doi.org/10.20885/Ijca.Vol5.Iss2.Art6>
- Winarti, C., Miskiyah, & Widaningrum. (2012a). *Teknologi Produksi Dan Aplikasi Pengemas*. 31(3).
- Winarti, C., Miskiyah, & Widaningrum. (2012b). *Teknologi Produksi Dan Aplikasi Pengemas Edible Antimikroba Berbasis Pati*. 31(3).
- Yudha, W. K., Putri, S. H., & Widyasanti, A. (2024). Pengaruh Ekstrak Bawang Putih (Allium Sativum L.) Pada Edible Film Pati Singkong Terhadap Aktivitas Antibakteri. *Jurnal Teknotan*, 18(1), 55. <https://doi.org/10.24198/Jt.Vol18n1.7>
- Yuliati, M. (2012). Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Daun Salam (Syzygium Polyanthum (Wight) Walp.) Terhadap Beberapa Mikroba Patogen Secara Klt-Bioautografi.

- Yunita, S. (2020). *Meningkatkan Diversifikasi Pangan Dengan Pengolahan Jewawut (Setaria Italica) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Cookies.*
- Zahra, H., Ratna, R., & Munawar, A. A. (2020). Pembuatan Edible Film Berbasis Pati Jagung Dengan Menggunakan Variasi Gliserol Sebagai Plasticizer. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1), 511–520. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v5i1.13706>
- Zhang, X., Luo, S., Zhang, W., & Xu, W. (2016). Influence Of Glycerol On Potato Starch-Based Biodegradable Packaging Films. *Lecture Notes In Electrical Engineering*, Vol. 369, Pp. 837–842. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0072-0_103
- Zobel. (1998). *Starch Crystal Transformations And Their Industrial Importance.*
- Zulfikar, R. (2020). Fraksinasi Amilosa Dari Pati Tapioka (Cassava) Dengan Pengaruh Konsentrasi Butanol Untuk Pembuatan Edible Film. *Skripsi*, 1–85.