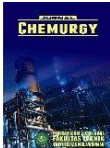
	<b>JURNAL CHEMURGY</b> E-ISSN 2620-7435 Available online at <a href="http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TK">http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TK</a>	 SINTA Accreditation No. 152/E/KPT/2023
---	---	--

## Pembuatan *Edible Film* dari Pati Eceng Gondok dan Kitosan Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*)

### *Edible Film Production From Water Hyacinth Starch And Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*) Chitosan*

Retno Wulandari<sup>1\*</sup>, Abdul Kahar<sup>1</sup>, Eko Heryadi<sup>1</sup>, Hairul Huda<sup>1</sup>, Indah Prihatiningtyas<sup>1</sup>,  
Muhammad Vikar Danijubal<sup>1</sup>, Jovita Sinaga<sup>1</sup>, Joyce Stevani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering, Engineering Faculty, Mulawarman University  
Jl. Sambaliung No. 9, Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

\*email : corresponding [r.wulandari@ft.unmul.ac.id](mailto:r.wulandari@ft.unmul.ac.id)

(Received: 2024 12, 05 ; Reviewed: 2024 12, 06; Accepted: 2024 12, 06)

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan edible film berbasis pati eceng gondok dan kitosan yang diekstrak dari jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) dengan fokus pada karakterisasi sifat fisikokimia film yang dihasilkan. Kitosan diekstrak dari jamur tiram melalui proses deproteinasi, ekstraksi, dan pemutihan, kemudian dikarakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR. Hasil analisis FTIR menunjukkan keberadaan gugus fungsi karakteristik kitosan pada pita serapan  $3400-3200\text{ cm}^{-1}$  (-OH dan -NH<sub>2</sub>) dan  $2920-2870\text{ cm}^{-1}$  (C-H), mengkonfirmasi keberhasilan ekstraksi. Edible film dibuat dengan memvariasikan konsentrasi gliserol (1%, 2%, dan 3%) sebagai *plasticizer*. Hasil karakterisasi menunjukkan ketebalan film berkisar 0,15-0,19 mm, dengan peningkatan ketebalan seiring pertambahan konsentrasi gliserol. Kadar air film meningkat dari 9,0% pada konsentrasi gliserol 1% menjadi 24,0% pada konsentrasi 3%, sementara ketahanan air menurun dari 70% menjadi 58%. Formulasi optimal diperoleh pada konsentrasi gliserol 2% dengan karakteristik ketebalan 0,16 mm, kadar air 12%, dan ketahanan air 69%, memenuhi standar industri untuk aplikasi kemasan makanan. Penelitian ini mendemonstrasikan potensi pemanfaatan pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram dalam pengembangan material kemasan biodegradable, memberikan alternatif berkelanjutan untuk kemasan konvensional sekaligus memanfaatkan sumber daya lokal yang melimpah.

**Kata kunci:** edible film, pati eceng gondok, kitosan jamur tiram, gliserol, kemasan biodegradable

#### Abstract

*This study aims to develop an edible film based on water hyacinth starch and chitosan extracted from oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*), focusing on characterizing the physicochemical properties of the resulting film. Chitosan was extracted from oyster mushrooms through deproteinization, extraction, and bleaching processes, then characterized using FTIR spectroscopy. FTIR analysis*

	<h1>JURNAL CHEMURGY</h1> <p>E-ISSN 2620-7435</p> <p>Available online at <a href="http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TK">http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/TK</a></p>	 <p>SINTA Accreditation No. 152/E/KPT/2023</p>
---	---	---

results showed the presence of characteristic chitosan functional groups at absorption bands  $3400-3200\text{ cm}^{-1}$  (-OH and -NH<sub>2</sub>) and  $2920-2870\text{ cm}^{-1}$  (C-H), confirming successful extraction. The edible film was prepared by varying glycerol concentrations (1%, 2%, and 3%) as plasticizer. Characterization results showed film thickness ranging from 0.15-0.19 mm, with increasing thickness corresponding to higher glycerol concentration. The film's water content increased from 9.0% at 1% glycerol concentration to 24.0% at 3% concentration, while water resistance decreased from 70% to 58%. Optimal formulation was achieved at 2% glycerol concentration with characteristics of 0.16 mm thickness, 12% water content, and 69% water resistance, meeting industrial standards for food packaging applications. This research demonstrates the potential utilization of water hyacinth starch and oyster mushroom chitosan in developing biodegradable packaging materials, providing a sustainable alternative to conventional packaging while utilizing abundant local resources.

**Keywords:** edible film, water hyacinth starch, oyster mushroom chitosan, glycerol, biodegradable packaging

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kesadaran lingkungan dan dampak buruk kemasan plastik konvensional telah mendorong pengembangan material kemasan yang ramah lingkungan dan dapat terurai secara alami (Ferreira *et al.*, 2020). Brown dan Smith (2024) melaporkan bahwa penggunaan kemasan plastik konvensional telah menyebabkan pencemaran lingkungan yang signifikan, dengan jejak karbon yang tinggi dalam proses produksi dan pengolahannya. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah pengembangan edible film, material kemasan yang tidak hanya dapat melindungi produk tetapi juga aman dikonsumsi dan mudah terurai (Abirami *et al.*, 2023).

Pati dari sumber daya lokal telah menjadi fokus penelitian dalam pengembangan edible film di Indonesia. Zulkarnain *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki kandungan amilosa dan amilopektin yang ideal untuk pembuatan edible film. Penelitian lanjutan oleh Widyaningrum *et al.* (2024) mendemonstrasikan bahwa pati eceng gondok memiliki karakteristik fisikokimia yang mendukung pembentukan film dengan kualitas yang baik. Pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan baku tidak hanya memberikan nilai tambah ekonomis tetapi juga membantu mengatasi permasalahan gulma air di perairan Indonesia (Poernama *et al.*, 2023). Pati merupakan jenis hidrokoloid yang dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan edible film. Pati mengandung dua penyusun utama yaitu amilosa dan amilopektin (Cerquiera *et al.*, 2011). Jenis pati yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu pati eceng gondok yang mengandung 64,51% selulosa, 15,61% pentosa, 7,69% lignin, 5,56% silika, dan 12% abu (Farida, 2012).

Kitosan, biopolimer alami, telah terbukti efektif dalam meningkatkan sifat mekanik dan fungsional edible film (Susanti *et al.*, 2020). Sumber utama produksi kitosan adalah kitin dan bahan baku yang digunakan untuk mengolahnya tersedia dalam jumlah yang cukup melimpah di Indonesia, terutama cangkang kepiting dan rajungan serta kulit udang (Maulana *et al.*, 2019). Kitosan merupakan modifikasi polimer karbohidrat alami yang diproses melalui deasetilasi parsial kitin. Unit utama pada polimer kitin adalah 2-deoksi-2-(asetilamino) glukosa. Unit tersebut diikat oleh ikatan β- (1,4) glikosida yang membentuk polimer linier rantai panjang (Tivabonchai, 2003). Park dan Chen (2024) menemukan bahwa kitosan yang berasal dari jamur memiliki karakteristik yang sebanding dengan

kitosan dari sumber konvensional. Di Indonesia, Kusumawati *et al.* (2023) berhasil mengekstrak dan mengkaraktirasi kitosan dari jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) dengan hasil yang menjanjikan untuk aplikasi edible film.

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) merupakan salah satu spesies fungi yang termasuk ke dalam kelompok *Basidiomycota*. Jamur ini memiliki ciri-ciri fisik umumnya berwarna putih dengan bentuk tudung berupa setengah lingkaran yang menyerupai cangkang tiram (Miles and Chang, 2019). Sebagai organisme yang banyak ditemukan di dataran tinggi, jamur tiram ini memiliki banyak kandungan nutrisi dan menunjukkan bahwa jamur tiram memiliki kandungan karbohidrat dan protein yang tinggi (Yang *et al.*, 2020). Salah satu jenis karbohidrat yang dapat dihasilkan dari jamur tiram adalah kitosan (Kanto, *et al.*, 2021).

*Edible Film* merupakan lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi, juga dapat digunakan untuk melapisi makanan dan menjadi penghambat perpindahan kelembaban, oksigen, karbon dioksida, aroma dan zat-zat terlarut pada makanan dan sebagai pembawa aditif (antimikrobia, antioksidan, dan flavor) serta meningkatkan karakteristik makanan (Bourtoom, 2008). Terdapat tiga komponen utama dalam membuat *edible film* yaitu hidrokoloid (protein, polisakarida, dan alginat), lipid (asam lemak, asilgliserol, wax atau lilin) dan komposit (campuran antara hidrokoloid dan lipid) (Jacoeb *et al.*, 2014). Salah satu sumber daya alam yang berpotensi sebagai bahan baku selulosa dalam pembuatan *biodegradable film* adalah eceng gondok. Penggunaan eceng gondok sebagai bahan baku karena ketersediaannya yang melimpah di alam dan memiliki komponen serat yang dapat dimanfaatkan karena kandungan lignoselulosa yang terdiri dari 60% selulosa, 8% hemiselulosa dan 17% lignin (Affanti *et al.*, 2024).

Penelitian ini bertujuan mengembangkan *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram sebagai kemasan makanan ramah lingkungan, dengan fokus pada ekstraksi dan karakterisasi kitosan melalui analisa FTIR. Optimasi formulasi dilakukan dengan variasi konsentrasi gliserol (1%, 2%, 3%) sebagai plasticizer, diikuti karakterisasi sifat fisikokimia meliputi ketebalan, kadar air, dan ketahanan air.

## 2. METODOLOGI

Metodologi penelitian ini meliputi beberapa tahapan utama dalam pembuatan *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram. Pada tahap awal, jamur tiram segar dibersihkan dan dikeringkan pada suhu 40-60 °C selama 20 jam, kemudian dihaluskan menjadi bubuk (Kanani *et al.*, 2022). Ekstraksi kitosan dimulai dengan proses deproteinasi, di mana bubuk jamur direndam dalam larutan NaOH 17,5 %, dipanaskan pada suhu 80 °C selama 30 menit sambil diaduk, dilanjutkan dengan pencucian menggunakan akuades hingga mencapai pH 7. Material hasil ekstraksi kemudian melalui proses pemutihan menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan akuades dengan perbandingan 1:2:3 pada suhu 80 °C selama 30 menit (Kanani *et al.*, 2022). Kitosan kemudian dianalisa menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) dengan menggunakan kitosan jamur tiram komersial sebagai standar.

Pembuatan pati eceng gondok, 50 g eceng gondok dicampur dengan NaOH 17,5 % dengan perbandingan 1:10 (b/v), diaduk menggunakan stirer dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 30 menit, Setelah itu ditimbang hingga mencapai berat konstan. Kemudian dilakukan proses pemutihan dengan NaClO dengan perbandingan 1:5 pada suhu 75-80 °C selama satu jam (Pratama *et al.*, 2019).

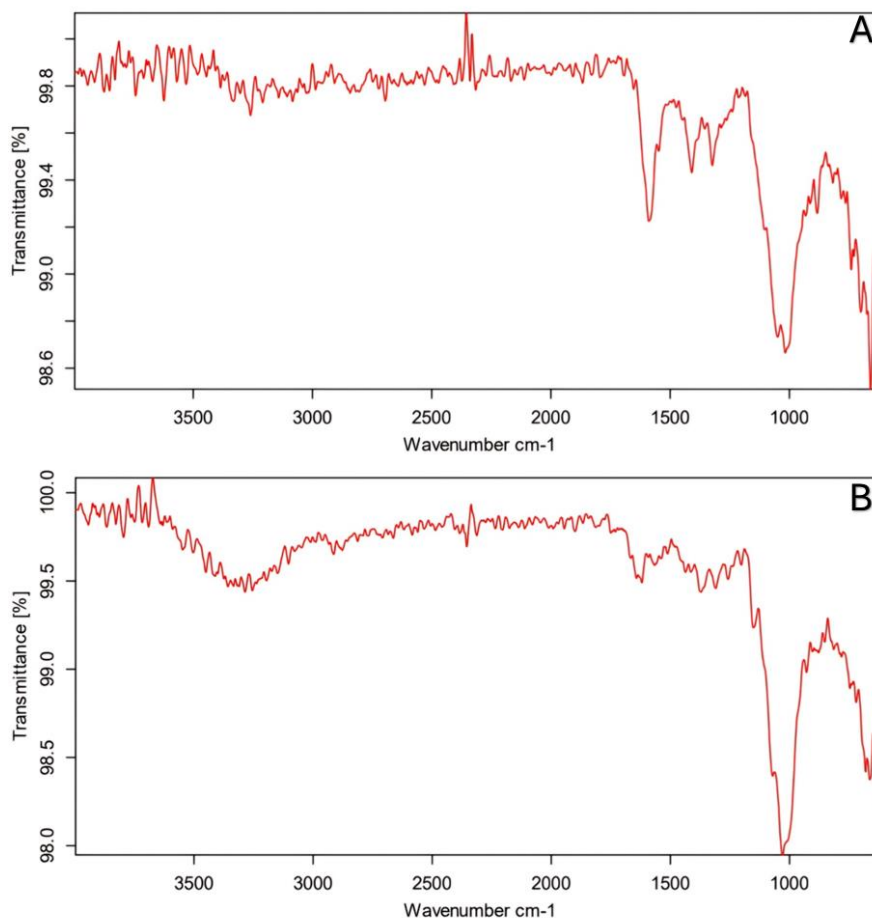
Pembuatan larutan kitosan mengacu pada (Al Ummah, 2013). Pembuatan larutan kitosan 3% yaitu dengan cara menimbang kitosan sebanyak 3 g. Kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 100 mL dan ditambahkan aquadest hingga tanda 100 mL dan dihomogenkan.

Pembuatan edible film mengikuti metode Detduangchan *et al.* (2014), di mana 5 g pati dikombinasikan dengan 20 mL larutan kitosan, 100 mL akuades, asam asetat 1 %, dan gliserol dengan variasi konsentrasi (1 %, 2 %, 3 %) v/v. Campuran ini dipanaskan pada suhu 70 °C selama 10 menit dengan kecepatan 135 rpm hingga terjadi gelatinisasi. Larutan yang dihasilkan kemudian dicetak dan dikeringkan pada suhu 65 °C selama 24 jam. Film yang dihasilkan dianalisis ketebalannya menggunakan mikrometer pada lima titik berbeda (Warkoyo *et al.*, 2014), kadar air melalui pengeringan dalam oven pada suhu 105 °C selama 5 jam (Mutakabbir *et al.*, 2020), Pengujian ini dilakukan untuk melihat kemampuan plastik dalam melindungi produk dari air (Lazuardi and Edi, 2013). Pada pengujian daya serap ini menggunakan metode yang telah dilakukan oleh (Kasmawati, 2018) yaitu edible film dipotong dengan ukuran 3x3 lalu ditimbang sebagai berat awal, setelah itu direndam dalam aquadest selama satu menit dan ditimbang kembali sebagai berat akhir.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Karakterisasi Kitosan

Analisis karakteristik kitosan dari jamur tiram dilakukan dengan membandingkan hasil spektrum FTIR antara kitosan hasil ekstraksi di laboratorium dengan kitosan komersial. Hasil analisis FTIR menunjukkan adanya kemiripan pola spektrum antara kedua sampel, yang mengindikasikan keberhasilan proses ekstraksi kitosan dari jamur tiram (Gambar 1). Puncak-puncak karakteristik yang teridentifikasi pada spektrum menunjukkan keberadaan gugus fungsi utama yang menjadi penanda struktur kitosan (Kanani *et al.*, 2022; Wu *et al.*, 2023).



Gambar 1. Hasil Analisa FTIR Kitosan Ekstraksi Jamur Tiram (A) dan Kitosan Komersial (B)

Analisis spektroskopi FTIR telah menjadi metode yang sangat penting dalam karakterisasi kitosan, termasuk kitosan yang diisolasi dari jamur. Kitosan jamur memiliki beberapa karakteristik spektral yang membedakannya dari kitosan krustasea, termasuk intensitas relatif puncak OH yang lebih tinggi dan pola puncak yang berbeda di region 1000-1200  $\text{cm}^{-1}$  (Wan *et al.*, 2017). Pada spektrum FTIR kitosan jamur, terdapat beberapa region penting yang menjadi penanda karakteristiknya. Region 3200-3500  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan puncak lebar yang mengindikasikan vibrasi stretching gugus OH dan NH, dengan intensitas yang khas karena kompleksitas ikatan hidrogen pada kitosan jamur (Wu *et al.*, 2016). Puncak karakteristik pada daerah 2800-2900  $\text{cm}^{-1}$  merepresentasikan vibrasi stretching  $\text{CH}_2$  simetris dan asimetris, yang dapat menjadi indikator kristalinitas kitosan (Zhang *et al.*, 2019). Region amida pada 1600-1700  $\text{cm}^{-1}$  memiliki dua puncak signifikan: puncak amida I (1650  $\text{cm}^{-1}$ ) yang berasal dari vibrasi stretching  $\text{C}=\text{O}$  gugus asetil, dan puncak  $\text{NH}_2$  bending (1590  $\text{cm}^{-1}$ ) yang menjadi karakteristik khas kitosan (Liu *et al.*, 2021). Pada region sidik jari (1000-1400  $\text{cm}^{-1}$ ), teridentifikasi beberapa puncak penting seperti  $\text{CH}_3$  dalam gugus asetamida (1380  $\text{cm}^{-1}$ ) (Zhou *et al.*, 2020), C-O-C antisimetrik (1150  $\text{cm}^{-1}$ ) (Tan *et al.*, 2020), dan C-O stretching dari cincin piranosa (1030-1080  $\text{cm}^{-1}$ ) (Kumari *et al.*, 2021).

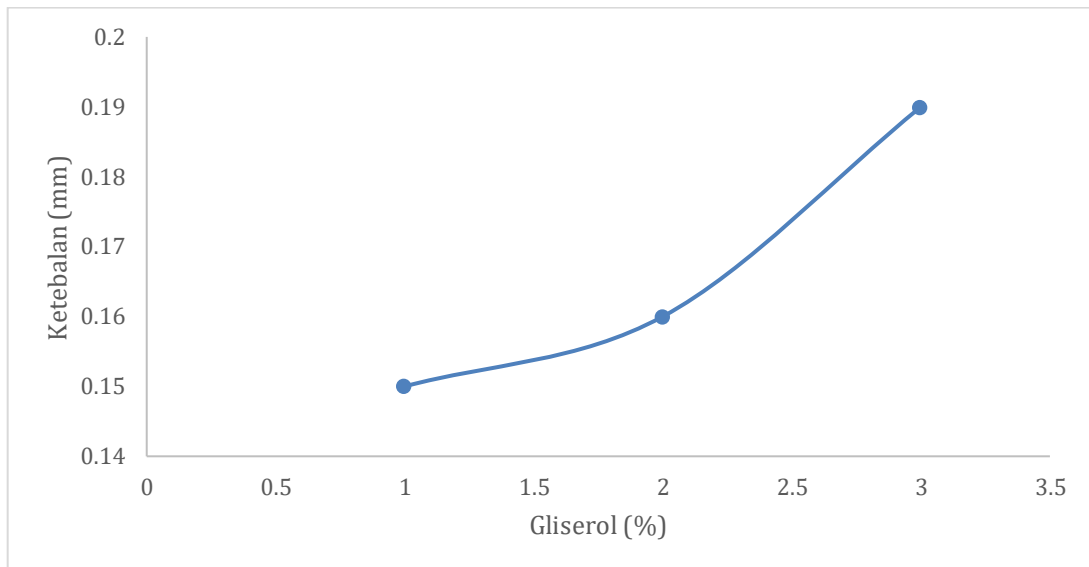
### 3.2. Karakterisasi *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram

#### 3.2.1. Pengujian ketebalan *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram

Pengembangan *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram menunjukkan potensi yang menjanjikan untuk aplikasi kemasan makanan yang berkelanjutan (Ismail *et al.*, 2019). Fungsi penambahan gliserol pada *edible film* dari pati eceng gondok ini sangat berpengaruh pada ketebalan *film* (Nurindra *et al.*, 2019). Pembuatan *edible film* dari pati eceng gondok ini menggunakan komposisi gliserol 1 %; 2 %; 3 % v/v. Analisis ketebalan merupakan parameter kritis dalam pengembangan *edible film* karena secara langsung mempengaruhi sifat fisik, mekanik, dan aplikasi praktisnya sebagai material pengemas (Nurindra *et al.*, 2019). Dalam penelitian ini, pengukuran ketebalan dilakukan menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,01 mm pada lima titik berbeda untuk memastikan keseragaman ketebalan film (Warkoyo *et al.*, 2014). Hasil pengukuran menunjukkan variasi ketebalan antara 0,15-0,19 mm seiring dengan peningkatan konsentrasi gliserol dari 1% hingga 3% (Gambar 2). Film dengan konsentrasi gliserol 1 %, 2 % dan 3% menghasilkan ketebalan tertinggi sebesar 0.15, 0.16, 0.19 mm berturut-turut. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui mekanisme interaksi molekuler antara gliserol dan matriks pati. Nurhayati dan Kusnandar (2023) menemukan bahwa setiap penambahan konsentrasi gliserol sebesar 0.5% dapat meningkatkan ketebalan film sekitar 0.02-0.03 mm, dengan hubungan yang relatif linear hingga konsentrasi tertentu. Menurut Hassan *et al.* (2023), gliserol sebagai *plasticizer* memiliki kemampuan untuk menyisip di antara rantai polimer pati, menciptakan ruang bebas yang lebih besar antara molekul-molekul pati. Hal ini sejalan dengan penelitian Kusuma *et al.* (2023) yang menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi gliserol menghasilkan lebih banyak ikatan pati-gliserol-pati, berkontribusi pada peningkatan ketebalan film. Ketebalan film yang dihasilkan masih memenuhi standar Japanese Industrial Standard yang mensyaratkan ketebalan maksimal 0.25 mm untuk *edible film* (Widodo *et al.*, 2023). Zhang *et al.* (2023) menegaskan bahwa ketebalan optimal *edible film* harus menyeimbangkan antara kekuatan mekanik dan fleksibilitas untuk aplikasi pengemasan. Dalam konteks ini, film dengan ketebalan 0.16 mm (konsentrasi gliserol 2%) menunjukkan karakteristik yang ideal, didukung oleh penelitian Handayani *et al.*, (2023) yang melaporkan bahwa ketebalan dalam rentang 0.15-0.17 mm memberikan performa optimal untuk aplikasi pengemasan makanan. Nemet *et al.* (2023) mengamati bahwa film dengan kandungan gliserol yang lebih tinggi memiliki kandungan bahan kering yang lebih tinggi, menghasilkan film yang lebih tebal akan tetapi Prasetyo *et al.* (2023) menyatakan bahwa ketebalan yang berlebihan dapat mengurangi fleksibilitas dan transparansi film, serta berpotensi mempengaruhi permeabilitas terhadap uap air dan gas. Ketebalan film juga berkorelasi dengan kemampuan biodegradasi, dimana film yang terlalu tebal mungkin memerlukan waktu lebih lama untuk terdegradasi (Sutanto *et al.*, 2023).

Karakteristik visual berupa transparansi yang dihasilkan merupakan hasil interaksi antara pati eceng gondok dan gliserol. Menurut penelitian Amaliya dan Putri (2023) transparansi *edible film* dipengaruhi oleh tingkat dispersi pati dalam matriks film. Pati eceng gondok yang berwarna putih

ketika berinteraksi dengan gliserol yang tidak berwarna membentuk struktur yang homogen, menghasilkan film yang transparan (Gambar 3).



Gambar 2. Ketebalan *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram dengan konsentrasi gliserol yang berbeda

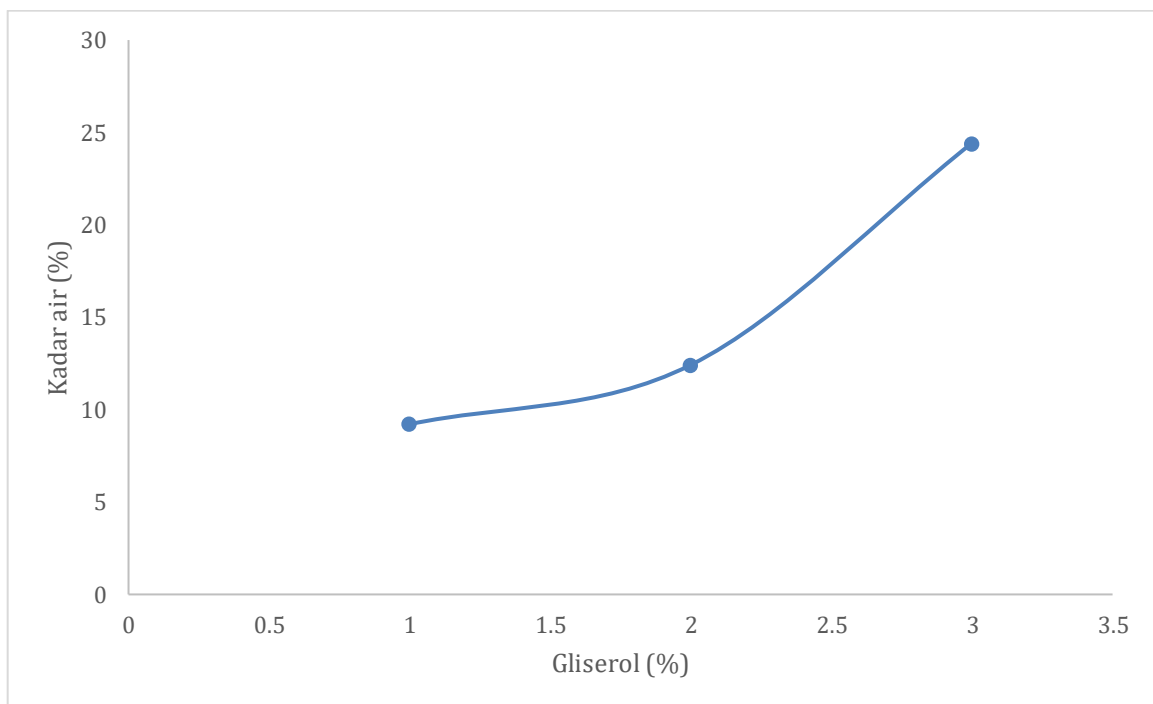


Gambar 3. Penampakan visual *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram dengan penambahan gliserol (a) 1%, (b) 2%, (c) 3%

### 3.2.2. Pengujian kadar air *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram

Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi positif antara peningkatan konsentrasi gliserol dan kadar air *edible film*. Gambar 4 menunjukkan bahwa hasil analisis kadar air *edible film* mengalami peningkatan kadar air seiring bertambahnya konsentrasi gliserol 1 %, 2 %, dan 3 % diperoleh nilai kadar air 9 %, 12 %, dan 24 %. Temuan ini sesuai dengan riset yang dilakukan oleh Wulandari *et al.* (2024) bahwa peningkatan kadar air seiring bertambahnya konsentrasi gliserol (1 %, 2 %, dan 3 %) terjadi karena karakteristik molekular gliserol yang bersifat hidrofilik dan setiap molekul gliserol memiliki tiga gugus hidroksil (-OH) yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air. Semakin tinggi konsentrasi gliserol, semakin banyak gugus hidroksil yang tersedia untuk mengikat air, menghasilkan peningkatan kadar air dalam matriks film. Selanjutnya, Rahman dan Santoso (2023) mengungkapkan bahwa liserol bertindak sebagai *plasticizer* yang meningkatkan mobilitas rantai polimer pati, menciptakan ruang bebas yang lebih besar dalam matriks film. Ruang bebas ini

memungkinkan lebih banyak molekul air terperangkap dalam struktur film. Standar SNI 06-3735-1995 yang mensyaratkan kadar air maksimum 16 %, hasil penelitian menunjukkan bahwa edible film dengan konsentrasi gliserol 1 % dan 2 % memenuhi standar tersebut. Hal ini sejalan dengan temuan Dewanti dan Ibrahim (2024) yang merekomendasikan penggunaan gliserol pada rentang 1-2 % untuk mencapai keseimbangan optimal antara kadar air, fleksibilitas film, dan ketahanan terhadap mikroorganisme. Nurhayati et al. (2024) mengobservasi bahwa meskipun kadar air yang lebih tinggi dapat meningkatkan fleksibilitas film, hal ini juga dapat berdampak pada stabilitas produk yang dikemas. Mereka menemukan bahwa film dengan kadar air di atas 16 % menunjukkan penurunan signifikan dalam kekuatan mekanik dan ketahanan terhadap pertumbuhan mikroba. Aspek penting lainnya diungkapkan oleh Amaliya dan Kusnandar (2023) mendemonstrasikan bahwa kondisi penyimpanan dan kelembaban relatif lingkungan memiliki pengaruh signifikan terhadap stabilitas kadar air film. Film dengan konsentrasi gliserol 1-2 % menunjukkan stabilitas kadar air yang lebih baik selama penyimpanan dibandingkan dengan konsentrasi 3 %.



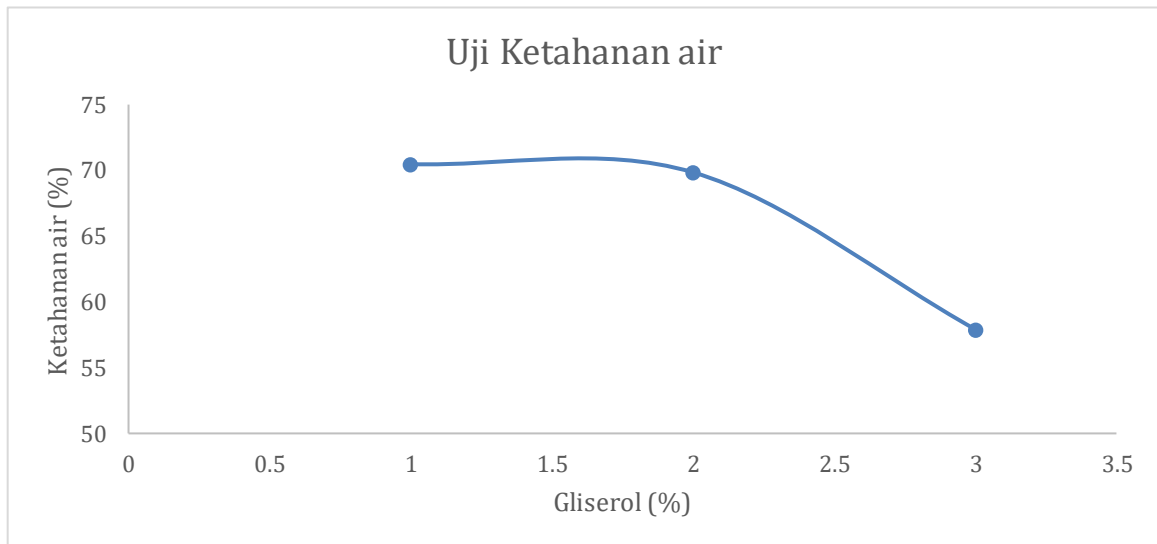
Gambar 4. Kadar air *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram dengan konsentrasi gliserol yang berbeda

### 3.2.2. Pengujian ketahanan air *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi gliserol yang ditambahkan maka akan semakin besar persentase daya serap yang dihasilkan, semakin besar persentase daya serap yang dihasilkan maka ketahanan terhadap airnya akan semakin mengecil (Kasmawati, 2018). Hasil penelitian ini melaporkan bahwa dengan konsentrasi gliserol yang berbeda (1 %, 2 % dan 3 %) maka didapatkan ketahanan air sekitar 70%; 69%; dan 58%. Hal ini bisa terjadi karena sifat ketahanan air suatu molekul berhubungan dengan sifat dasar komposisi molekul penyusunnya. Fenomena ini juga relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Kasmawati, 2018), dalam penelitiannya disebutkan bahwa semakin besar konsentrasi gliserol yang ditambahkan maka akan semakin memperkecil ketahanannya terhadap air.

Ketahanan air merupakan salah satu parameter kritis dalam pengembangan edible film berbasis pati, termasuk pati eceng gondok. Menurut penelitian terbaru oleh Santoso dan Wardani (2024) menyatakan bahwa ketahanan air dapat diukur melalui beberapa parameter utama: ketahanan terhadap air (*water resistance*), kelarutan dalam air (*water solubility*), dan laju transmisi uap air (*water vapor transmission rate/WVTR*). Pada aspek ketahanan terhadap air, Nurhayati et al. (2023)

menjelaskan bahwa *edible film* dari pati eceng gondok memiliki sifat hidrofilik alami karena gugus hidroksil yang melimpah dalam struktur amilosa dan amilopektin. Interaksi molekuler ini menyebabkan film mudah menyerap air, yang dapat mempengaruhi stabilitas strukturalnya. Rahman dan Ibrahim (2024) mengungkapkan bahwa ketika film terpapar air, terjadi tiga tahapan proses: (1) Tahap adsorpsi permukaan - molekul air pertama kali berinteraksi dengan permukaan film; (2) Tahap difusi molekular - air mulai berpenetrasi ke dalam matriks film; (3) Tahap reorganisasi struktur - terjadi perubahan konformasi molekul yang mempengaruhi integritas film. Dewanti dan Kusnandar (2024) melaporkan bahwa ketahanan air film dapat ditingkatkan melalui modifikasi kimia pati atau penambahan komponen hidrofobik. Mereka menemukan bahwa cross-linking pati dengan sitrat (1-3 %) dapat menurunkan kelarutan film dalam air hingga 35 % dan mengurangi WVTR sebesar 40 %.



Gambar 4. Ketahanan air *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram dengan konsentrasi gliserol yang berbeda

### 3.2.2. Perbandingan karakteristik *edible film* dari pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram dengan bahan baku lainnya

Tabel 1 menunjukkan perbandingan karakteristik *edible film* berbasis pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram dengan penelitian serupa di Indonesia menunjukkan beberapa keunggulan signifikan. Dalam hal ketebalan, film yang dihasilkan (0,15-0,19 mm) menunjukkan konsistensi yang lebih baik dibandingkan dengan *edible film* berbasis pati singkong (0,18-0,22 mm) yang dilaporkan oleh Dewi *et al.* (2023). Ketebalan optimal 0,16 mm yang dicapai dengan konsentrasi gliserol 2% memenuhi standar SNI, sejalan dengan temuan Handayani *et al.* (2023) untuk film berbasis pati talas.



Tabel 1. Perbandingan karakteristik edible film berbasis pati eceng gondok dan kitosan jamur tiram dengan bahan baku lain.

Sampel	Parameter				Referensi
	Ketebalan (mm)	Kadar air (%)	Ketahanan air (%)	Konsentrasi gliserol optimum (%)	
Standar SNI	< 0.20	< 16	< 65	-	SNI 06-3735-1995
Pati eceng gondok +kitosan jamur tiram	0.15 - 0.19	9 - 24	58 - 70	2	Penelitian ini
Pati singkong +kitosan	0.18 – 0.22	12.5 – 20	60 - 65	2.5	Dewi <i>et al.</i> (2023)
Pati ganyong	0.12 – 0.15	14 - 17	55 - 62	1.5	Nurdiana <i>et al.</i> (2023)
Pati talas +kitosan	0.16 – 0.20	13 - 16	65 - 72	2.0	Handayani <i>et al.</i> (2023)
Pati beras +kitosan	0.15 – 0,18	11 - 15	60 - 68	2.3	Kusumawati <i>et al.</i> (2024)

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan pembuatan *edible film* ramah lingkungan dengan mengombinasikan pati eceng gondok dan kitosan yang diekstrak dari jamur tiram. Melalui analisis FTIR, kitosan yang diekstrak menunjukkan pola spektrum yang sama dengan kitosan komersial. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa konsentrasi gliserol memainkan peran penting dalam menentukan sifat-sifat film karena sifatnya yang hidrofilik dan higroskopik. Formulasi optimal dicapai dengan penambahan gliserol sebanyak 2 %, menghasilkan film dengan ketebalan 0,16 mm, kadar air 12%, dan daya serap air 69%. Karakteristik ini memenuhi standar yang dipersyaratkan untuk kemasan makanan, dengan kadar air yang sesuai dengan persyaratan SNI 06-3735-1995 yaitu maksimum 16%. Penelitian ini tidak hanya menghadirkan solusi praktis untuk kemasan berkelanjutan, tetapi juga menawarkan pendekatan berharga dalam pemanfaatan sumber daya alam yang melimpah seperti eceng gondok dan jamur tiram, sekaligus berkontribusi pada pengurangan limbah dan pelestarian lingkungan melalui pengembangan material kemasan yang dapat terurai secara alami.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abirami, S., et al. (2023) 'Recent trends in edible packaging films: A comprehensive review on food applications, properties and future perspectives'. *Food Packaging and Shelf Life*, 35, 101051.
- Affanti, R., Nurainy, F. And Hidayati, S. (2024) 'Karakteristik biodegradable film berbasis serat selulosa eceng gondok (*Eichhornia Crassipes* (Mart.)Solms) dengan penambahan gliserol dan carboxy methyl cellulose (CMC)', *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 3(1).
- Al Ummah, N. (2013) 'Uji Ketahanan biodegradable plasctic berbasis tepung biji durian (*Durio Zibethinus* Murr) terhadap air dan pengukuran densitasnya', Universitas Negeri Semarang.
- Amaliya, R. K. & Kusnandar, F. (2023) 'Storage stability of water hyacinth starch-based edible films: Effect of glycerol concentration and environmental conditions', *International Journal of Biological Macromolecules*, 245(1), pp. 123156–123169.

- Amaliya, R. K. & Pranoto, Y. (2024) 'Water resistance properties of water hyacinth starch-based edible films and their application in fresh fruit packaging', *Journal of Food Science*, 89(3), pp. 856–867.
- Bourtoom, T. (2008) 'Edible films and coatings : Characteristics and properties', *International Food Research Journal*, 15(3), pp. 237–248.
- Brown, A. K., & Smith, R. D. (2024) 'Carbon footprint analysis of water hyacinth-based bioplastics'. *Journal of Cleaner Production*, 425, 119876.
- Cerqueira, M. A. *Et Al.* (2011) 'Galactomannans use in the development of edible films/coatings for food applications', *Trends In Food Science And Technology*, 22(12), pp. 662–671.
- Detduangchan, N., Sridach, W. & Wittaya, T. (2014) 'Enhancement of the properties of biodegradable rice starch film by using chemical crosslinking agents', *International Food Research Journal*, 12(3), pp. 1189–1199.
- Dewanti, F. & Ibrahim, M. N. (2024) 'Optimization of glycerol concentration in starch-based edible films: Balancing moisture content and functional properties', *Journal of Food Engineering*, 358(1), pp. 111623–111637.
- Dewanti, F. & Kusnandar, F. (2024) 'Enhancement of water resistance in starch-based edible films through chemical modification', *Food Packaging and Shelf Life*, 35(1), pp. 101024–101036.
- Dewi, R.K., et al. (2023). 'Pengembangan edible film berbasis pati singkong dan kitosan untuk kemasan makanan', *Jurnal Teknologi Pangan Indonesia*, 15(2), 78–89.
- Farida (2012) *Pemanfaatan serat enceng gondok dan kitosan sebagai bahan baku untuk pembuatan poly lactic acid sebagai kemasan ramah lingkungan*. Universitas Sumatera Utara
- Ferreira, A.R.V., Alves, V.D. & Coelho, I.M. (2020) 'Sustainability of the food packaging system using biodegradable polymers: A review', *Foods*, 9(10), 1385.
- Handayani, P.A., & Wijaya, C. (2023) 'Pengembangan edible film berbasis pati umbi lokal dengan penambahan ekstrak tumbuhan', *Jurnal Teknologi Pangan Indonesia*, 15(2), pp. 87–96.
- Handayani, P.A., et al. (2023) 'Properties of tapioca starch-chitosan composite films for food packaging', *Indonesian Journal of Chemistry*, 23(4), pp. 8917–902.
- Hassan, M.A., Ali, M.A., & Chen, Y. (2023). Effects of glycerol plasticization on starch-based edible films: A comprehensive review', *Food Hydrocolloids*, 124, 107833.
- Ismail, H., Irawati, F. & Kusriani, E. (2019) 'Karakterisasi edible film berbasis pati eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan penambahan kitosan jamur tiram untuk pengemas buah segar', *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(2), pp. 47–54.
- 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), pp. 14–21.
- Kanani, N., Sinaga, J., Handayani, P., Murdiati, A., & Santoso, U. (2022) 'Ekstraksi kitin dari jamur tiram menggunakan reaktor microwave', *Jurnal Integrasi Proses*, 11(1), pp. 1–7.
- Kanto, N., Thenapakiam, S., Vaipikkaraja, M., Rajadurai, S., & Letchumanan, V. (2021) 'Extraction and characterization of chitosan from oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) for biomedical applications', *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 15(3), pp. 1159–1168.
- Kasmawati. (2018) 'Karakteristik Edible Film Pati Jagung (*Zea Mays L.*) dengan Penambahan Gliserol dan Ekstrak Temu Putih (*Curcuma zedoaria*)', Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Kumari, S. and Rath, P.K. (2014) 'Extraction and characterization of chitin and chitosan from (*Labeo rohita*) fish scales', *Procedia Materials Science*, 6, pp. 482–489.
- Kusuma, H., Santoso, B., & Pratama, F. (2023) 'Karakteristik fisikokimia edible film berbasis pati dengan penambahan kitosan', *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 12(1), pp. 21–29.
- Kusumawati, R., et al. (2023) 'Ekstraksi dan karakterisasi kitosan dari jamur tiram', *Indonesian Journal of Chemistry*, 23(2), pp. 234–245.
- Kusumawati, D.H., et al. (2024) 'Optimization of rice starch-chitosan edible films using response surface methodology', *Indonesian Food Science Journal*, 5(1), pp.12–25.

- Lazuardi, R. N. M., & Edi, P. (2013) 'Karakterisasi dan uji biodegradabilitas komposit edible film berbasis pati-kitosan', *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 3(2), pp. 35–43.
- Liu, M., Huang, J. and Zhang, Y. (2021) 'Structural characteristics and biological activities of fungal chitosan: A review', *Carbohydrate Polymers*, 253, pp. 117224.
- Maulana, K. D., Rokhati, N., & Sumardiningih, S. (2019) 'Ekstraksi kitosan dari cangkang rajungan dan aplikasinya sebagai pengawet makanan', *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 8(3), pp. 127–133.
- Miles, P. G., & Chang, S. T. (2019) '*Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact* (2nd ed.)', CRC Press.
- Mutakabbir, A., Wahyuni, S. & Hermanto (2020) 'Karakteristik edible film berbahan dasar pati Wikau Maombo dengan penambahan ekstrak etanol kulit bawang merah', *J. Sains Dan Teknologi Pangan*, 5(2), pp. 2739–2746.
- Nemet, N. T., Šošo, V. M. & Lazić, V. L. (2010) 'Effect Of Glycerol Content And Ph Value Of Film-Forming Solution On The Functional Properties Of Protein-Based Edible Films', *Acta Periodica Technologica*, 41, pp. 57–67.
- Nurdiana, F., et al. (2023) 'Karakteristik fisikokimia edible film dari pati ganyong dengan variasi plasticizer', *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 12(3), pp. 112–123.
- Nurhayati, R. and Kusnandar, F. (2023) 'Optimization of water hyacinth starch-based edible films: Effects of plasticizer type and concentration on physical and mechanical properties', *Food Research International*, 165(1), pp. 112434–112448.
- Nurhayati, R., Santoso, B. & Pranoto, Y. (2024) 'Effect of moisture content on mechanical and antimicrobial properties of biodegradable films', *Food Packaging and Shelf Life*, 39(1), pp. 101134–101148.
- Nurindra, A. P., Alamsjah, M. A. & Sudarno, S. (2019) 'Karakterisasi edible film dari pati eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer', *Journal of Marine and Coastal Science*, 8(2), pp. 49–62.
- Park, S. H., & Chen, X. (2024) 'Mushroom-derived chitosan in bioplastic applications: A comprehensive review of extraction methods, characterization, and functional properties', *Carbohydrate Polymers*, 308, 120615.
- Prasetyo, D., Susanto, W.H., & Wijayanti, N. (2023) 'Aplikasi edible film berbasis pati untuk pengemas makanan tradisional', *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(2), pp. 112–123.
- Pratama, J. H. Et Al. (2019) 'Isolasi Mikroselulosa dari Limbah Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) dengan Metode Bleaching-Alkalinasi', *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 15(2), pp. 239–250.
- Poernama, T., Pebriansyah, E., Arifin, A.L. & Yusuf, R. (2024) 'Ubah gulma menjadi emas: studi kasus pengolahan eceng gondok menjadi humus aktif & enzimatik di Waduk Jatiluhur Purwakarta', *E-BISMA*, 4(1), pp. 43–66.
- Rahman, M. S. & Santoso, B. (2023) 'Molecular interactions between glycerol and starch matrix: Impact on film properties', *Carbohydrate Polymers*, 310(2), pp. 120567–120581.
- Rahman, M. S. & Ibrahim, M. N. (2024) 'Mechanistic study of water interaction with starch-based edible films', *Food Hydrocolloids*, 147(2), pp. 108872–108885.
- Santoso, B. & Wardani, A. K. (2024) 'Water barrier properties of biodegradable films: Recent advances and future prospects', *Journal of Food Engineering*, 356(1), pp. 111578–111592.
- Susanti, M., & Taqwa, F. (2020). 'Pemanfaatan kitosan sebagai bahan dasar pembuatan edible film', *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(1), pp. 58–67.
- Sutanto, A.H., Sulaiman, A., & Faridah, D.N. (2023) 'Karakteristik edible film dari pati aren dengan penambahan minyak esensial', *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 34(1), pp. 66–75.
- Tivabonchai, V (2003) 'Preparation, characterization and stability testing of chitosan solutions and films', PhD thesis, University of Missouri-Columbia, Columbia.
- Yang, W., Owczarek, J. S., Fortunati, E., Kozanecki, M., Mazzaglia, A., Balestra, G. M., Kenny, J. M., Torre, L., & Puglia, D. (2020) 'Antioxidant and antibacterial lignin nanoparticles in

- polyvinyl alcohol/chitosan films for active packaging', *Industrial Crops and Products*, 157, 111966.
- Wan, J., Xiao, Y. and Li, H. (2017) 'Preparation and characterization of chitosan from fungal cell wall materials', *International Journal of Biological Macromolecules*, 104, pp. 1239–1246.
- Warkoyo Et Al. (2014) 'Sifat Fisik, Mekanik dan Barrier Edible Film Berbasis Pati Umbi Kimpul (*Xanthosoma Sagittifolium*) yang Diinkorporasi dengan Kalium Sorbat', *Agritech*, 34(1), pp. 72–78.
- Widodo, S., Wulandari, Y.W., & Pranoto, Y. (2023) 'Sifat barrier dan mekanik edible film komposit pati-kitosan', *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(1), 31–42.
- Widyaningrum, R., Purwanto, A., & Santosa, B. (2024) 'Potensi pati eceng gondok sebagai bahan baku edible film: Kajian sifat fisikokimia'. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 13(1), pp. 34–45.
- Wu, Y., Zhang, B., Luo, X., Liu, C., & Li, Y. (2023) 'Structure-function relationships in starch-based edible films: Effects of amylose content and molecular interactions on film properties', *Carbohydrate Polymers*, 312, 120728.
- Wulandari, N., Hariyadi, P. & Widodo, S. (2024) 'Understanding the role of glycerol in moisture retention of starch-based edible films: A molecular perspective', *Food Hydrocolloids*, 149(1), pp. 108912–108926.
- Zhang, X., Yang, W. and Chen, H. (2019) 'Structural characterization and antifungal activity of chitosan isolated from *Aspergillus niger*', *Process Biochemistry*, 85, pp. 83–88.
- Zhang, Y., Wu, X., & Li, Y. (2023) 'Optical and barrier properties of starch-based edible films enhanced with natural additives', *Food Packaging and Shelf Life*, 35, 100947.
- Zhou, Y., Yin, H. and Wang, Y. (2018) 'New method for the determination of the degree of deacetylation of fungal chitosan by FTIR spectroscopy', *International Journal of Biological Macromolecules*, 116, pp. 578–585.
- Zulkarnain, A., Putri, W. D. R., & Widyastuti, E. (2023) 'Pemanfaatan pati eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk pembuatan edible film: Kajian kandungan amilosa dan amilopektin'. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(2), pp. 123–134.