

Rahim et al, 2025

KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA, MEKANIK DAN SENSORIS EDIBLE FILM PATI AREN BUTIRAT FOSFAT PADA KONSENTRASI YANG BERBEDA

Abdul Rahim¹⁾, Nurmi¹⁾, If'all^{2)*}

¹⁾ Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Jl. Soekarno Hatta No.KM. 9, Tondo, Kec. Mantikulore, Kota Palu, 94148

²⁾ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Alkhairaat, Jl. Dipenogoro No. 39 Kec. Palu Barat, Kota Palu, 94221

*corresponding author : ifall.unisapalu@gmail.com

* Received for review February 23, 2024 Accepted for publication September 30, 2025.

Abstract

This study aimed to determine the optimal concentration of phosphorylated aren starch (PBAS) at various levels in the production of edible films, based on evaluations of their physicochemical, mechanical, and sensory characteristics. The research was conducted at the Agroindustry Laboratory, Faculty of Agriculture, Tadulako University, Palu. A Completely Randomized Design (CRD) was used to assess the physicochemical and mechanical properties, while a Randomized Block Design (RBD) was applied for sensory evaluation. The CRD was used to analyze the effects of different PBAS concentrations on physicochemical characteristics, including thickness, water holding capacity (WHC), oil holding capacity (OHC), water vapor transmission rate (WVTR), solubility, swelling power, moisture content, and pH, as well as mechanical properties such as tensile strength, elongation, and Young's modulus. Meanwhile, the RBD was used to evaluate the effect of PBAS concentration on the sensory attributes of the edible film, namely color, texture, aroma, and overall acceptability. The treatments consisted of eight concentration levels (2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0%, 4.5%, 5.0%, and 5.5%) with two replications, resulting in 16 experimental units. The results showed that the optimal PBAS concentration was 3.0%. Increasing the PBAS concentration led to higher values of thickness, solubility, moisture content, WVTR, tensile strength, and elongation, while WHC, OHC, swelling power, pH, and Young's modulus tended to decrease. Based on sensory evaluation, the edible films produced were rated as "liked" by panelists in terms of color, texture, aroma, and overall acceptability. Overall, PBAS-based edible films have good potential for application in food products..

Keywords: phosphorylated butyrylated arenga starches physicochemical, mechanical, sensory and edible film.

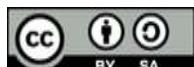
Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi optimal pati aren terfosforilasi (PBAS) pada berbagai tingkat konsentrasi dalam pembuatan edible film, berdasarkan evaluasi terhadap karakteristik fisikokimia, mekanik, dan sensoris yang dihasilkan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Agroindustri, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu. Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk pengujian karakteristik fisikokimia dan mekanik, serta Rancangan Acak Kelompok (RAK) untuk pengujian sifat sensoris. RAL digunakan untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi PBAS terhadap karakteristik fisikokimia yang meliputi ketebalan, water holding capacity (WHC), oil holding capacity (OHC), laju transmisi uap air (WVTR), kelarutan, daya kembang, kadar air, dan pH, serta karakteristik mekanik berupa kuat tarik, pemanjangan, dan modulus Young. Sementara itu, RAK digunakan untuk menilai pengaruh perbedaan konsentrasi PBAS terhadap sifat sensoris edible film, yaitu warna, tekstur, aroma, dan penerimaan keseluruhan. Perlakuan terdiri dari delapan taraf konsentrasi (2,0%; 2,5%; 3,0%; 3,5%; 4,0%; 4,5%; 5,0%; dan 5,5%) dengan dua kali ulangan, sehingga terdapat 16 unit percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi optimal PBAS adalah 3,0%. Peningkatan konsentrasi PBAS menyebabkan kenaikan nilai ketebalan, kelarutan, kadar air, WVTR, kuat tarik, dan elongasi, sedangkan

Rahim et al, 2025

WHC, OHC, daya kembang, pH, dan modulus Young cenderung menurun. Berdasarkan uji sensoris, edible film yang dihasilkan memiliki warna, tekstur, aroma, dan penerimaan keseluruhan yang tergolong disukai panelis. Secara keseluruhan, edible film berbasis PBAS memiliki potensi baik untuk diaplikasikan pada produk pangan.

Kata kunci: fosforilasi, butir, pati aren, fisikokimia, mekanik, sensorik, edible film



Copyright © 2025 The Author(s)
This is an open access article under the [CC BY-SA license](#)

1. PENDAHULUAN

Bahan pangan umumnya mudah mengalami penurunan kualitas dan kerusakan. Menurut Siregar et al. (2012), hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti lingkungan, kimia, biokimia, dan mikrobiologi. Salah satu upaya untuk mempertahankan mutu bahan pangan adalah dengan menggunakan bahan pengemasan yang tepat. Pengemasan merupakan proses pembungkusan bahan pangan dengan tujuan melindungi serta mempertahankan mutu dan keamanannya (Kusumawati et al., 2013). Namun, penggunaan material plastik sebagai bahan pengemas memiliki dampak negatif terhadap lingkungan, sehingga diperlukan alternatif bahan pengemas yang lebih ramah lingkungan (Hapowell et al., 2009).

Edible film merupakan lapisan tipis yang dapat dibuat dari berbagai bahan-bahan pangan yang dapat dimakan. Lapisan ini berguna untuk melapisi pangan/makanan (coating) atau ditempatkan di antara komponen makanan (film). Fungsinya adalah sebagai barrier terhadap perpindahan massa, seperti kelembaban, oksigen, lipid, cahaya, dan zat terlarut, serta dapat berperan sebagai carrier bagi bahan pangan maupun bahan tambahan lainnya. Selain itu, edible film juga membantu mempermudah dalam penanganan makanan. Komponen penyusun utama edible film terdiri atas campuran hidrokoloid dan lipid, sedangkan komponen tambahan meliputi plasticizer, antioksidan, zat antimikroba, flavor, dan pigmen (Souza et al., 2012).

Penggunaan pati sebagai bahan dasar untuk pembuatan edible film memiliki beberapa keunggulan, yaitu biaya yang murah daripada bahan lain diantaranya lipid atau protein, ketersediaan bahan yang melimpah, bersifat dapat dimakan (edible), serta memiliki sifat termoplastik (Mali et al., 2005). Seperti pati dari bahan lain, pati aren dapat diaplikasikan pada berbagai produk, mencakup sektor pangan dan nonpangan. Namun demikian, pati alami (native starch) memiliki beberapa kelemahan, seperti kecenderungan mengalami retrogradasi, ketidakstabilan pada kondisi asam, viskositas yang rendah, serta ketahanan yang kurang baik. Untuk mengatasi kelemahan tersebut, dilakukan modifikasi pati agar diperoleh sifat-sifat yang lebih sesuai untuk aplikasi tertentu (Kusnandar, 2010). Salah satu bentuk modifikasi yang menjanjikan adalah pati aren butirat fosfat, yang memiliki keunggulan karena mengombinasikan sifat hidrofobik dari butirilasi dengan peningkatan kestabilan struktur akibat fosforilasi. Edible film yang dibuat menggunakan pati aren dengan kandungan amilosa tinggi diketahui memiliki tingkat permeabilitas uap air yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis pati lainnya. Hal ini menunjukkan potensi penggunaannya sebagai bahan pengemas yang lebih efisien dan efektif. Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian untuk mengevaluasi sifat fisik, mekanik, serta sensorik dari edible

Rahim et al, 2025

film berbasis pati aren butirat fosfat pada berbagai konsentrasi guna memperoleh kualitas film yang optimal.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan pada penelitian adalah pati aren alami, asetat anhidrida 98%, akuades, NaOH 3%, HCl 0,5 n, etanol 96%, minyak zaitun, silica gel, gliserol, asam asetat, dan campuran rasio STMP/STPP (99:1 b/b). Alat penelitian adalah hotplat, magnetic stirrer, beker glas, pipit tetes, aluminium foil, cawan, oven, alat pengukur pH, timbangan analitik, tabung reaksi, buret, termometer, jangka sorong, desikator, batang pengaduk, roll film, blender, ayakan 80 mesh, sentrifuge, vortex. Alat dokumentasi dan alat tulis menulis. Percobaan disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu perlakuan pati aren butirat fosfat pada konsentrasi yang berbeda dengan 8 level yaitu 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0 4,5 5,0 dan 5,5% (b/v) yang diulang sebanyak 2 kali sehingga diperoleh 16 unit percobaan dan Rancangan Acak Kelompok (RAK) untuk pengujian sensoris.

Modifikasi pati secara butirilisasi dilakukan berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Chi et al. (2008) dan Rahim et al. (2012). Sebanyak 50 g pati aren disuspensi dalam 112,5 mL akuades, kemudian diaduk menggunakan magnet stirrer selama 1 jam pada suhu ruang. Selanjutnya, butirat anhidrida 5% (v/b) ditambahkan secara tetes demi tetes sambil mempertahankan pH suspensi antara 8,0–8,5 dengan penambahan NaOH 3%. Proses ini dilakukan pada suhu kamar selama 60 menit. Setelah itu, pH suspensi dinaikkan menjadi pH 10,5 dengan penambahan NaOH 3% sambil tetap diaduk. Selanjutnya, ditambahkan campuran STMP dan STPP dengan rasio 99:1 sebanyak 6% (b/b terhadap pati aren) ke dalam suspensi, kemudian diaduk selama 30 menit pada suhu ruang sambil mempertahankan pH 10,5. Reaksi dihentikan dengan menambahkan HCl 0,5 N hingga pH mencapai pH 4,5. Selanjutnya dilakukan pengendapan dan pencucian berturut-turut sebanyak tiga kali dengan akuades dan satu kali dengan etanol 96%. Endapan hasil proses selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 15 jam. Setelah proses pengeringan, sampel digiling hingga halus dengan blender dan diseragamkan ukurannya melalui penyaringan menggunakan ayakan 80 mesh.

Proses tersebut menghasilkan pati aren termodifikasi ganda melalui reaksi butirilisasi dan fosforilasi (STMP/STPP 99:1). Proses pembuatan edible film dilakukan berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Rahim dan rekan-rekan (2011) dengan beberapa modifikasi. Tahapan pembuatan film dimulai dengan menyiapkan larutan pati termodifikasi yang memiliki tujuh tingkat konsentrasi yakni 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0 4,5 5,0 5,5% (b/v), ke dalam larutan tersebut ditambah gliserol 0,5% (b/v) lalu di panaskan di atas hot plate dengan stirrer sampai mencapai suhu 85°C dan dipertahankan selama 5 menit. Proses selanjutnya larutan kemudian dituang dalam talenan selanjutnya dilakukan pengeringan pada oven dengan suhu 50°C selama 24 jam. Pengeringan dihentikan setelah *film* mudah lepas dari plate. Setelah dikeringkan, didinginkan pada suhu ruang selama 15 menit kemudian disimpan dalam desikator. Parameter yang diamati diantaranya:

1. Ketebalan (Turhan dan Sabhaz, 2004). ketebalan edible film ditentukan berdasarkan rata-rata hasil pengukuran pada lima titik berbeda di permukaan bioplastik. Proses pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong dengan cara meletakkan sampel plastik di antara rahang pengukur.

Rahim et al, 2025

2. Water Holding Capacity (WHC) dan Oil Holding Capacity (OHC) Larrauri *et al.*, 1996. sebanyak 0,25 gram sampel ditimbang, kemudian bioplastik tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 10 ml aquades. Campuran tersebut dikocok menggunakan shaker hingga air dan sampel tercampur atau larut sempurna. Setelah proses pelarutan, larutan dibiarkan selama 1 jam pada suhu ruang. Selanjutnya, larutan disentrifugasi selama 20 menit, dan hasilnya dipisahkan dari aquades. Setelah itu, residu sampel ditimbang kembali. Langkah yang sama dilakukan ulang untuk pengujian daya serap minyak, dengan menggunakan minyak zaitun sebagai media uji. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya serap air dan minyak adalah sebagai berikut:

$$\text{Daya serap air atau minyak (\%)} = \frac{(W - W_0)}{W_0} \times 100$$

3. Laju Transmisi Uap Air (WVTR), (Xu *et al.*, 2005). Membuat larutan garam jenuh dalam suatu chamber, yaitu wadah toples untuk membuat RH 75% dengan melarutkan 40% garam NaCl (b/v) atau 100 g NaCl dalam 250 ml aquades, ukuran toples diameter 12 cm dan tinggi 15 cm
4. Kelarutan dan Daya Mengembang (Zamostny *et al.*, 2012). Kelarutan edible film mengacu pada sejauh mana film dapat larut dalam air, yang penting untuk aplikasi tertentu seperti kemasan makanan yang dapat larut. Metode pelaksanaannya: Persiapan Sampel: Potong edible film dengan ukuran tertentu (misalnya, 2 x 2 cm). Pengeringan Awal: Timbang film kering sebelum diuji. Perendaman: Celupkan film ke dalam air suling pada suhu tertentu (misalnya, 25°C atau 50°C) selama periode waktu tertentu (biasanya 24 jam). Pengeringan Kembali: Setelah perendaman, sisa film yang tidak larut dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C hingga berat konstan. Perhitungan Kelarutan: Kelarutan dihitung sebagai persentase berat film yang terlarut dibandingkan dengan berat awalnya. Selanjutnya Daya mengembang menunjukkan kemampuan edible film menyerap air dan membesar tanpa larut sepenuhnya. Langkah-langkahnya: Persiapan Sampel: Potong edible film dengan ukuran tertentu dan timbang berat awalnya (W_0). Perendaman: Celupkan film dalam air suling pada suhu tertentu selama waktu tertentu (biasanya 1–24 jam). Penghilangan Air Berlebih: Setelah perendaman, angkat film dan seka perlahan dengan kertas saring untuk menghilangkan air permukaan. Penimbangan: Timbang film setelah perendaman (W_t).
5. Kadar Air (AOAC, 1990). Metode ini mengukur kadar air berdasarkan perbedaan berat sebelum dan sesudah pengeringan. Prosesnya meliputi: Menimbang sampel sebelum dikeringkan. Mengeringkan dalam oven pada suhu tertentu (biasanya 105°C) selama waktu tertentu (misalnya 3–6 jam). Menimbang kembali sampel setelah pengeringan untuk menghitung kadar air berdasarkan kehilangan massa.
6. Uji pH (Martin, 1993). metode pengukuran pH yang digunakan untuk melihat tingkat keasaman atau kebasaan larutan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pH meter atau indikator pH seperti kertas pH atau larutan indikator.
7. Kuat Tarik, Perpanjangan, dan Young's Modulus diukur dengan menggunakan Mechanical Universal Testing Machine. Edible film dipotong sesuai ukuran standar. Proses pengujian dilakukan dengan menjepit kedua sisi spesimen pada alat uji tarik, menggunakan kecepatan

Rahim et al, 2025

penarikan 10 mm/menit dan jarak antar penjepit 50 mm. Setelah Knob start diaktifkan, spesimen ditarik hingga mengalami kegagalan (putus). Data gaya kuat tarik (F) dan panjang spesimen setelah putus kemudian direkam. Nilai TS dihitung dengan membagi gaya maksimum (N) terhadap luas penampang bioplastik (mm^2) pada saat putus.

$$\text{Tensile Strength (MPa)} = \frac{F_{\text{Max.}} (\text{N})}{\text{Luas permukaan bioplastik } (\text{mm}^2)}$$

Perpanjangan ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Elongation (\%)} = \frac{\text{Panjang maksimum-Panjang awal}}{\text{Panjang awal}} \times 100\%$$

Modulus Young dihitung berdasarkan nilai kuat tarik dan perpanjangan saat putus

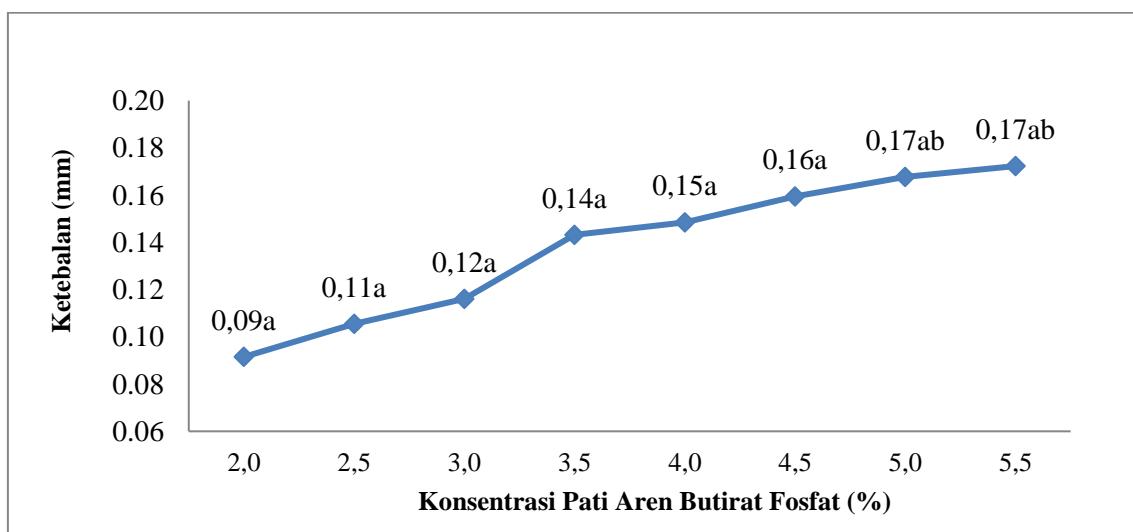
$$\text{Modulus Young (MPa)} = \frac{\text{Kuat Tarik}}{\text{Elongasi}/100}$$

8. Sifat Organoleptik (Estiningtyas, 2010). dengan sedikit modifikasi edible film yang diperoleh ditampilkan di atas meja. Selanjutnya dilakukan pengujian organoleptik terutama warna, rasa, aroma dan tekstur dengan skala hedonik (rating). Panelis memberikan penilaian terhadap warna, tekstur, aroma dan kesukaan edible film. Skala Penilaian: 1 = Amat Sangat tidak suka 2 = Sangat tidak suka 3 = Tidak suka 4 =Netral 5 = Suka, 6=Sangat suka dan 7=Amat sangat suka.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Ketebalan

Hasil data analisis ketebalan *edible film* Pati Aren Butirat Fosfat (PABF) pada konsentrasi yang berbeda. Seperti disajikan pada Gambar 1.



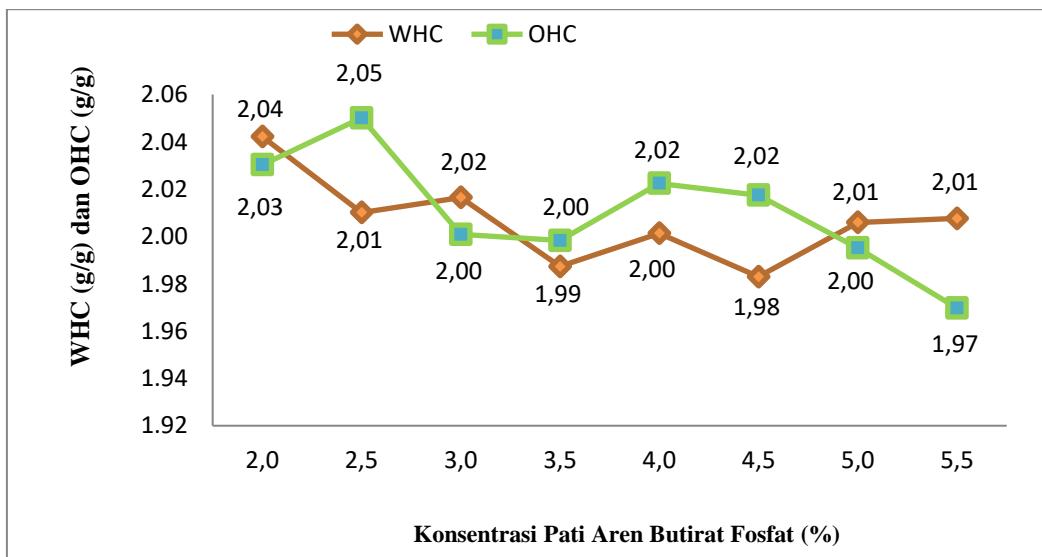
Gambar 1. Ketebalan (mm) *edible film* PABF pada konsentrasi yang berbeda

Rahim et al, 2025

Kenaikan konsentrasi pati aren butirat fosfat menunjukkan hubungan linier terhadap peningkatan ketebalan edible film yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi pati yang digunakan dalam proses pembuatan, maka ketebalan film yang terbentuk juga meningkat. Hal ini terjadi karena peningkatan konsentrasi pati aren termodifikasi menyebabkan bertambahnya jumlah padatan dalam larutan pembentuk film, sehingga menghasilkan struktur film dengan ketebalan yang lebih besar. Setiap perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap ketebalan edible film. Ketebalan sendiri adalah salah satu karakteristik fisik penting yang paramater kelayakan edible film sebagai bahan kemasan. Namun, pada konsentrasi yang lebih tinggi ($\geq 5,0\%$), peningkatan ketebalan tidak lagi menunjukkan perbedaan yang signifikan. Ketebalan *film* merupakan sifat penting yang menunjukkan kekuatan mekanik dan sifat permeabilitas *film* terhadap gas dalam uap air. Menentukan ketebalan juga penting untuk memulai keseragaman *film*. Perubahan ketebalan menyebabkan masalah dalam kinerja mekanis *film* dan perubahan sifat permeabilitas. Pengaruh interaksi konsentrasional yang berbeda dari pati aren termodifikasi (Hosseini et al., 2020).

3.2 Daya Serap Air (WHC) dan Daya Serap Minyak (OHC).

Hasil analisis WHC dan OHC *edible film* PABF pada konsentrasi yang berbeda. Disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. WHC dan OHC (g/g) *edible Film* PABF pada konsentrasi yang berbeda

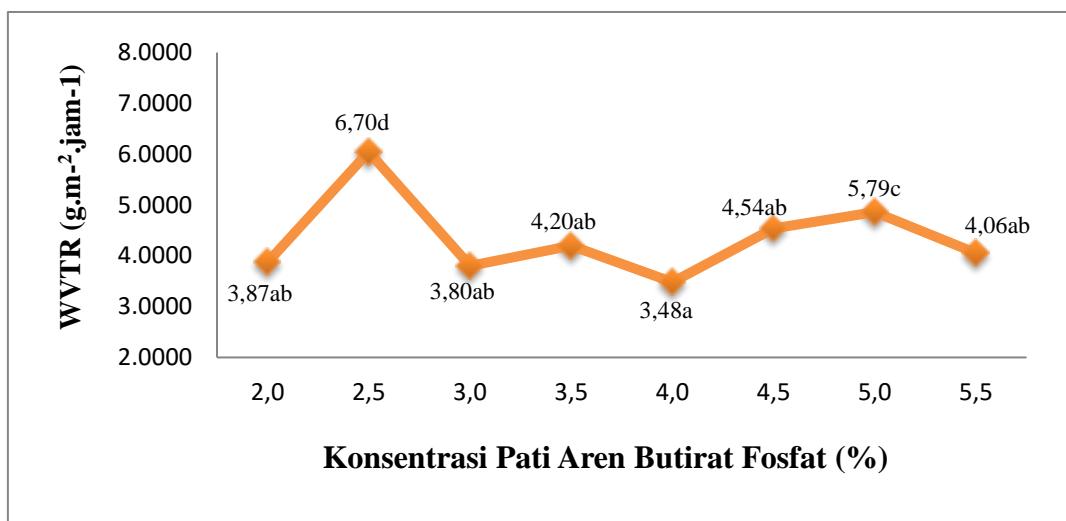
Daya menahan minyak (Oil Holding Capacity/OHC) adalah ukuran kemampuan suatu bahan pangan dalam menyerap dan menahan minyak. Peningkatan konsentrasi pati umumnya menyebabkan penurunan kemampuan bahan dalam menahan minyak. Edible film yang dibuat dari pati aren memiliki sifat pelindung yang sangat baik terhadap oksigen, karbondioksida, dan minyak, serta berperan dalam peningkatan integritas atau kesatuan produk. (Deden et al., 2020). Konsentrasi pati aren butirat fosfat yang lebih tinggi tidak selalu meningkatkan WHC dan OHC. WHC dan OHC cenderung menurun dengan meningkatnya konsentrasi, meskipun fluktuatif. Pati

Rahim et al, 2025

aren butirat fosfat dengan konsentrasi lebih tinggi mungkin memiliki struktur yang lebih hidrofobik, sehingga mengurangi kemampuannya dalam mempertahankan air dan minyak. Permeabilitas minyak yang rendah menunjukkan bahwa molekul minyak mengalami kesulitan dan transpos *film*. Sejumlah besar gugus hidroksil dalam gliserol, PVA, dan polisakarida mencegah lewatnya molekul minyak melalui *film* karena interaksi yang lemah antara gugus hidrofilik dalam prekursor *film* dan minyak hidrofobik (Martins et al., 2020).

3.3 Water Vapor Transmission Rate

Hasil Water Vapor Transmission Rate (WVTR atau laju transmisi uap air *edible film* PABF pada konsentrasi yang berbeda. Disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. WVTR *edible film* PABF pada konsentrasi yang berbeda

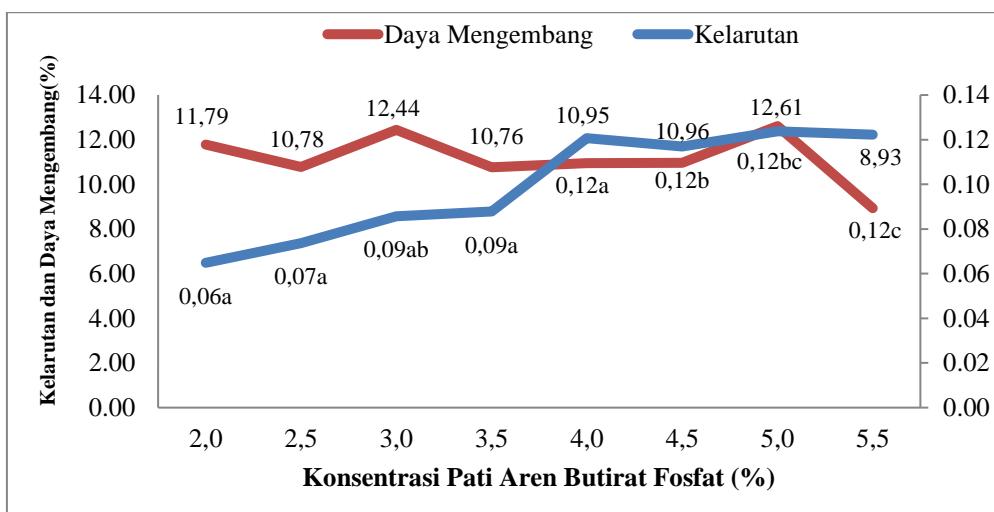
Hasil penelitian menunjukkan bahwa WVTR awalnya $3,87 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jam}^{-1}$ pada 2,0%, kemudian meningkat tajam menjadi $6,70 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jam}^{-1}$ pada 2,5% (nilai tertinggi). Setelah itu, WVTR mengalami penurunan hingga mencapai $3,48 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jam}^{-1}$ pada 4,0%, yang merupakan nilai terendah dalam grafik. WVTR kemudian mengalami fluktuasi, dengan peningkatan pada 5,0% ($5,79 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jam}^{-1}$) dan kembali turun menjadi $4,06 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jam}^{-1}$ pada 5,5%. Fluktuasi nilai WVTR menunjukkan bahwa ada kondisi optimal untuk menghasilkan *edible film* dengan sifat sebagai penghalang uap air yang terbaik, yaitu pada konsentrasi sekitar 4,0%. Pada konsentrasi tinggi (5,0% dan 5,5%), WVTR cenderung meningkat kembali, menunjukkan bahwa pada kadar ini film mungkin menjadi lebih permeabel terhadap uap air. Hasil ini sesuai dengan penelitian Lee (2020) *film* komposit Guar gum/pati kacang hijau menunjukkan kecenderungan penurunan WVTR. Namun, setelah 5 atau 9 hari penyimpanan, kecenderungan penurunan tersebut menghilang, dan nilai WVTR dalam *film* mengalami peningkatan. Bisa jadi hasil dari adanya rasio kristal yang optimal atau seimbang di masing-masing *film*. Dilaporkan bahwa sifat penghalang *film* dimaksimalkan ketika matriks *film* membentuk optimal rasio kristal. Namun, rasio kristalin dalam *film* berbasis pati adalah konstan meningkat selama periode

Rahim et al, 2025

penyimpanan, karena transisi fase amorf-ke-kristal. Oleh karena itu, WVTR diturunkan sebelum rasio kristal / amorf dalam matriks *film* tercapai pada optimal keadaan dan nilai WVTR terendah dicapai pada rasio kristal / amorf yang optimal. Sejak itu, rasio kristal / amorf keluar dari keadaan optimal, dan nilai WVTR dalam *film* secara bertahap meningkat. Penurunan laju perpindahan uap air juga dipengaruhi oleh keberadaan gugus fosfat pada sodium trimetafosfat. Gugus fosfat dapat berinteraksi dengan gugus hidroksil pada pati, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya ikatan antara molekul air dan pati. Film yang memiliki tingkat perpindahan uap air rendah sangat ideal digunakan sebagai bahan pengemas, karena mampu memberikan perlindungan terhadap produk dari berbagai kerusakan yang disebabkan oleh faktor lingkungan (Maharani *et al.*, 2017).

3.4 Kelarutan Dalam Air dan Daya Mengembang

Data hasil pengamatan kelarutan dan daya mengembang di sajikan pada Gambar 4.



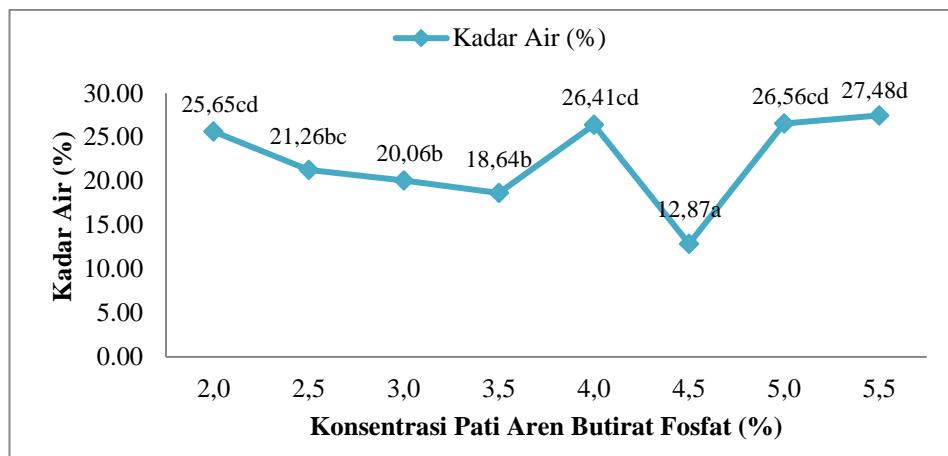
Gambar 4. Kelarutan dan Daya Mengembang *edible film* PABF pada konsentrasi yang berbeda.

Dilihat dari Gambar 4. Menunjukkan bahwa kelarutan pati aren butirat fosfat menghasilkan nilai yang terendah terdapat pada konsentrasi 2,0% dengan rata-rata 0,06%, sedangkan nilai yang tertinggi diperoleh konsentrasi 5,5% dengan rata-rata 0,12%. Hal tersebut terjadi karena peningkatan jumlah pati menyebabkan rasio antara gliserol dan pati menurun, sehingga jumlah gugus hidrofilik pada komponen penyusun *edible film* juga berkurang. Penurunan jumlah gugus hidrofilik ini mengakibatkan kelarutan *edible film* menjadi semakin rendah. Hal ini juga sesuai Deden *et al.*, (2020). dengan pendapat Bahwa dalam penerapan produk *edible film* diinginkan sebagai pengemas yang memiliki kualitas baik, maka harus memiliki kelarutan yang tinggi begitupun sebaliknya. Menurut Mehyar dan Han (2004), *edible film* yang dibuat dari pati beras maupun pati kacang dengan penambahan gliserol memiliki sifat yang lebih hidrofilik. Oleh karena itu, peningkatan konsentrasi gliserol akan menyebabkan meningkatnya tingkat kelarutan *edible film* tersebut.

Rahim et al, 2025

3.5 Kadar Air

Berdasarkan hasil analisis kadar air *edible film* PABF pada Konsentrasi yang berbeda. Disajikan pada Gambar 5.



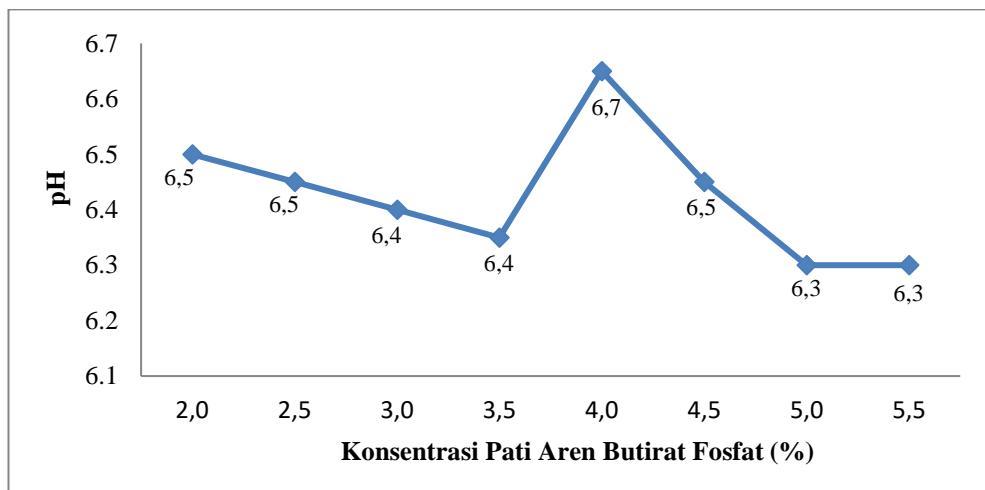
Gambar 5. Kadar Air *edible film* pada konsentrasi yang berbeda.

Pengaruh interaksi konsentrasi yang berbeda dari pati termodifikasi albumin dan nanopartikel magnesium oksida pada kadar air dan wvp. Hasil menunjukkan bahwa dengan menambahkan nanopartikel magnesium oksida ke dalam matriks *film* pati yang dimodifikasi dan protein albumin, kadar airnya berkurang secara signifikan ($P < 0,05$) dari sekitar 40% pada film tanpa nanopartikel menjadi 25% pada *film* yang mengandung 5% magnesium oksida nanopartikel. Penurunan kadar air pada *film* nanokomposit yang mengandung magnesium oksida kemungkinan disebabkan oleh penurunan kapasitas dan rongga pada lapisan *film* dan sebenarnya berkaitan dengan fenomena pemadatan jaringan struktur *film* akibat adanya nanopartikel (Hosseini *et al.*, 2021). Menurut penelitian Nisar *et al.*, (2018) pektin yang menghubungkan silang dengan CEO mengakibatkan penurunan afinitas polisakarida polimer terhadap molekul air dan menghasilkan *film* dengan kadar air rendah dan kelarutan dalam air, yang berharga untuk integritas dan ketahanan air dari produk makanan. Penggabungan CEO ke dalam pektin menurunkan kadar air (%) *film* dari 18,43% menjadi 10,14% dan kelarutan *film* dari 25,37 % menjadi 17,44 % dengan meningkatkan konsentrasi minyak dari 0,5% menjadi 1,5%. Hal ini mungkin terjadi karena sifat hidrofobik lipid dan interaksi antara komponen CEO dan gugus hidroksil pektin.

3.6 Tingkat PH

Berdasarkan hasil pengamatan pH *edible film* PABF pada konsentrasii yang berbeda. Disajikan pada Gambar 6.

Rahim et al, 2025



Gambar 6. pH *edible film* PABF pada konsentrasi yang berbeda

Penambahan sorbitol sebanyak 5 mL dapat menyebabkan penurunan pH *edible film* sehingga film tersebut memiliki sifat yang cenderung asam. Tingkat keasaman atau kebasaan pada *edible film* dapat memengaruhi masa simpan produk yang dikemas. (Afriyanti *et al.*, 2020). *Antosianin* yang terkandung dalam limbah anggur dapat digunakan untuk mengembangkan *film* yang peka terhadap pH diproses dengan pencampuran diikuti oleh thermo molding. Perlu ditunjukkan bahwa pengembangan *film* sensitif pH dengan ekstrusi sejauh ini belum dimungkinkan, karena tekanan di dalam hasil ekstruder dalam degradasi pigmen alami (*anthocyanin*) (Gutiérrez and Alvarez 2018).

3.7 Sifat Mekanik *Edible Film* Pati Aren

Data hasil pengamatan karakteristik mekanik *edible film* PABF pada konsentrasi pada konsentrasi yang berbeda. Disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. kuat tarik, elongasi dan *modulus young's* *edible film* PABF pada konsentrasi yang berbeda

Konsentrasi%	Rata-Rata		
	Tensile strength	Elongation	Young's Modulus
2,0	4,28a	5,06a	0,85b
2,5	5,32bc	13,66ab	0,39ab
3,0	4,97bc	22,68ab	0,22ab
3,5	4,45ab	16,08ab	0,28ab
4,0	4,89b	20,80ab	0,23ab
4,5	5,51c	25,93ab	0,21a
5,0	7,00d	20,92ab	0,34ab
5,5	5,64cd	22,18b	0,25ab
Jumlah	42,07	147,32	2,89
Rata-rata	5,26	18,42	0,35

Rahim et al, 2025

Tensile Strength. Data hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan PABF pada konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap *Tensile Strength edible film*. Rata-rata *tensile strength* yang tertinggi terdapat pada konsentrasi 5,0% sedangkan yang terendah yaitu terdapat pada konsentrasi 2,0%. Ju *et al.*, (2019) telah menunjukkan bahwa penggabungan ekstrak daun kelor dalam anti-film oksidan berbasis pati gandum khorasan mengakibatkan penurunan nilai kekuatan tarik. Mereka telah menunjukkan bahwa penggabungan kelor telah mengakibatkan terhambatnya interaksi antarmolekul dari rantai polimer, mengurangi kekuatan kohesifnya. Bahan kemasan dengan kekuatan tarik (*tensile strength*) tinggi cocok digunakan untuk produk pangan yang memerlukan kemasan kuat, seperti susu cair. Sementara itu, bahan kemasan dengan kekuatan tarik rendah lebih sesuai untuk produk yang ringan, seperti bumbu mi instan, permen, atau keripik. (Harianingsih *et al.*, 2017).

Elongation. Data hasil analisis ragam menunjukkan bahwa PABF pada konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap *Elongation edible film*. Rata-rata *Elongation* yang tertinggi terdapat pada konsentrasi 4,5% sedangkan yang terendah yaitu terdapat pada konsentrasi 2,0%. Hasil rata-rata elongasi *edible film* berbanding terbalik dengan jumlah bertambahnya konsentrasi pati aren butirat fosfat. Semakin tinggi konsentrasi PABF maka elongasi *edible film* meningkat. Menurut Xie *et al.*, (2019) *Film HPS* memiliki *elongasi* yang lebih baik dan kekuatan tarik dengan mengorbankan sedikit penurunan *Modulus Young*. Seperti yang dan diharapkan, kekuatan tarik *Modulus Young Film HPS* meningkat secara signifikan sebesar 17,35% dan 39,72% dibandingkan *Film ZEIN*, menunjukkan peningkatan ketahanan patah dan anti-deformasi

Young's Modulus. Data hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan PABF pada konsentrasi yang berbeda memberikan dampak nyata terhadap *Young's Modulus*. Rata-rata *Young's Modulus* yang tertinggi terdapat pada konsentrasi 0,2% sedangkan yang terendah yaitu terdapat pada konsentrasi 4,5%. Menurut Shayan *et al.*, (2019) untuk *edible film* dengan 2mg/cm² nanofi-lbers *Modulus Young* yang lebih tinggi diamati. Hasil ini menunjukkan bahwa *film* memiliki perilaku viskoelastik dan penambahan na-nofiber dengan elastisitas tinggi (yang karena diameternya) membuat *film* lebih elastis.

3.8 Sifat Sensoris

Hasil analisis data uji sensoris *edible film* PABF pada konsentrasi berbeda. Disajikan pada Tabel 2.

Rahim et al, 2025

Tabel 2. Warna, Tekstur, Aroma dan keseluruhan *Edible film* PABF pada konsentrasi yang berbeda

Konsentrasi %	Rata-rata			
	Warna	Tekstur	Aroma	Kesukaan dan Keseluruhan
2,0	4,40ab	4,33a	4,13ab	4,93ab
2,5	4,20ab	4,53ab	4,00a	5,47ab
3,0	5,13c	5,13cd	4,53ab	5,13ab
3,5	5,07c	5,13cd	4,60ab	5,53ab
4,0	4,40a	4,80cd	4,73ab	5,20ab
4,5	4,40a	4,73c	4,13ab	5,47ab
5,0	4,40a	4,47ab	4,27ab	4,80a
5,5	4,93ab	5,33cd	4,93ab	4,93ab
Jumlah	36,93	38,47	35,33	41,47
Rata-rata	4,62	4,81	4,42	5,18

Warna. Data hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan PABF pada konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap mutu sensoris warna *edible film*. Warna merupakan salah satu faktor penting dalam pembuatan edible film, karena dapat memengaruhi tampilan produk akhir dan menurunkan tingkat penerimaan konsumen. Film kemasan dengan tampilan transparan umumnya lebih disukai oleh konsumen. Nilai opasitas film berkisar antara 0,67 hingga 0,88 (Martins et al., 2020).

Tekstur. Data hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan PABF pada konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap sensoris tekstur *edible film*. Tekstur *edible film* pati aren termodifikasi ganda memiliki permukaan yang lebih halus karena terdapat ikatan silang yang menjadikan molekul pati tersusun kompak. Wang et al. (2019) melaporkan bahwa edible film yang dibuat dari kitosan dan metilselulosa yang dimodifikasi melalui proses ikat silang menggunakan STMP memiliki warna transparan dan tekstur halus. Hal ini disebabkan oleh struktur molekul pati yang tersusun secara kompak. Penyebaran gliserol yang merata turut berkontribusi terhadap tekstur film yang lebih halus. Pada permukaan edible film tampak titik-titik putih yang menunjukkan distribusi partikel kitosan. Sementara itu, gumpalan putih berukuran lebih besar menandakan bahwa partikel kitosan mengalami aglomerasi atau penggumpalan, sehingga distribusinya dalam lapisan film menjadi tidak merata. Sebaliknya, ketidadaan gumpalan putih mengindikasikan bahwa kitosan terdistribusi secara homogen, yang dapat terjadi karena proses pengadukan dan pemanasan berlangsung merata selama pembuatan film (Coniwanti, 2014).

Aroma. Hasil uji ragam menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi PABF berpengaruh signifikan terhadap aroma edible film berdasarkan penilaian sensoris. Menurut Makmur (2018), aroma adalah sensasi yang terdeteksi melalui indera penciuman dan dapat memengaruhi tingkat penggumpalan, sehingga distribusi kitosan dalam lapisan edible film menjadi tidak merata. Sementara itu, tidak adanya gumpalan putih menandakan bahwa kitosan telah tersebar secara homogen akibat proses pengadukan dan pemanasan yang merata selama pembuatan edible film (Coniwanti, 2014).

Rahim et al, 2025

Kesukaan dan Keseluruhan. Data hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan PABF pada konsentrasi yang berbeda berpengaruh nyata terhadap sensoris kesukaan dan keseluruhan *edible film*. Menyajikan profil sensorik buah kontrol dan B EC setelah 0,6 dan 10 hari penyimpanan pada 4 C. Pada kedua produk, diamati bahwa penilaian atribut kualitas sensorik seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur menurun seiring dengan bertambahnya hari penyimpanan. Tercatat bahwa buah kontrol tidak dievaluasi setelah 6 dan 10 hari menjadi nilai rata-rata dan simpangan baku untuk warna, aroma, rasa, dan tekstur sebesar 3,65, 1,05, 4,02, 0,91 masing-masing 397, 1,06, 4,03, 0,97 (Rodrigues et al., 2020).

4. SIMPULAN

Konsentrasi PABF yang optimal dalam pembuatan edible film terdapat pada konsentrasi 3,0% berdasarkan karakteristik fisikokimia meliputi ketebalan 0,12% mm, WHC 2,02 g/g, OHC 2,00 g/g, WVTR 3,80% g.m⁻².jam⁻¹, kelarutan 0,09%, daya mengembang 12,44%, kadar air 20,06%, pH 6,4%, dan karakteristik mekanik meliputi kuat tensile strength 4,97% MPa, elongation 22,68%, young's modulus 0,22 MPa. Adapun karakteristik uji sensoris warna, tekstur, aroma dan keseluruhan edible film dari PABF masuk dalam kategori disuka oleh panelis.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanti, Novian Wely Asmoro, Retno Widayastuti, Muhammad Arifin. 2020. *Characteristics of Corn Stalk Cellulose Edible Film (Zea mays) with the Addition of Sorbitol*: Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian, 4(2): 129-135.
- Andres Galindez, Luis Daniel Daza , Angie Homez-Jara , Valeria S. Eim, Henry Alexander Vaquiro. 2019. *Characterization of ulluco starch and its potential for use in edible film prepared at low drying temperatures*, 2(15): 143-150.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist. AOAC. Washington DC. USA.
- Coniwanti, 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradeble Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan dan Pemlastis. Jurnal Teknik Kimia, 4(20): 22-30.
- Deden M., Rahmi, A., dan Asrawaty. 2020. Sifat Fisik dan Kimia *Edible Film* Pati Umbi Gadung pada Berbagai Konsentrasi. Universitas Al-khairat, Palu. Jurnal Pengolahan Pangan, 5(1): 26-33.
- Estiningtyas, H. R. (2010). Aplikasi *Edible Film* Maizena Dengan Penambahan Ekstrak Jahe Sebagai AntioksidanAlami Pada Coating Sosis Sapi.Skripsi, Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1526), 2115-2126.
- Hosseini S.N., Pirsa S. And Farsi J. 2021. *Biodegradable nano komposite film based on modified starch-albumin/MgO; antibacterial, antioxidant and structural properties*. Jurnal Polymer Testing, 97: 29-46.
- Ju, A., Baek, S.-K., Kim, S., &Song, KB. 2019. *Development of antioxidant film packaging made from khorasan wheat flour containing moringa leaf extract*. Food Science and Biotechnology, 28(4): 1057–1063.
- Lee, JS., Lee, Es. & Han, J. 2020. *Enhancement of the water-resistance properties of an edible film prepared from mung bean starch via the incorporation of sunflower seed oil*, 10: 1-15.
- Maharani, Y., Faizah Hamzah, dan Rahmayuni. 2017. Pengaruh Perlakuan Sodium Tripolyphosphate (STPP) Pada Pati Sagu Termodifikasi Terhadap Ketebalan, Transparasi dan laju Perpindahan Uap Air *Edible Film*. Jom FAPERTA, 4(2): 1-10.

Rahim et al, 2025

- Mali, S., M. V. E. Grossmann, M. A. Garcí'a, M. N. Martino, N.E. Zaritzky. 2005. Water Sorptionand Mechanical Properties of Cassava Starch Films and Their Relation To Plasticizing Effect. Carbohydrate Polymers 60(3): 283–289. Doi: 10.1016/J.Carpol.2005.01.003.
- Martins A.F., Garcia P.S. and Bonafe E.G. 2020. *Biodegradable films based on commercial k-carrageenan and cassava starch to achieve low produvtion costs. Jounal of Biological Macromoleeles*, 56: 582-890.
- Nisar, T., Wang, Z.-C., Yang, X., Tian, Y., Iqbal, M., & Guo, Y. (2018). *Characterization of citrus pectin films integrated with clove bud essential oil: Physical, thermal, barrier, antioxidant and antibacterial properties. International Journal of Biological Macromolecules*, 106 : 670–680.
- Retnaningtyas, D. A. A., dan W. D. R. Putri. 2014. Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar Oranye hasil modifikasi perlakuan STPP (lama perendaman dan konsentrasi) Junal pangan dan Agroindustri 2 (4): 68-77.
- Rodrigues M,C., Yepes C.V., Gonzales J.H,G. And Ortega-Toro R. 2020. *Effect of a multifunctional edible coating based on cassava starch on the shelf life of Andean blackberry. Jounal Food Science*, 6(65): 59-100.
- Shayan Ebrahimi, Milad Fathi, Mahdi Kadivar. 2019. *Production and characterization of chitosan-gelatin nanofiber nozzle-less electrospinning and its application to improve the edible properties of film*, 22(10): 1-7.
- Souza, V. B., Almeida, E. S., & Ferreira, A. S. (2012). Edible Films and Coatings: A Review. Dalam Food Engineering Reviews (Vol. 4, Issue 2, pp. 113-126). Springer. DOI: 10.1007/s12393-012-9052-1
- Turhan, K.N dan F.Sahbaz. (2004). *Water Vapor Permeability, Tensile Properties and Solubility of Methylcellulosa-Based Edible Film. J.Food Eng*, 61 : 459-466.
- Wang, H. Y. Liao. A. wu.B. Li. J. Qian and F. Ding. 2019. *Effect to Sodium Trimetaphosphate on chotisan-Methylcellulosa Composite Film: Phsicochemical Properties and Food Pakkaging Application. Polymers*, 11(368): 1-15.
- Xia Chen, Feihe Cui, Hua Zi, Yichen Zhou, Hongsheng Liu, Jie Xiao. 2019. *caractérisation du film comestible hydroxypropyl amidon/zéine bicouche, International Journal of Biological Macromolecules*, 4(8) : 1-40.