

KARAKTERISTIK FISIK DAN VISUAL EDIBLE FILM BERBASIS PATI SAGU SEBAGAI BAHAN BUNGKUS RAMAH LINGKUNGAN UNTUK BUMBU MIE INSTAN

Physical and Visual Characteristics of Sago Starch-based Edible film as an Environmentally Friendly Packaging Material for Instant Noodles Seasoning

Iffadhiya Fathin Adiba^{1*}, Wimpy Prendika², Pegi Haryanto³ & Muhammad Rafly⁴

Program Studi Teknologi Pascapanen (Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia, Pelalawan, Riau, Indonesia)

*Email korespondensi: adiba@itp2i-yap.ac.id

ABSTRACT

The escalating issue of plastic waste from the instant food industry has led to an increased demand for environmentally friendly food packaging. Edible films, derived from natural, biodegradable, and safe-to-consume materials, present a potential solution. Sago starch (Metroxylon sagu Rottb.), a local starch source abundant in amylose and amylopectin, facilitates the formation of films with favorable physical characteristics. This study aims to characterize the physical and visual properties of sago starch-based edible films when applied as a wrapping material for instant noodle seasoning. Sago starch was dissolved in water, heated until gelatinization, and dried at 50°C to produce edible films. Treatments involved adding carboxymethyl cellulose (CMC) at concentrations of 0% and 15%. Film thickness, color (L^ , a^* , b^*), and surface morphology (evaluated using an optical microscope) were the parameters assessed. Results indicated that CMC addition increased film thickness from 0.12 mm to 0.25 mm. The L^* value slightly decreased, while a^* and b^* values increased, suggesting a shift toward a yellowish hue. Microscopic observation revealed that the 0% CMC film exhibited an uneven surface with visible granule boundaries, whereas the 15% CMC film displayed a smoother, denser, and more homogeneous structure. The addition of CMC enhanced intermolecular interactions through hydrogen bonding, improving matrix density and uniformity. Overall, sago starch edible film with CMC shows strong potential as a biodegradable and eco-friendly packaging material for instant seasoning products.*

Keywords : *biodegradable packaging, carboxymethyl cellulose (CMC), film thickness and color, intermolecular interactions, and surface morphology*

PENDAHULUAN

Edible coating merupakan teknologi yang semakin banyak digunakan untuk mempertahankan mutu dan memperpanjang umur simpan produk pangan, terutama buah dan sayur segar. Lapisan tipis yang dapat dimakan ini bekerja sebagai penghalang (barrier) terhadap uap air, oksigen, dan transfer massa lainnya sehingga mampu menekan laju respirasi dan kerusakan produk (Krochta & De Mulder-Johnston, 1997).

Pati merupakan salah satu bahan baku utama yang sering digunakan untuk pembuatan edible coating karena sifatnya yang murah, aman, dapat terbiodegradasi, dan mampu membentuk film melalui proses gelatinisasi (Bourtoom, 2008). Di antara berbagai jenis pati, pati sagu (*Metroxylon sagu*) menjadi salah satu kandidat unggul di Indonesia karena ketersediaannya melimpah, memiliki kandungan amilosa cukup tinggi, dan sifat fisik gelatinisasi yang sesuai untuk pembentukan film (Rahman et al., 2019). Namun demikian, film berbahan dasar pati murni memiliki beberapa kelemahan, seperti sifat mekanik rendah, rapuh, kurang elastis, dan permukaan tidak homogen (Falguera et al., 2011). Oleh karena itu, perlu dilakukan penambahan hidrokoloid seperti carboxymethyl cellulose (CMC) untuk meningkatkan kualitasnya. CMC adalah derivat selulosa larut air yang berfungsi sebagai pengental, penstabil, serta mampu meningkatkan sifat mekanik dan kemampuan barrier film (Rachtanapun et al., 2021).

Beberapa penelitian melaporkan CMC dapat meningkatkan kekuatan tarik, ketebalan, dan homogenitas film berbasis polisakarida (Lestari et al., 2020; Apriliyanti et al., 2022). Meskipun demikian, pengaruh penambahan CMC terhadap karakteristik film berbasis pati sagu masih terbatas diteliti. Oleh sebab itu, penting untuk mengkaji sejauh mana CMC dapat meningkatkan kualitas film pati sagu, terutama pada parameter ketebalan, warna, dan morfologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan CMC terhadap ketebalan edible coating berbasis pati sagu, karakteristik warna (L^* , a^* , b^*), dan morfologi permukaan film.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pascapanen Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia pada bulan September - November 2025.

Metode Penelitian

Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini meliputi pati sagu komersial, CMC *food grade*, gliserol sebagai platisizer, dan aquadest.

Pembuatan Edible Coating

Larutan film dibuat dengan memanaskan suspensi pati 4% (b/v) hingga gelatinisasi pada 70–80°C. Setelah homogen, CMC ditambahkan sesuai perlakuan (0% dan 15%). Gliserol ditambahkan sebanyak 30% dari total berat padatan.

Pencetakan Coating

Larutan dituangkan ke loyang kaca datar dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 jam. Film yang terbentuk dilepas dan disimpan dalam desikator.

Analisis Ketebalan

Ketebalan film diukur menggunakan mikrometer digital pada lima titik berbeda, kemudian dirata-ratakan.

Analisis Warna

Warna diukur menggunakan colorimeter berdasarkan parameter CIE Lab*.

Analisis Morfologi

Morfologi diamati menggunakan mikroskop pembesaran 100–400x.

Analisis data

Uji ketebalan dan L*, a*, b* dihitung secara statistik menggunakan ANOVA SPSS. Morfologi dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan perubahan karakteristik fisik dan visual antar perlakuan. Hasil pengamatan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan gambar mikroskopis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Carboxymethyl Cellulose (CMC)

Pengembangan edible film berbasis pati merupakan salah satu strategi alternatif yang semakin banyak diteliti dalam upaya menciptakan bahan pengemas pangan yang lebih ramah lingkungan, biodegradable, serta dapat disesuaikan fungsinya dengan kebutuhan industri pangan modern. Pati sagu sebagai salah satu komoditas pangan lokal Indonesia memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan dasar edible film karena kandungan amilosa dan amilopektinnya yang cukup tinggi, sifat gelatinisasinya yang baik, dan kemampuan membentuk gel yang kuat setelah proses pemanasan. Kandungan amilosa yang relatif tinggi dalam pati berperan penting dalam pembentukan lapisan film yang kuat, sedangkan amilopektin berperan dalam membentuk struktur yang elastis dan tidak terlalu rapuh. Namun demikian, edible film yang dibuat dari pati murni tanpa bahan tambahan sering kali memiliki beberapa kelemahan, terutama dalam hal sifat mekanik, elastisitas, homogenitas struktur, serta sifat barrier-nya terhadap uap air dan oksigen. Film berbasis pati murni cenderung rapuh, mudah patah saat ditarik, dan memiliki permukaan yang tidak merata akibat distribusi granula pati yang tidak homogen. Oleh karena itu, modifikasi formulasi dengan penambahan bahan pembentuk gel atau hidrokoloid tambahan seperti Carboxymethyl Cellulose (CMC) menjadi penting untuk meningkatkan kualitas film yang dihasilkan.

CMC merupakan salah satu derivat selulosa yang memiliki sifat hidrofilik dan dapat larut dalam air. Bahan ini sering digunakan dalam industri pangan sebagai stabilizer, thickener, dan emulsifier karena kemampuannya membentuk matriks viskoelastis yang stabil. Pada formulasi edible film berbasis pati, CMC dapat meningkatkan integritas struktur film melalui pembentukan ikatan hidrogen antara gugus hidroksil (–OH) pada pati dan gugus karboksimetil pada CMC. Ikatan hidrogen ini berperan dalam memperkuat jaringan polimer, mengurangi porositas, dan meningkatkan homogenitas film. Selain itu, CMC juga memiliki

kemampuan untuk meningkatkan viskositas larutan pembentuk film sehingga total padatan meningkat dan menghasilkan film yang lebih tebal, padat, dan stabil. Oleh karena itu, analisis karakteristik fisik dan kimia film, seperti ketebalan, warna, morfologi, dan sifat mekanik, menjadi penting untuk memahami bagaimana penambahan CMC dapat memengaruhi kualitas edible film berbasis pati sagu.

Dalam penelitian ini, karakteristik fisik dan kimia edible film pati sagu dievaluasi berdasarkan beberapa parameter utama, yaitu ketebalan film, sifat warna (L^* , a^* , b^*), morfologi permukaan, serta peran CMC secara keseluruhan dalam menentukan sifat akhir film yang dihasilkan. Adapun gambar produk edible film dapat dilihat pada Gambar 1, di mana terlihat perbedaan visual antara film dengan penambahan CMC 0% dan film dengan penambahan 15% CMC. Film tanpa CMC terlihat lebih tipis, cenderung lebih buram, dan permukaannya kurang homogen, sedangkan film dengan penambahan CMC lebih tebal, lebih rata, dan tampak lebih stabil secara struktural. Foto produk edible film pati sagu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Foto produk edible film dari pati sagu dengan (a) penambahan 0% CMC; (b) penambahan 15% CMC

a) Ketebalan Film

Ketebalan merupakan salah satu parameter penting dalam karakterisasi edible film karena secara langsung memengaruhi sifat mekanik, elastisitas, ketahanan terhadap tekanan, dan kemampuan sebagai barrier terhadap gas maupun uap air. Film yang terlalu tipis cenderung memiliki kekuatan tarik rendah dan lebih mudah robek, sedangkan film yang terlalu tebal dapat mengurangi transparansi dan menurunkan sifat sensorinya pada produk pangan. Pada penelitian ini, penambahan CMC terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap ketebalan film. Film tanpa penambahan CMC memiliki ketebalan rata-rata 0.12 mm, sedangkan film dengan penambahan 15% CMC menunjukkan peningkatan ketebalan hingga 0.25 mm. Peningkatan ketebalan ini konsisten dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penambahan hydrocolloid dapat meningkatkan ketebalan edible film karena bertambahnya komponen padatan dalam larutan pembentuk film (Rachtanapun et al., 2021).

Tabel 1. Ketebalan edible film pati sagu dengan dan tanpa CMC

Perlakuan	Ketebalan (mm)
0% CMC	0.12 ^b
15% CMC	0.25 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\leq 5\%$

Viskositas CMC yang tinggi memengaruhi densitas larutan sehingga meningkatkan jumlah material yang akan membentuk lapisan film setelah pengeringan. Selain itu, interaksi antara molekul pati dan CMC melalui ikatan hidrogen menyebabkan terbentuknya matriks polimer yang lebih padat. Ikatan hidrogen tersebut mendorong pengaturan ulang molekul selama proses pengeringan sehingga menghasilkan lapisan film yang lebih kompak. Lestari et al. (2020) melaporkan bahwa penambahan CMC pada film polisakarida dapat meningkatkan ketebalan dan kekuatan tarik film karena terbentuknya jaringan polimer yang lebih terintegrasi. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi CMC, semakin meningkat pula ketebalan dan stabilitas struktural film yang dihasilkan.

Selain faktor interaksi kimia dan peningkatan viskositas, ketebalan film juga dipengaruhi oleh kemampuan CMC membentuk lapisan yang lebih seragam selama proses pengeringan. Film dengan CMC cenderung memiliki permukaan lebih rata dan struktur lebih homogen, yang juga memberikan kontribusi terhadap peningkatan ketebalan. Secara industrial, ketebalan yang lebih tinggi dapat memberikan keunggulan dalam hal ketahanan mekanik dan fungsi proteksi, terutama ketika film digunakan sebagai pelapis buah atau sayuran yang memerlukan lapisan penghalang yang stabil untuk memperlambat respirasi dan kehilangan air.

b) Warna *Edible Film* (L^* , a^* , b^*)

Warna merupakan parameter penting dalam aplikasi edible coating karena memengaruhi penerimaan konsumen terhadap tampilan produk yang dilapisi. Warna film diukur berdasarkan tiga parameter utama dalam ruang warna CIE Lab, yaitu nilai L^* yang menunjukkan tingkat kecerahan, nilai a^* yang menunjukkan kecenderungan warna merah-hijau, dan nilai b^* yang menunjukkan kecenderungan warna kuning-biru. Pada penelitian ini, penambahan CMC secara signifikan memengaruhi ketiga parameter warna edible film. Warna edible film pati sagu dengan dan tanpa penambahan CMC dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Warna edible film pati sagu dengan dan tanpa CMC

Perlakuan	L^*	a^*	b^*
0% CMC	78.867 ^a	-0.967 ^a	0.533 ^b
15% CMC	76.067 ^b	-1.500 ^b	1.100 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan DMRT pada taraf $\leq 5\%$

Nilai L^* mengalami penurunan dari 78.867 pada film tanpa CMC menjadi 76.067 pada film dengan CMC 15%, yang menunjukkan bahwa film menjadi lebih gelap atau kurang cerah. Penurunan nilai L^* ini dapat disebabkan oleh penambahan CMC yang memiliki warna dasar sedikit kekuningan, sehingga memengaruhi kecerahan film. Selain itu, proses gelatinisasi pati dapat menyebabkan reaksi degradasi sebagian komponen pati yang menghasilkan pigmen berwarna kuning keemasan (Falguera et al., 2011). Interaksi antar molekul polimer selama proses pemanasan juga dapat memengaruhi penyerapan cahaya dan intensitas warna film.

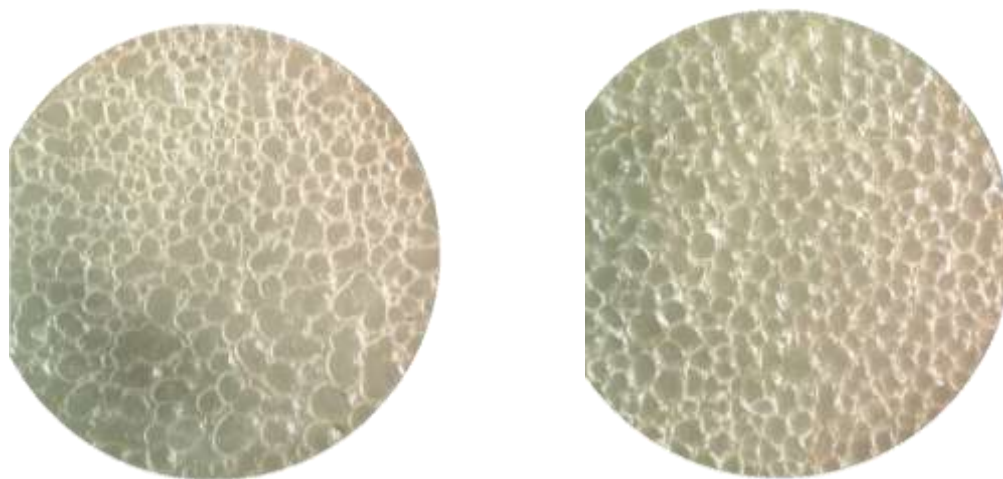
Nilai a^* lebih negatif pada film dengan penambahan CMC (-1.500) dibandingkan film tanpa CMC (-0.967), menunjukkan bahwa penambahan CMC meningkatkan kecenderungan warna kehijauan. Hal ini dapat terjadi karena perubahan sifat optik film akibat pembentukan matriks yang lebih rapat serta reaksi kimia minor selama proses pemanasan bahan polimer.

Nilai b^* meningkat secara signifikan dari 0.533 pada film tanpa CMC menjadi 1.100 pada film dengan CMC. Peningkatan nilai b^* menunjukkan bahwa film menjadi lebih kekuningan. Warna kekuningan ini sebagian berasal dari warna CMC itu sendiri dan sebagian lagi dari reaksi Maillard ringan atau degradasi pati selama proses pemanasan. Perubahan nilai b^* ini umum terjadi pada edible film berbasis polisakarida, dan nilai ini masih dalam rentang penerimaan untuk aplikasi pangan.

Secara keseluruhan, perubahan warna akibat penambahan CMC tidak berdampak negatif terhadap aplikasinya sebagai edible coating. Penambahan CMC bahkan dapat meningkatkan kesan alami pada permukaan produk yang dilapisi. Namun demikian, pada aplikasi tertentu seperti pelapisan buah berwarna cerah, perubahan kecerahan film perlu diperhatikan untuk menjaga kesesuaian estetika produk.

c) Morfologi

Morfologi permukaan film merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan kualitas mekanik dan sifat barrier film. Permukaan yang halus, homogen, dan tidak berpori menunjukkan bahwa film memiliki struktur yang kuat, stabil, dan mampu menghambat penetrasi gas atau uap air secara lebih baik. Pada penelitian ini, analisis morfologi dilakukan menggunakan mikroskop untuk mengamati struktur permukaan film. Hasil menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara film tanpa penambahan CMC dan film dengan penambahan CMC.



Gambar 2. Morfologi produk edible film dari pati sagu dengan (a) penambahan 0% CMC; (b) penambahan 15% CMC

Film pati sagu tanpa CMC menunjukkan permukaan yang tidak homogen, terdapat banyak rongga, batas granula pati yang masih terlihat, dan retakan kecil. Hal ini mengindikasikan bahwa granula pati tidak sepenuhnya terdispersi secara merata dalam larutan dan sebagian granula pati mungkin tidak mengalami gelatinisasi dengan sempurna. Permukaan yang kasar, tidak rata, serta memiliki pori besar akan mengurangi kemampuan film dalam menahan uap air dan oksigen karena molekul uap air dapat dengan mudah melewati celah pada struktur film.

Sebaliknya, film dengan penambahan 15% CMC menunjukkan morfologi permukaan yang jauh lebih homogen, halus, dan padat. CMC mengisi ruang antar granula pati dan mendorong pembentukan jaringan polimer yang lebih kompak. Interaksi hidrogen antara gugus $-OH$ dan gugus karboksimetil menyebabkan struktur permukaan menjadi lebih stabil dan tidak mudah retak. Apriliyanti et al. (2022) juga melaporkan bahwa penggunaan CMC dapat meningkatkan homogenitas film polisakarida dan menghasilkan struktur permukaan yang lebih rata serta tidak mudah pecah.

Morfologi yang lebih homogen memberikan beberapa keuntungan, antara lain peningkatan kekuatan tarik, fleksibilitas, dan kemampuan barrier terhadap gas. Film dengan struktur padat dan minim rongga cenderung lebih elastis dan tidak mudah rusak akibat tekanan mekanis. Dalam aplikasi industri, film dengan permukaan yang halus juga dapat meningkatkan estetika visual produk dan memberikan perlindungan lebih baik terhadap oksidasi serta desikasi.

d) Peran CMC dalam Peningkatan Sifat Edible Coating

CMC memiliki peran fungsional penting dalam meningkatkan sifat fisik, mekanik, dan visual edible film. Beberapa fungsi utama CMC dalam formulasi edible coating antara lain: meningkatkan viskositas larutan pembentuk film, memperkuat struktur matriks melalui pembentukan ikatan hidrogen, meningkatkan kekuatan tarik dan fleksibilitas film, mengurangi porositas, serta meningkatkan homogenitas permukaan. Penambahan CMC juga dapat mengurangi retakan pada film dan meningkatkan stabilitas film selama penyimpanan.

Pada tingkat molekuler, gugus hidroksil pada CMC dapat berinteraksi dengan molekul pati melalui ikatan hidrogen sehingga menghasilkan jaringan polimer yang lebih stabil. Ikatan ini menyebabkan film yang dihasilkan lebih kuat dan memiliki daya tahan lebih baik terhadap tekanan mekanik. Sifat hidrofilik CMC juga memungkinkan interaksi antar molekul air dan pati menjadi lebih stabil, sehingga meningkatkan kemampuannya menahan kelembaban. Namun demikian, kadar CMC yang terlalu tinggi dapat menyebabkan film menjadi terlalu hidrofilik, sehingga menurunkan sifat barrier terhadap uap air. Oleh karena itu, penentuan konsentrasi CMC yang optimal menjadi penting untuk menghasilkan film dengan sifat yang seimbang.

e) Implikasi untuk Industri Pangan

Pengembangan edible coating dari pati sagu memberikan peluang besar untuk diaplikasikan secara luas dalam industri pangan. Film berbasis pati sagu tidak hanya menawarkan biodegradabilitas, tetapi juga memiliki potensi digunakan sebagai pengemas pelindung buah, sayuran, makanan siap konsumsi, serta produk segar lainnya. Penambahan CMC dalam formulasi memberikan keuntungan tambahan berupa peningkatan elastisitas, stabilitas, serta homogenitas permukaan yang penting dalam aplikasi industri. Edible

coating berbasis pati sagu dengan CMC berpotensi memperpanjang umur simpan produk dengan mengurangi laju respirasi, mencegah kehilangan air, serta menghambat proses oksidasi.

Selain itu, penggunaan pati sagu sebagai bahan dasar edible film merupakan salah satu bentuk dukungan terhadap pengembangan industri lokal Indonesia. Sagu merupakan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia, terutama di Papua dan Maluku, sehingga pemanfaatannya dalam industri pengemasan dapat membantu meningkatkan nilai tambah produk lokal dan mengurangi ketergantungan pada bahan impor seperti pati jagung atau tapioka. Pengembangan produk berbasis sagu juga mendukung keberlanjutan lingkungan karena sagu merupakan tanaman yang tumbuh cepat, memiliki produktivitas tinggi, dan dapat tumbuh tanpa memerlukan sumber daya besar seperti air dan pupuk.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi dan analisis komprehensif, dapat disimpulkan bahwa penambahan CMC memberikan dampak positif yang signifikan terhadap karakteristik fisik dan kimia edible film berbasis pati sagu. CMC meningkatkan ketebalan film, memperbaiki homogenitas permukaan, mengurangi porositas, serta menghasilkan film dengan karakteristik visual yang lebih baik. Perubahan nilai L^* , a^* , dan b^* masih berada dalam rentang yang dapat diterima untuk aplikasi pangan, sehingga penambahan CMC tidak mengganggu fungsi estetika film. Selain itu, struktur permukaan yang lebih padat dan stabil membantu meningkatkan sifat mekanik dan kemampuan barrier film. Dengan demikian, formulasi edible coating berbasis pati sagu dan CMC merupakan solusi pengemasan berkelanjutan yang potensial untuk diaplikasikan di berbagai sektor industri pangan modern..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Perkebunan Pelalawan Indonesia atas dukungan fasilitas laboratorium yang diberikan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyanti, N., Yuliani, S., & Widyaningsih, T. (2022). Characterization of edible film based on starch–CMC blends. *Food Hydrocolloids*, 128, 107521.
- Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*, 15(3), 237–248.
- Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., & Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22(6), 292–303.
- Gabriela, L., & Santoso, A. (2018). Characterization of starch-based biodegradable films for food packaging applications. *Journal of Food Packaging*, 12(2), 55–63.
- Krochta, J. M., & De Mulder-Johnston, C. (1997). Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology*, 51(2), 61–74.
- Lestari, D., Putri, A., & Suhendra, D. (2020). Effect of CMC addition on physical properties of starch films. *Journal of Food Science and Technology*, 9(3), 112–119.
- Rohmawati, F., & Alfiansyah, M. (2019). Improvement of edible film characteristics using CMC and glycerol. *Indonesian Journal of Food Research*, 6(1), 45–52.
- Sari, N., & Mulyani, T. (2021). Development of biodegradable films from natural polysaccharides. *Food Material Journal*, 4(2), 88–97.
- Rachtanapun, P., Klunklin, W., Phimolsiripol, Y., & Leksawasdi, N. (2021). Effect of cellulose derivatives on mechanical properties and water vapor permeability of biopolymer films. *Carbohydrate Polymers*, 254, 117428.
- Rahman, N. A., Ahmad, F., & Sulaiman, S. (2019). Properties of sago starch and its potential uses. *Starch/Stärke*, 71(7–8), 1800414.