

**KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE FILM* BERBASIS
WHEY KEJU DENGAN PENAMBAHAN PATI SINGKONG
TERMODIFIKASI SEBAGAI PENGEMAS BUMBU MINYAK
MIE INSTAN**

SKRIPSI



Oleh:

DEWI RAHMAWATI MUSYAROFAH

202010220311039

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2024

**KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE FILM* BERBASIS
WHEY KEJU DENGAN PENAMBAHAN PATI SINGKONG
TERMODIFIKASI SEBAGAI PENGEMAS BUMBU MINYAK
MIE INSTAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana

Program Studi Teknologi Pangan



Oleh:

DEWI RAHMAWATI MUSYAROFAH

202010220311039

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS PERTANIAN PETERNAKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

**KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE FILM* BERBASIS
WHEY KEJU DENGAN PENAMBAHAN PATI SINGKONG
TERMODIFIKASI SEBAGAI PENGEMAS BUMBU MINYAK
MIE INSTAN**

Oleh:

DEWI RAHMAWATI MUSYAROFAH

NIM: 202010220311039

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Tanggal, 9 Oktober 2024



Hanif Alamudin Manshur, S.Gz., M.Si

NIP-UMM 180929121990

Dosen Pembimbing II

Tanggal, 9 Oktober 2024



Dr. Ir. Khusnul Khotimah, M.M., M.P., IPM.

NIP-UMM 110091020208

Malang, 9 Oktober 2024

Menyetujui:

Wakil Dekan I

Ketua Program Studi

Fakultas Pertanian-Peternakan

Teknologi Pangan



Ir. Henik Sukorini, M.P., Ph.D. IPM

NIP 10593110359



Hanif Alamudin M, S.Gz., M.Si

NIP-UMM 180929121990

HALAMAN PENGESAHAN

**KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE FILM* BERBASIS
WHEY KEJU DENGAN PENAMBAHAN PATI SINGKONG
TERMODIFIKASI SEBAGAI PENGEMAS BUMBU MINYAK
MIE INSTAN**

Oleh:

DEWI RAHMAWATI MUSYAROFAH

NIM: 202010220311039

Disusun berdasarkan surat Keputusan Dekan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang Nomor. E.2.b/23FPP-UMM/2024 dan rekomendasi Komisi Skripsi Fakultas Pertanian-Peternakan UMM pada tanggal 4 Juni 2024 dan Keputusan Ujian Sidang yang dilaksanakan pada tanggal: 04 Oktober 2024

Dewan Penguji:

Pembimbing utama

Hapif Alamudin M, S.Gz., M.Si
NIP-UMM 180929121990

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Khusnul K., MM., MP., IPM.
NIP-UMM 110091020208

Penguji Utama

Prof. Dr. Ir. Warkoyo, MP., IPM
NIP 196403031992031015

Penguji Pendamping

Rista Anggriani, S.TP., MP., M.Sc
NIP-UMM 190906041988



Prof. Dr. Ir. Aris Winaya, M.M., M.Si. IPU. ASEAN Eng. Hapif Alamudin M, S.Gz., M.Si
NIP 196405141990031002



**Ketua Program Studi
Teknologi Pangan**

NIP-UMM 180929121990

SURAT PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Dewi Rahmawati Musyarofah
NIM : 202010220311039
Program Studi : Teknologi Pangan
Fakultas : Pertanian – Peternakan
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Malang

Menyatakan dengan sebenarnya dan sesungguhnya bahwa skripsi atau karya ilmiah berjudul KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE FILM* BERBASIS *WHEY* KEJU DENGAN PENAMBAHAN PATI SINGKONG TERMODIFIKASI SEBAGAI PENGEMAS BUMBU MINYAK MIE INSTAN

1. Skripsi ini adalah milik saya sendiri yang disusun berdasarkan serangkaian penelitian yang saya lakukan dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar pada program sejenis di perguruan tinggi manapun, semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya.
2. Penulis skripsi ini tidak ada plagiasi, duplikasi ataupun replikasi terhadap hasil penelitian ini dari pihak-pihak manapun yang menyebarkan hasil penelitian ini tidak otentik, kecuali secara tertulis diacu dalam skripsi dan disebutkan rujukannya dalam daftar Pustaka.
3. Skripsi ini disusun berdasarkan persetujuan dan bimbingan dari dewa pembimbing dan telah diajukan di hadapan dewan penguji tugas akhir Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Pertanian-Peternakan Univeristas Muhammadiyah Malang. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan bertanggung jawab.

Malang, 9 Oktober 2024

Megetahui Dosen Pembimbing Utama



Hanif Alamudin Manshur, S.Gz., M.Si
NIP-UMM 180929121990

Yang Menyatakan



Dewi Rahmawati Musyarofah
NIM 202010220311039

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat-Nya rahmat, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ Karakteristik Fisik Dan Mekanik *Edible Film* Berbasis *Whey* Keju Dengan Penambahan Pati Singkong Termodifikasi Sebagai Pengemas Bumbu Minyak Mie Instan”. Penyusunan skripsi ini dapat penulis selesaikan berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka penulis menyampaikan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Aris Winaya, M.M., M.Si. IPU. ASEAN Eng selaku Dekan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang.
2. Bapak Hanif Alamudin Manshur, S.Gz., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang dan selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah sabar dalam memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
3. Ibu Dr. Ir. Khusnul Khotimah, MM., MP., IPM selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan motivasi dalam menghadapi skripsi serta memberikan saran dan masukan kepada penulis dengan sabar dalam penyusunan skripsi.
4. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknologi Pangan dan Peternakan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Kedua orang tua, Ayah Jupri dan Ibu Dewi Rukiyati (Almarhumah), serta Kak Fatma dan Adik Nia yang selalu mendukung dan mendoakan dengan tulus.
6. Seluruh teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu dari Teknologi Pangan dan juga pihak-pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang terbaik kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Selanjutnya penulis menyampaikan permohonan maaf apabila ada kekurangan dan kesalahan yang sebesar-besarnya. Atas perhatiannya disampaikan banyak terimakasih.

Malang, Oktober 2024

Dewi Rahmawati Musyarofah

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
ABSTRAK.....	1
<i>ABSTRACT</i>	1
1. Pendahuluan.....	2
2. Metode	4
3. Hasil dan Pembahasan	7
4. Kesimpulan.....	14
5. Saran	14
DAFTAR PUSTAKA.....	16
LAMPIRAN.....	20

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Formulasi <i>Edible film</i>	7
Tabel 2. Ketebalan <i>Edible film</i> dengan penambahan <i>whey</i> keju.....	7
Tabel 3. Kelarutan dalam air <i>Edible film</i> dengan penambahan <i>whey</i> keju	9
Tabel 4. Kuat tarik <i>Edible film</i> dengan penambahan <i>whey</i> keju.....	11
Tabel 5. Pemanjangan <i>Edible film</i> dengan penambahan <i>whey</i> keju	12
Tabel 6. Hasil Perlakuan Terbaik.....	15



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Laju Transmisi Uap Air <i>Edible film</i> dengan Penambahan <i>Whey</i> Keju..	10
Gambar 2. Pati Singkong	23
Gambar 3. <i>Whey</i> keju.....	24



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisa Ragam Uji Ketebalan	20
Lampiran 2. Analisa Ragam Uji Kelarutan dalam Air.....	20
Lampiran 3. Analisa Ragam Uji Laju Transmisi Uap Air	20
Lampiran 4. Analisa Ragam Uji Kuat Tarik	20
Lampiran 5. Analisa Ragam Uji Elongasi.....	20
Lampiran 6. Tabel Pengacakan Penyajian Uji Segitiga	21
Lampiran 7. Formulir Uji Segitiga (Triangle Test).....	22
Lampiran 8. Hasil Uji Segitiga (Triangle Test)	22
Lampiran 9. Tabel Critical Number of Correct Response	23
Lampiran 10. Morfologi Pati Singkong	23
Lampiran 11. Whey Keju.....	24
Lampiran 12. Standar JIS (Japanese Industrial Standard) 1975	25
Lampiran 13. Dokumentasi Penelitian.....	25
Lampiran 14. Dokumentasi Edible film.....	26



KARAKTERISTIK FISIK DAN MEKANIK *EDIBLE FILM* BERBASIS PATI SINGKONG TERMODIFIKASI DENGAN PENAMBAHAN *WHEY* KEJU SEBAGAI PENGEMAS BUMBU MINYAK MIE INSTAN

Dewi Rahmawati Musyarofah, Hanif Alamudin Manshur, Khusnul Khotimah

Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Pertanian – Peternakan,
Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia

dewirahmawm18@gmail.com

ABSTRAK

Edible film dapat digunakan sebagai kemasan bumbu minyak mie instan yang aman bagi lingkungan maupun dikonsumsi. *Whey* keju mengandung protein sebesar 0,85% yang berpotensi menjadi bahan *Edible film*. *Edible film* dari protein *whey* memiliki daya tahan yang cukup baik terhadap lemak dan minyak. *Edible film whey* keju sukar larut sehingga diperlukan bahan yang bersifat hidrofilik seperti pati singkong. *Edible film* pati singkong memiliki nilai kuat tarik yang rendah, tidak tahan terhadap suhu tinggi dan kondisi asam, sehingga diperlukan modifikasi kimia ikatan silang (*Crosslinking*) menggunakan *Sodium Tripolyphosphate* (STPP). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik *edible film* variasi konsentrasi *whey* keju dengan penambahan pati singkong termodifikasi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana dengan perbedaan konsentrasi *whey* keju yaitu 10%, 20%, 30%, 40% (b/v). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf $\alpha=5\%$. Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh nyata pada parameter ketebalan, kelarutan dalam air, kuat tarik, dan elongasi. *Edible film* perlakuan terbaik diperoleh dengan konsentrasi *whey* keju 40% dengan nilai ketebalan sebesar 0,232 mm, kelarutan dalam air 49,167%, laju transmisi uap air 0,147 g/m².24 jam, kuat tarik 0,275 MPa, dan elongasi 10,798%. Hasil uji segitiga larutan bumbu minyak menggunakan pengemas *edible film* tidak bisa dibedakan dengan larutan bumbu minyak menggunakan pengemas komersil, sehingga *edible film* dapat dijadikan solusi sebagai pengemas bumbu minyak mie instan.

Kata Kunci: *Edible film*, *whey* keju, pati singkong termodifikasi

ABSTRACT

Edible film can be used as seasoning packaging for instant noodle oil that is safe for the environment and consumption. Cheese whey contains 0.85% protein that has the potential to become an edible film material. *Edible film* from whey protein has good resistance to fat and oil. Cheese whey *edible film* is difficult to dissolve so a hydrophilic material such as cassava starch is needed. Cassava starch *edible film* has a low tensile strength value, is not resistant to high temperatures and acidic conditions, so chemical modification of crosslinking using *Sodium Tripolyphosphate* (STPP) is required. The purpose of this study was to determine the physical and mechanical properties of *edible film* variations in cheese whey concentration with the addition of modified cassava starch. This study used a simple Completely Randomized Design (CRD) with different concentrations of cheese whey,

namely 10%, 20%, 30%, 40% (b/v). The data obtained were analyzed using analysis of variance and continued with DMRT (Duncan Multiple Range Test) test with $\alpha=5\%$ level. The results showed a significant effect on the parameters of thickness, water solubility, tensile strength, and elongation. The best edible film treatment was obtained with 40% cheese whey concentration with a thickness value of 0.232 mm, water solubility of 49.167%, water vapor transmission rate of 0.147 g/m².24 hours, tensile strength of 0.275 MPa, and elongation of 10.798%. The triangular test results of the oil seasoning solution using edible film packaging cannot be distinguished from the oil seasoning solution using commercial packaging, so edible film can be used as a solution as an instant noodle oil seasoning packaging.

Keywords: Edible film, cheese whey, modified cassava starch

1. Pendahuluan

Mie instan merupakan makanan favorit di kalangan masyarakat Indonesia. Berdasarkan data *World Instant Noodles Association*, konsumsi mie instan Indonesia mencapai 14,54 miliar porsi/bungkus pada 2022 (WINA, 2024). Minyak sayur atau bumbu yang mengandung minyak sayur pada mie instan sering ditambahkan ke dalam makanan instan untuk tujuan meningkatkan kualitas organoleptik maupun rasanya (Cho *eT al.*, 2010). Dalam banyak kasus, pengemas bumbu mie instan dikemas dalam kemasan plastik sekali pakai berbahan sintetik yang tidak dapat terurai, mencemari lingkungan dan akan mengalami kontak langsung dengan mie yang ada di dalam kemasan. *Polyester* (PET) dan *polyethylene* (PE) merupakan jenis plastik yang digunakan untuk kemasan bumbu mie instan. Menurut Santhi (2016), poliester secara akut dapat menyebabkan iritasi pada mata dan saluran pernafasan serta ruam kulit akut sedangkan polietilen dicurigai sebagai karsinogen pada manusia. *Edible film* berbasis biopolimer dapat menjadi pilihan potensial dalam industri pengemasan minyak karena biokompatibilitasnya, tidak beracun, mudah terurai secara hayati, ketersediaannya melimpah, dan praktis (Dong *eT al.*, 2023)

Protein dan polisakarida merupakan bahan baku utama untuk membuat *edible film* berbasis komposit. *Whey* merupakan cairan berwarna kuning yang diperoleh dari penyaringan dan pengepresan *curd* keju. Produksi keju mozzarella menghasilkan limbah *whey* sekitar 85% sampai 90% dari volume susu dan didalamnya masih terkandung 55% nutrisi sumber karbon berupa laktosa dan sumber nitrogen berupa protein (Kundarini dkk., 2022). *Whey* keju mengandung protein sebesar 0,85% yang berpotensi menjadi bahan *Edible film* (Hendrasty dkk.,

2022). *Edible film* dari protein *whey* memiliki sifat yang baik sebagai pengemas yakni berbentuk transparan, tidak berbau, mengandung gizi yang baik, mampu menahan aroma dari produk pangan yang dilapisinya, serta memiliki permeabilitas uap air yang lebih rendah dibanding polisakarida (Maruddin dkk., 2018). Selain itu, *edible film whey* keju berfungsi cukup baik sebagai proteksi terhadap rembesan gas dan flavor, memiliki daya tahan yang cukup baik terhadap lemak dan minyak, sehingga dapat digunakan sebagai pengemas bumbu minyak pada mie instan (Manab dkk., 2017).

Penelitian mengenai *edible film* berbasis protein *whey* dengan penambahan gliserol telah dilakukan oleh Awwaly dkk (2010). Penelitian tersebut membahas mengenai karakteristik *edible film whey* protein dengan penambahan gliserol. Hasil penelitian tersebut menunjukkan hasil transmisi uap air yang menurun seiring dengan penambahan *whey* keju yaitu 0,0149 – 0,0102 g.mm/m².h.kPa. Selain itu, nilai kelarutan *edible film* juga menurun seiring dengan penambahan konsentrasi *whey* keju yaitu 28,232 - 38,236%. Hal ini dikarenakan protein mengandung ikatan disulfida yang apabila terkena panas, menyebabkan ikatan disulfida terekspos keluar dan bersifat hidrofobik. Hasil yang rendah ini menyebabkan *edible film* sukar larut sehingga mempengaruhi kenampakan larutan bumbu mie instan pada saat diseduh. Oleh karena itu, diperlukan bahan yang bersifat hidrofilik sehingga dapat meningkatkan kelarutan dalam air pada *edible film*.

Pati singkong merupakan salah satu jenis polisakarida yang tersedia melimpah di alam, mudah terurai (*biodegradable*), mudah diperoleh, murah, sifatnya yang baik sebagai penyusun film, serta hidrofilik (Supeni dkk., 2015). Kandungan pati yang terdapat pada singkong lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan pati pada beberapa jenis umbi-umbian lain (Dewi dkk., 2023). Kandungan pati singkong >70% (Manab dkk., 2017), kentang 22 – 28% (Radhiyatullah dkk., 2015), pati jagung 70% (Suarni dkk., 2013), pati ubi jalar 30% (Triono, 2008). Pati singkong mengandung kadar amilosa sebesar 17-20% dan mengandung kadar amilopektin sebesar 70-75% (Putri dan Zubaidah, 2017). Menurut Guilbert dan Biquet (1990) dalam Amrillah dkk (2019), kestabilan *edible film* dipengaruhi oleh amilopektin, sedangkan amilosa berpengaruh terhadap kekompakannya. Pada penelitian Yulianti dan Ginting (2012), *edible film* berbasis

pati singkong dengan penambahan gliserol memiliki nilai kuat tarik yang rendah yaitu 0,09 Mpa. Selain itu, pati singkong tidak tahan terhadap suhu tinggi dan kondisi asam, sehingga diperlukan modifikasi (Supeni dkk., 2015). Ikatan silang (*Crosslinking*) menggunakan *Sodium Tripolyphosphate (STPP)* digunakan sebagai metode yang dapat menghasilkan struktur pati yang kokoh, kompak, lebih tahan terhadap kondisi asam dan pemanasan (Putri & Zubaidah, 2017).

Penelitian mengenai edible film berbasis pati singkong dengan penambahan whey keju dan gliserol dengan konsentrasi yang berbeda telah dilakukan oleh Masahid dkk (2023). Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tarik yang rendah yaitu 0,003 – 0,006 Mpa. Rendahnya nilai kuat tarik disebabkan oleh tidak adanya modifikasi pati serta penggunaan konsentrasi pati singkong (15 g) dan gliserol (5, 10, 15 ml) yang tinggi. Penelitian mengenai *edible film* sebagai pengemas minyak telah dilakukan juga oleh Cho *et al* (2010). Penelitian tersebut membahas mengenai karakteristik *edible film* dari isolat protein sebagai penghalang oksigen untuk kemasan minyak zaitun dengan konsentrasi isolat protein 5%, gliserol 1,25% dan sorbitol 1,25%. Hasil penelitian menunjukkan hasil transmisi uap air pada *edible film* protein isolat yaitu $0,94 \times 10^{-12}$ kg m/m²s Pa. Rendahnya nilai transmisi uap air *edible film* berbasis protein disebabkan oleh sifat penghalang terhadap rembesan oksigen dalam kondisi RH kering yang baik.

Penelitian ini membuat *edible film* whey keju dengan penambahan pati singkong termodifikasi sebagai pengemas bumbu minyak mie instan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik *edible film* pati singkong dengan penambahan *whey* keju terbaik sebagai pengemas bumbu minyak mie instan

2. Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan dimulai pada bulan Juni hingga Oktober 2024. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Muhammadiyah Malang.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, gelas beaker, spatula, batang pengaduk, pipet tetes, pipet ukur, *filler*, termometer, pH meter, gelas ukur, *hotplate*, *magnetic stirrer*, oven, mortal-martil, cetakan silikon

(14 x 14 cm), *food dehydrator*, sentrifugasi. Alat yang dibutuhkan pada proses pengujian yaitu *texture analyzer*, mikrometer sekrup, kurs porselin, dan desikator.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, pati singkong termodifikasi, *whey* keju, gliserol, dan CMC (*Carboxymethyl Cellulose*). Pada pembuatan pati singkong termodifikasi diperlukan bahan NaOH 1N, HCl 1N, *Sodium Tripolyphosphate* (STPP). Pada pengujian diperlukan bahan *silica gel*, aluminium foil, dan plastisin.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain studi eksperimental berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) sederhana. Faktor penelitian adalah presentase penambahan *whey* keju dalam formula larutan *edible film* (% v/v, dari total larutan). Dari total tersebut ditetapkan 4 kelompok perlakuan yaitu:

1. W1: Penambahan *whey* keju 10%
2. W2: Penambahan *whey* keju 20%
3. W3: Penambahan *whey* keju 30%
4. W4: Penambahan *whey* keju 40%

Setiap kelompok perlakuan terdiri atas tiga unit percobaan

Data yang diperoleh dari pengujian karakteristik fisik dan mekanik dianalisis menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA), serta dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikan $\alpha = 5\%$. Pemilihan perlakuan terbaik menggunakan indeks efektivitas dan produktifitas De Garmo dkk., (1984) yang dilakukan dengan mengurutkan variabel terhadap hasil, kemudian bobot nilai (BV) ditentukan dengan membagi BV dengan jumlah semua bobot variabel. Variabel dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yaitu variabel yang semakin besar reratanya semakin baik dan variabel yang semakin besar reratanya semakin buruk, selanjutnya perhitungan nilai efektivitas (NE) ditentukan dengan rumus:

$$NE = \frac{\text{Nilai perlakuan} - \text{nilai terendah}}{\text{Nilai tertinggi} - \text{nilai terendah}}$$

$$\text{Nilai produk (NP)} = NE \times \text{Bobot normal}$$

Prosedur

Proses Modifikasi Pati Secara *Cross-linking* (Yuliasih dkk., 2020)

Pembuatan pati modifikasi ikatan silang dengan natrium tripolifosfat menggunakan metode seperti yang tercantum dalam penelitian Yuliasih dkk., (2020). Pati singkong ditimbang 30 g kemudian dimasukkan dalam gelas beaker 100 ml, ditambahkan aquades 45 ml dan STPP 2%. Kemudian larutan pati diaduk hingga merata. Setelah itu larutan pati dilakukan alkalisasi dengan menambahkan NaOH 1N sampai pH menjadi 10 secara perlahan – lahan. Selanjutnya larutan pati dipanaskan pada suhu 45°C selama 60 menit. Setelah itu larutan pati dilakukan netralisasi menggunakan larutan HCl 1N sampai pH 6,5. Lalu larutan pati dilakukan pencucian menggunakan aquades. Setelah itu larutan pati dikeringkan pada suhu 45°C selama 24 jam dan dilakukan penggilingan hingga halus.

Pembuatan *Edible film* (Masahid dkk., 2023)

Teknik pembuatan plastik *biodegradable* mengacu pada metode (Muhaimin dkk., 2019) dengan modifikasi. Pembuatan *edible film* dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu sentrifugasi *whey* keju. *Whey* keju disentrifugasi dengan kecepatan 3500 rpm selama 30 menit dan diperoleh supernatan yang akan digunakan sebagai bahan *edible film* (Manab dkk., 2017). Tahap selanjutnya yaitu pembuatan larutan CMC dan larutan pati sebagai bahan *edible film*. Pembuatan *edible film* dilakukan dengan mencampurkan CMC 0,75 g, gliserol 1,5 ml dengan 80 ml aquades. Campuran diaduk dan dipanaskan hingga suhu 100 °C sekitar 10 menit. Setelah itu, ditambahkan pati singkong termodifikasi 3 g, aquades 20 ml dan *whey* keju (10%, 20%, 30%, 40%) sesuai formulasi yang ditetapkan. Kemudian, campuran diaduk dan dipanaskan kembali dengan suhu 90°C selama 20 menit. Setelah proses pemanasan, larutan *Edible film* didinginkan, kemudian dicetak dalam cetakan silikon (14 x 14 cm) sebanyak 40 ml dan pengeringan menggunakan *food dehydrator* pada suhu 50°C selama 24 jam. Film didinginkan pada suhu ruang selama 10 menit, lalu dilepas dari cetakan dengan hati-hati.

Tabel 1. Formulasi *Edible film*

Bahan	Formulasi			
	F1	F2	F3	F4
Pati singkong termodifikasi (g)	3	3	3	3
Whey keju (ml)	10	20	30	40
Gliserol (ml)	1,5	1,5	1,5	1,5
CMC (g)	0,75	0,75	0,75	0,75
Aquades (ml)	100	100	100	100

Pembuatan Kemasan Bumbu (Yuliasih dkk., 2020)

Pembuatan kemasan bumbu menggunakan *edible film* dilakukan pemotongan *edible film* dengan ukuran 6 x 3,5 cm. Lembaran yang telah dipotong sesuai ukuran tersebut, dibentuk menjadi kantung dengan menutup bagian sisi terbuka dengan *sealer* hingga rapat dan menyisakan satu sisi tanpa segel. Selanjutnya bumbu minyak dimasukkan ke dalam kantung film, kemudian *seal* rapat bagian sisi yang terbuka.

Analisis Karakteristik Fisik dan Mekanik *Edible film* Whey Keju dengan Penambahan Pati Singkong Termodifikasi

Uji karakteristik fisik dan mekanik *edible film* yang dilakukan yaitu ketebalan (Santoso, 2018), kelarutan dalam air (Ningrum dkk., 2021), transmisi uap air (Rohman, 2018), kuat tarik (Yuliasih dkk., 2020), elongasi (Yuliasih dkk., 2020), dan organoleptic (Yahya dkk., 2015).

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Karakteristik Fisik dan Mekanik *Edible film*

Ketebalan

Ketebalan *Edible film* merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas *Edible film* untuk mengemas produk makanan, karena ketebalan sangat berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film*, seperti kuat tarik, elongasi, kelarutan dalam air, dan laju transmisi uap air (Kundarini dkk., 2022). Analisis ragam (Lampiran 1) menunjukkan bahwa *edible film* whey keju dengan konsentrasi yang berbeda dengan penambahan pati singkong termodifikasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap parameter ketebalan. Hasil ketebalan *edible film* pati singkong termodifikasi dengan whey keju dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Ketebalan *edible film* dengan penambahan *whey* keju

Perlakuan	Ketebalan (mm)
W1 (<i>Whey</i> keju 10% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	0,138 ^a
W2 (<i>Whey</i> keju 20% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	0,149 ^a
W3 (<i>Whey</i> keju 30% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	0,196 ^b
W4 (<i>Whey</i> keju 40% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	0,232 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf abjad yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata dan angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT $\alpha = 5\%$.

Tabel 2 menunjukkan rata-rata ketebalan pada sampel berkisar antara 0,138 – 0,232 mm. Perlakuan dengan penambahan 40% *whey* keju (W4) menunjukkan ketebalan tertinggi yaitu 0,232 mm, sedangkan ketebalan terendah terdapat pada penambahan *whey* keju 10% (W1) yaitu 0,138 mm. Semakin tinggi konsentrasi *whey* keju maka semakin tinggi ketebalan *edible film*. Beberapa hal yang dapat memengaruhi ketebalan *edible film* antara lain komposisi dan sifat komponen penyusunnya. Menurut Supeni dkk., (2015) peningkatan konsentrasi bahan penyusun polimer matriks film menyebabkan peningkatan total padatan terlarut dalam larutan film sehingga film menjadi semakin tebal.

Pada penelitian (Kundarini dkk., 2022), *edible film* berbahan *whey* keju dengan penambahan karagenan dan gliserol memiliki ketebalan sebesar 0,215 – 0,333 mm. Ketebalan cenderung meningkat seiring dengan penambahan bahan penyusunnya. Hal lain yang mempengaruhi ketebalan *edible film* yaitu banyaknya larutan yang dituangkan dalam cetakan. *Edible film* yang terbentuk akan lebih tebal apabila volume larutan yang dituang ke dalam cetakan yang sama lebih banyak. *Edible film* bermutu baik memiliki ketebalan berdasarkan ketentuan *Japanese Industrial Standard* (1975) kurang dari 0,25 mm. Hal ini menunjukkan nilai ketebalan kemasan *Edible film* bumbu mie instan dengan penambahan *whey* keju <0,25 mm sehingga telah memenuhi standar.

Kelarutan Dalam Air (KDA)

Uji kelarutan dalam air bertujuan untuk mengetahui kemampuan film untuk larut dalam air dan untuk menahan air (Rusli dkk., 2017). Analisis ragam (Lampiran 2) menunjukkan bahwa *edible film whey* keju dengan konsentrasi yang berbeda dengan penambahan pati singkong termodifikasi memberikan pengaruh yang sangat

nyata terhadap parameter kelarutan dalam air. Hasil kelarutan dalam air *edible film* pati singkong termodifikasi dengan *whey* keju dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kelarutan dalam air *edible film* dengan penambahan *whey* keju

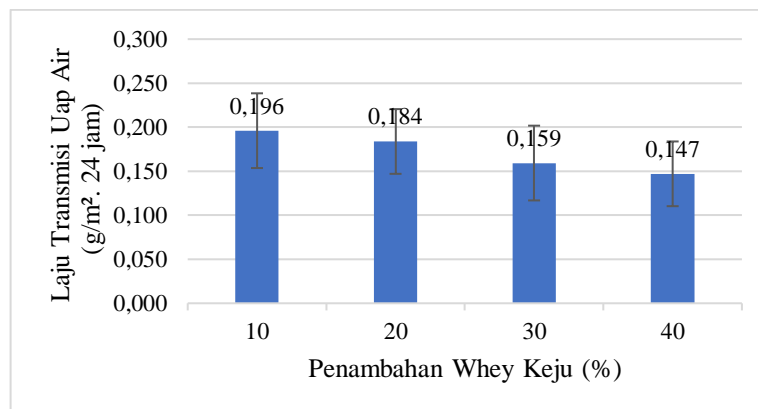
Perlakuan	KDA (%)
W1 (<i>Whey</i> keju 10% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	87,152 ^d
W2 (<i>Whey</i> keju 20% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	75,548 ^c
W3 (<i>Whey</i> keju 30% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	63,859 ^b
W4 (<i>Whey</i> keju 40% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	49,167 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf abjad yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata dan angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT $\alpha = 5\%$.

Tabel 3 menunjukkan rata-rata kelarutan dalam air pada sampel berkisar antara 49,167 – 87,152%. Perlakuan dengan penambahan 10% *whey* keju (W1) menunjukkan kelarutan dalam air tertinggi yaitu 87,152%, sedangkan kelarutan dalam air terendah terdapat pada penambahan *whey* keju 40% (W4) yaitu 49,167%. Semakin tinggi konsentrasi *whey* keju maka semakin rendah kelarutan dalam air pada *edible film* sehingga memiliki ketahanan air yang semakin baik. Hal ini sejalan dengan penelitian Masahid dkk (2023), *edible film* berbasis pati singkong (15 g) dan *whey* keju dengan kelarutan dalam air 78,754 – 695,244%. Hal ini dikarenakan protein mengandung ikatan disulfida, ionik, dan hidrogen yang apabila terkena panas, menyebabkan ikatan disulfida terekspos keluar dan bersifat hidrofobik. Semakin banyak penambahan *whey* keju maka semakin banyak ikatan disulfida intermolekuler yang terekspos keluar sehingga menghasilkan film yang tidak mudah larut dalam air.

Laju Transmisi Uap Air (LTUA)

Laju Transmisi Uap Air (LTUA) merupakan metode untuk mengukur banyaknya jumlah uap air yang dapat melewati lapisan film (Oko dkk., 2023). Analisis ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa *edible film* *whey* keju dengan konsentrasi yang berbeda dengan penambahan pati singkong termodifikasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap parameter laju transmisi uap air, tetapi cenderung turun. Hasil laju transmisi uap air *edible film* pati singkong termodifikasi dengan *whey* keju dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Laju Transmisi Uap Air *Edible film* dengan Penambahan *Whey* Keju

Gambar 1 menunjukkan rata-rata laju transmisi uap air pada sampel berkisar antara 0,147 – 0,196 g/m².24 jam. Perlakuan dengan penambahan 10% *whey* keju (W1) menunjukkan laju transmisi uap air tertinggi yaitu 0,196 g/m².24 jam, sedangkan laju transmisi uap air terendah terdapat pada penambahan *whey* keju 40% (W4) yaitu 0,147 g/m².24 jam. Semakin besar penambahan *whey* keju, maka semakin berkurang laju transmisi uap air *edible film*. Menurut Lazuardi dan Cahyaningrum (2013), laju transmisi uap air berkaitan dengan kemampuan daya serap air yang rendah dengan seiring bertambahnya konsentrasi *whey* keju.

Hal ini sesuai dengan penelitian Awwaly dkk (2010), yang menunjukkan bahwa laju transmisi uap air menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi *whey* keju. Hal ini dikarenakan protein *whey* mengandung rantai disulfida intermolekuler (kovalen disulfida), ionik, dan ikatan hidrogen yang apabila rantai-rantai ini terekspos akan menyebabkan protein lebih bersifat hidrofobik sehingga menyebabkan nilai LTUA menjadi menurun.

Selain itu, laju transmisi uap air dipengaruhi oleh ketebalan film (Rusli dkk., 2017). Ketebalan ini akan memperlambat terjadinya laju transmisi uap air pada film. Semakin tebal *edible film* maka kemampuan menahan uap air lebih kuat karena strukturnya lebih rapat (Kafiya, 2022). Rendahnya nilai LTUA ini berguna untuk menghindari produk terkemas dari kerusakan yang diakibatkan oleh lingkungan luar. Laju transmisi uap air *edible film* menurut *Japan Industrial Standard* (1975), maksimal 7 g/m².24 jam. Hal ini menunjukkan nilai LTUA kemasan *edible film* bumbu mie instan dengan penambahan *whey* keju <7 g/m².24 jam sehingga hasil tersebut memenuhi standar.

Kuat Tarik

Uji kuat tarik merupakan gaya tarik maksimum yang dapat dicapai film untuk dapat tetap bertahan sebelum film mengalami putus atau robek (Putri dkk., 2019). Analisis ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa *edible film whey* keju dengan konsentrasi yang berbeda dengan penambahan pati singkong termodifikasi memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap parameter kuat tarik. Hasil kuat tarik *edible film* pati singkong termodifikasi dengan *whey* keju dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kuat tarik *edible film* dengan penambahan *whey* keju

Perlakuan	Kuat Tarik (MPa)
W1 (<i>Whey</i> keju 10% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	0,229 ^a
W2 (<i>Whey</i> keju 20% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	0,240 ^a
W3 (<i>Whey</i> keju 30% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	0,267 ^b
W4 (<i>Whey</i> keju 40% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	0,275 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf abjad yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata dan angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT $\alpha = 5\%$.

Tabel 4 menunjukkan rata-rata nilai kuat tarik pada sampel berkisar antara 0,275 – 0,229 MPa. Perlakuan dengan penambahan 40% *whey* keju (W4) menunjukkan kuat tarik tertinggi yaitu 0,275 MPa, sedangkan kuat tarik terendah terdapat pada penambahan *whey* keju 10% (W1) yaitu 0,229 MPa. Semakin tinggi konsentrasi *whey* keju maka semakin tinggi nilai kuat tarik pada *edible film*. Pada saat pemanasan, protein akan didenaturasi melalui pemanasan, penambahan pelarut yang memungkinkan perluasan struktur yang lebih besar. Perluasan struktur protein yang lebih besar memungkinkan interaksi yang lebih besar dan hubungan yang lebih besar antar rantai protein melalui interaksi disulfida sehingga menghasilkan matriks yang kuat dan rapat antar penyusun molekul penyusunnya (Pires eT al., 2024). Semakin besar konsentrasi protein yang ditambahkan, maka akan semakin kuat.

Penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian Masahid dkk (2023), yang menyatakan bahwa kuat tarik yang menurun seiring dengan penambahan *whey* keju dan gliserol dengan rata-rata 0,00327 – 0,00646 MPa. Hal ini diduga karena penggunaan konsentrasi pati (15 g) dan gliserol (5, 10, 15ml) yang tinggi sehingga ikatan yang terbentuk antara pati dan gliserol dengan *whey* keju semakin banyak

sehingga ikatan antar polimer protein lebih sedikit dan kuat tarik yang dihasilkan semakin kecil. Menurut Yuliasih (2020), ketebalan juga sangat berpengaruh terhadap kuat tarik film. Selain itu, adanya modifikasi ikatan silang menyebabkan pati singkong menghasilkan struktur pati hasil modifikasi yang kokoh dan kompak sehingga nilai kuat tarik yang semakin besar.

Nilai kuat tarik yang semakin besar menunjukkan film yang dihasilkan akan semakin kuat karena dibutuhkan gaya yang besar untuk menarik film dan ketahanan terhadap bentuk kerusakan akibat tekanan semakin besar. Berdasarkan *Japan Industrial Standard* (1975), kuat tarik untuk *edible film* yaitu minimal 0,39 MPa. Nilai kuat tarik *edible film* berbasis pati singkong termodifikasi dengan penambahan *whey* keju masih belum memenuhi standar.

Elongasi (Pemanjangan)

Elongasi merupakan persentase pertambahan panjang film pada saat ditarik sampai sobek atau putus (Unsa & Paramastri, 2018). Nilai elongasi menunjukkan fleksibilitas *edible film*. Analisis ragam (Lampiran 5) menunjukkan bahwa *edible film whey* keju dengan konsentrasi yang berbeda dengan penambahan pati singkong termodifikasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter elongasi. Hasil elongasi *edible film* pati singkong termodifikasi dengan *whey* keju dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pemanjangan *edible film* dengan penambahan *whey* keju

Perlakuan	Elongasi (%)
W1 (<i>Whey</i> keju 10% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	5,634 ^a
W2 (<i>Whey</i> keju 20% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	6,572 ^a
W3 (<i>Whey</i> keju 30% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	8,920 ^b
W4 (<i>Whey</i> keju 40% + Pati singkong termodifikasi 3 gram)	10,798 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf abjad yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata dan angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT $\alpha = 5\%$.

Tabel 5 menunjukkan rata-rata nilai pemanjangan pada sampel berkisar antara 5,634 – 10,798%. Perlakuan dengan penambahan 40% *whey* keju (W4) menunjukkan pemanjangan tertinggi yaitu 10,798%, sedangkan nilai pemanjangan terendah terdapat pada penambahan *whey* keju 10% (W1) yaitu 5,634%. Semakin tinggi konsentrasi *whey* keju maka semakin tinggi nilai elongasi pada *edible film*.

Semakin besar nilai elongasi, maka fleksibilitas *edible film* semakin baik dan tidak mudah sobek.

Penelitian Masahid dkk (2023) menunjukkan nilai elongasi yang semakin tinggi seiring bertambahnya konsentrasi *whey* keju dan gliserol dengan rata-rata 76,36 – 140,64%. Semakin meningkat konsentrasi *whey* keju maka semakin banyak kandungan protein sehingga semakin banyak pula ikatan yang terbentuk antara molekul gliserol dengan protein. Nilai elongasi berkaitan dengan nilai kuat tarik. Apabila nilai kuat tarik kecil, maka nilai elongasinya besar (Aripin dkk., 2017). Namun dalam penelitian ini nilai elongasi juga dipengaruhi oleh ketebalan *Edible film*. Hal ini sejalan dengan penelitian Kunderini dkk (2022) yang mengatakan bahwa kuat tarik berbanding lurus dengan nilai elongasi. Semakin tebal *edible film*, maka nilai elongasinya juga semakin besar.

Berdasarkan *Japan Industrial Standard* (1975) menetapkan bahwa persen elongasi dikategorikan jelek apabila kurang dari 10% dan dikategorikan sangat baik apabila lebih dari 50%. Pada penelitian ini hanya perlakuan *whey* keju 40% (W4) yang memenuhi standar yaitu 10,798% dan perlakuan yang lain masih belum mencapai standar.

Perlakuan Terbaik

Berdasarkan hasil analisis secara fisik dan mekanik pada *edible film whey* keju dengan penambahan pati singkong termodifikasi menggunakan metode De Garmo dkk., (1984), diperoleh hasil perlakuan terbaik pada perlakuan W4 (Pati singkong termodifikasi 3% dengan penambahan *whey* keju 40%). Hasil perlakuan terbaik *edible film whey* keju dengan penambahan pati singkong termodifikasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Perlakuan Terbaik

Perlakuan	Nilai Produktivitas	Ranking
W1 (<i>Whey</i> keju 10%)	0,266	3
W2 (<i>Whey</i> keju 20%)	0,218	4
W3 (<i>Whey</i> keju 30%)	0,580	2
W4 (<i>Whey</i> keju 40%)	0,733	1

Edible film pada perlakuan W4 memiliki hasil ketebalan sebesar 0,232 mm, kelarutan dalam air 49,167%, laju transmisi uap air 0,147 g/m².24 jam, kuat tarik

0,275 MPa, dan elongasi 10,798%. Hasil perlakuan terbaik dilanjut untuk pengujian sensori menggunakan uji segitiga (*Triangle test*).

Uji Segitiga (*Triangle Test*)

Uji segitiga dilakukan untuk membedakan larutan bumbu minyak pengemas komersil dengan larutan bumbu minyak pengemas *edible film*. Hasil uji segitiga pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 8 panelis yang menjawab dengan benar dari 24 panelis. Jika dilihat dari Tabel *Critical Number of Correct Response* (Lampiran 9) pada pertemuan kolom taraf nyata 0,40 dan baris jumlah panelis 24 orang, diperoleh jumlah minimal panelis yang menjawab benar adalah 10 orang. Jadi 10 orang adalah minimum banyaknya panelis yang harus menjawab dengan benar agar diperoleh hasil kedua produk berbeda nyata. Sehingga secara statistik dapat dikatakan panelis tidak dapat membedakan antara larutan bumbu minyak pengemas komersil dengan larutan bumbu minyak pengemas *edible film*.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi *whey* keju berpengaruh nyata terhadap ketebalan, kelarutan dalam air, kuat tarik, dan elongasi. Semakin tinggi konsentrasi *whey* keju maka ketebalan, kuat tarik, dan elongasi akan semakin meningkat, sedangkan kelarutan dalam air dan transmisi uap air akan menurun. *Edible film* perlakuan terbaik diperoleh dengan konsentrasi *whey* keju 40% dengan nilai ketebalan sebesar 0,232 mm, kelarutan dalam air 49,167%, laju transmisi uap air 0,147 g/m².24 jam, kuat tarik 0,275 MPa, dan elongasi 10,798%. Larutan bumbu minyak menggunakan pengemas *edible film* tidak bisa dibedakan dengan larutan bumbu minyak menggunakan pengemas komersil, sehingga *edible film* dapat dijadikan solusi sebagai pengemas bumbu minyak mie instan.

5. Saran

Aplikasi *edible film* sebagai pengemas bumbu minyak mie instan dapat dikembangkan dengan menurunkan tingkat ketebalan dengan cara mengurangi konsentrasi bahan penyusun komponen hidrofilik dan menambahkan komponen hidrofobik sehingga dapat meningkatkan kelarutan film dan tetap menurunkan nilai transmisi uap air. Diperlukan uji untuk perlakuan kontrol (W0) untuk mengetahui karakteristik *edible film* tanpa penambahan *whey* keju serta dilakukan uji segitiga pada perlakuan *whey* 10% (W1) untuk mengetahui kelarutan *edible film* pada saat

diseduh menggunakan air panas. Selain itu, dilakukan pengujian Transmisi O₂ dan pengujian umur simpan terhadap pembungkus bumbu minyak mie instan.



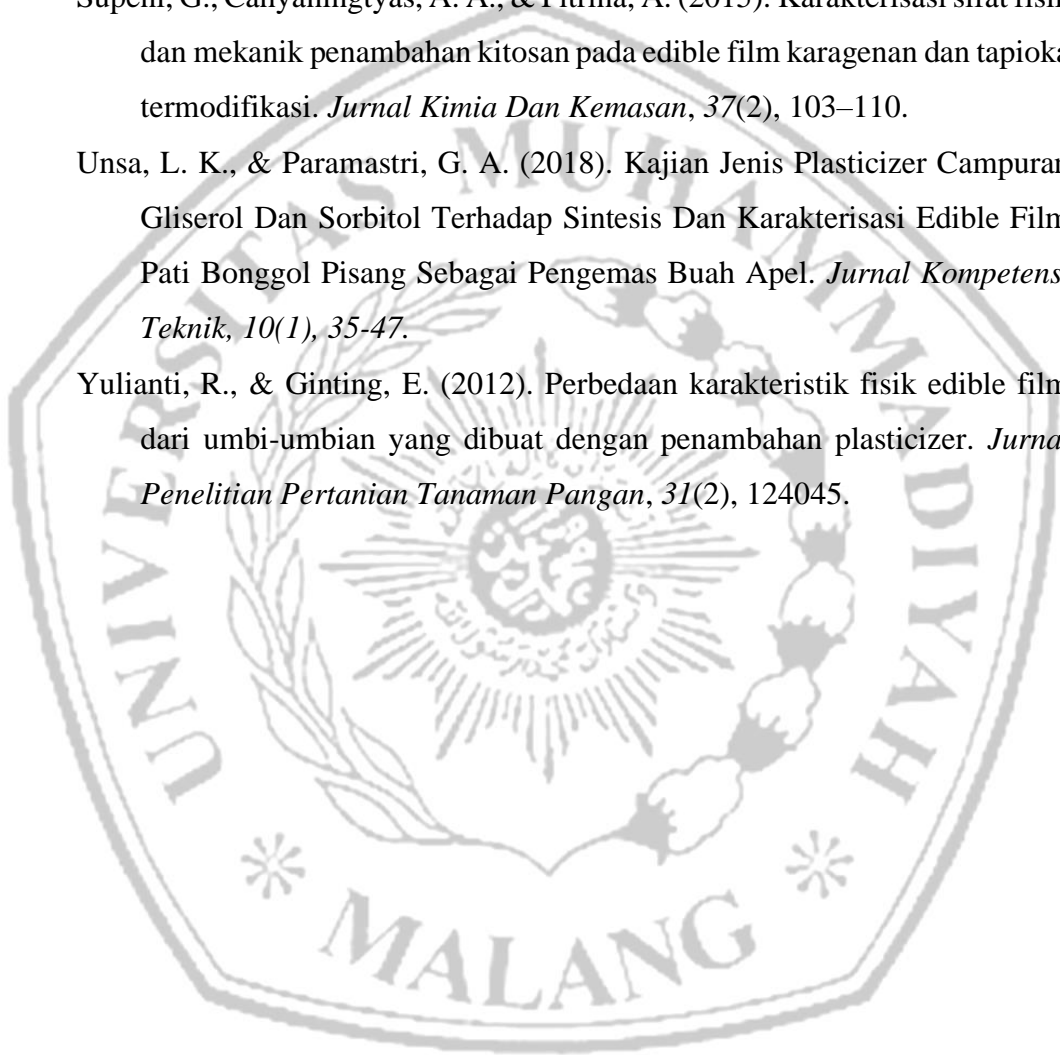
DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A. K., & Febriani, A. K. (2019). Uji Kompresibilitas Granul Pati Singkong Dengan Metode Granulasi Basah. *Jurnal Ilmiah JOPHUS: Journal Of Pharmacy UMUS*, 1(01), 7–11. <https://doi.org/10.46772/jophus.v1i01.46>
- Amrillah, L. A., Warkoyo, W., & Putri, D. N. (2019). Karakteristik Fisik, Mekanik Dan Zona Hambat Edible Film Dari Pati singkong Karet (Manihot glaziovii) Dengan Penambahan Gliserol Dan Ekstrak Jahe Merah (Zingiber officinale Var Rubrum) Sebagai Penghambat Bakteri Salmonella. *Food Technology and Halal Science Journal*, 2(1), 40–54.
- Aripin, S., Saing, B., & Kustiyah, E. (2017). Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar dengan Plasticizer Gliserol dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 06(2), 79-84.
- Awwaly, K. U. A., Manab, A., & Wahyuni, E. (2010). Pembuatan Edible Film Protein Whey: Kajian Rasio Protein Dan Gliserol Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia. *Production of Whey Protein Edible Film: The Study of Protein and Glycerol Ratio on Physical and Chemical Properties. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Peternakan*, 05(1), 45-56
- Cho, S. Y., Lee, S. Y., & Rhee, C. (2010). *Edible oxygen barrier bilayer film pouches from corn zein and soy protein isolate for olive oil packaging. LWT-Food Science and Technology*, 43(8), 1234–1239.
- Dewi, S. R., Widyasanti, A., & Putri, S. H. (2023). Pengaruh Konsentrasi Pati Singkong Terhadap Karakteristik Edible Film Berbahan Pati Singkong dengan Penambahan Ekstrak Daun Belimbing Wuluh. *Journal of Tropical Agricultural Engineering and Biosystems-Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 11(2), 158–167.
- Dong, Y., Rao, Z., Liu, Y., Zheng, X., Tang, K., & Liu, J. (2023). *Soluble soybean polysaccharide/gelatin active edible films incorporated with curcumin for oil packaging. Food Packaging and Shelf Life*, 35, 101039. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2023.101039>

- Flórez, M., Cazón, P., & Vázquez, M. (2022). *Active packaging film of chitosan and Santalum album essential oil: Characterization and application as butter sachet to retard lipid oxidation. Food Packaging and Shelf Life, 34*, 100938.
- Hendrasty, H. K., Rahayu, W. T., & Marsudi, F. (2022). Efektivitas Edible Film Dari Whey Keju “Mozarella” Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Keju “Halloumi” Dan Keju “Mozarella” Yang Disimpan Pada Suhu Ruang. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan, 3*(2), 229–237.
- Kafiya, M. (2022). Karakteristik Fisik Edible Film Whey Keju Dengan Penambahan Minyak Atsiri Sereh Dapur (*Cymbopogon Citratus*). *Agroindustrial Technology Journal, 6*(2), 126–133. <https://doi.org/10.21111/atj.v6i2.8694>
- Kundarini, T., Astuti, R. D., & Setyaningsih, S. (2022). Pemanfaatan Limbah Whey Keju Mozzarella Menjadi Edible Film Dengan Penambahan Karagenan dan Gliserol. *Utilization of Waste Whey Mozzarella Cheese Become an Edible Film With Additions Carrageenan and Glycerol. Jurnal Agroindustri, 49*(2), 25-32.
- Manab, A., Sawitri, M. E., & Al Awwaly, K. U. (2017). Edible Film Protein Whey: Penambahan Lisozim Telur dan Aplikasi di Keju. *Universitas Brawijaya Press*.
- Maruddin, F., Ratmawati, R., Fahrullah, F., & Taufik, M. (2018). Karakteristik Edible Film Berbahan Whey Dengan Penambahan Karagenan (*Characteristics Of Edible Film Based Whey With Carrageenan Addition*). *Jurnal Veteriner, 19*(2), 291. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2018.19.2.291>
- Masahid, A. D., Aprillia, N. A., Witono, Y., & Azkiyah, L. (2023). Karakteristik Fisik Dan Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Pati Singkong Dengan Penambahan Whey Keju Dan Plastisiser Gliserol. *Jurnal Teknologi Pertanian, 24*(1), 23–34.
- Muhaimin, M., Lindriati, T., & Rusdianto, A. S. (2019). Studi Biodegradasi Film Bioplastik Tembakau Menggunakan Bakteri EM4. *UNEJ E-Proceeding*.

- Muin, R., Anggraini, D., & Malau, F. (2017). Karakteristik Fisik dan Antimikroba Edible Film Dari Tepung Tapioka dengan Penambahan Gliserol dan Kunyit Putih. In *Jurnal Teknik Kimia*, 23(3), 191-198.
- Muslimah, S. M., Warkoyo, W., & Winarsih, S. (2021). Studi Pembuatan Edible Film Gel Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) dengan Penambahan Pati Singkong. *Food Technology and Halal Science Journal*, 4(1), 94–108. <https://doi.org/10.22219/fths.v4i1.15826>
- Ningrum, R. S., Sondari, D., Purnomo, D., Amanda, P., Burhani, D., & Rodhibilah, F. I. (2021). Karakterisasi Edible Film Dari Pati Sagu Alami dan Termodifikasi. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 43(2), 95. <https://doi.org/10.24817/jkk.v43i2.6963>
- Oko, S., Kurniawan, A., & Alam, G. R. P. (2023). Pengaruh Penambahan Massa Lilin Lebah (Beeswax) Sebagai Zat Anti Air Pada Pembuatan Edible Film Dari Beras Merah (*Oryza Nivara*). *Jurnal Teknologi*, 15(1), 65-72. <https://doi.org/https://doi.org/10.24853/jurtek.15.1.65-72>
- Pires, A. F., Díaz, O., Cobos, A., & Pereira, C. D. (2024). A Review of Recent Developments in Edible Films and Coatings-Focus on Whey-Based Materials. *Foods*, 13(16), 2638. <https://doi.org/10.3390/foods13162638>
- Yuliasih, Putri, I., & Aqdiyannisa, R. (2020). Edible Film Antimikroba Bawang Putih (*Allium sativum*) sebagai Kemasan Bumbu Mie Instan. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/103504>
- Putri, Rr. D. A., Sulistyowati, D., & Ardhiani, T. (2019). Analisis Penambahan Carboxymethyl Cellulose terhadap Edible Film Pati Umbi Garut sebagai Pengemas Buah Strawberry. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 3(2), 77. <https://doi.org/10.30595/jrst.v3i2.4911>
- Putri, W. D. R., & Zubaidah, E. (2017). *Pati: Modifikasi dan Karakteristiknya*. Universitas Brawijaya Press.
- Rohman M. (2018). Pengaruh Perbedaan Konsentrasi bahan Penstabil *Carboxymethyl Cellulose (CMC)* Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Tepung Buah Pedada Putih (*Sonneratia alba*). <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/165142>

- Rusli, A., Metusalach, S., & Tahir, M. M. (2017). Karakterisasi edible film karagenan dengan pemlastis gliserol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 219–229.
- Santoso, B., Amilita, D., Priyanto, G., Hermanto, H., & Sugito, S. (2018). Pengembangan Edible Film Komposit Berbasis Pati Jagung dengan Penambahan Minyak Sawit dan Tween 20. *Agritech*, 38(2), 119–124.
- Supeni, G., Cahyaningtyas, A. A., & Fitriana, A. (2015). Karakterisasi sifat fisik dan mekanik penambahan kitosan pada edible film karagenan dan tapioka termodifikasi. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 37(2), 103–110.
- Unsa, L. K., & Paramastri, G. A. (2018). Kajian Jenis Plasticizer Campuran Gliserol Dan Sorbitol Terhadap Sintesis Dan Karakterisasi Edible Film Pati Bonggol Pisang Sebagai Pengemas Buah Apel. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1), 35-47.
- Yulianti, R., & Ginting, E. (2012). Perbedaan karakteristik fisik edible film dari umbi-umbian yang dibuat dengan penambahan plasticizer. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 31(2), 124045.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisa Ragam Uji Ketebalan

SK	DB	JK	KT	Fhitung	F tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	3	0,017	0,0057	19,292	4,07	7,59	**
Galat	8	0,002	0,0003				
Total	11	0,019					

Keterangan: ** = berpengaruh sangat nyata

Lampiran 2. Analisa Ragam Uji Kelarutan dalam Air

SK	DB	JK	KT	Fhitung	F tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	3	2376,322	792,1073	30,0952	4,07	7,59	**
Galat	8	210,560	26,3200				
Total	11	2586,882					

Keterangan: ** = berpengaruh sangat nyata

Lampiran 3. Analisa Ragam Uji Laju Transmisi Uap Air

SK	DB	JK	KT	Fhitung	F tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	3	0,005	0,0016	0,984890	4,07	7,59	ns
Galat	8	0,013	0,0016				
Total	11	0,017					

Keterangan: ns = tidak berpengaruh nyata

Lampiran 4. Analisa Ragam Uji Kuat Tarik

SK	DB	JK	KT	Fhitung	F tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	3	0,005	0,002	29,7574	4,07	7,59	**
Galat	8	0,000	0,000				
Total	11	0,005					

Keterangan: ** = berpengaruh sangat nyata

Lampiran 5. Analisa Ragam Uji Elongasi

SK	DB	JK	KT	Fhitung	F tabel		Notasi
					5%	1%	
Perlakuan	3	48,926	16,3088	10,9617	4,07	7,59	**
Galat	8	11,902	1,4878				
Total	11	60,829					

Keterangan: ** = berpengaruh sangat nyata

Lampiran 6. Tabel Pengacakan Penyajian Uji Segitiga

Keterangan = Edible film: W, Netral: N

No. urut panelis	Urutan Penyajian dan Kode Sampel		
	N	N	W
1	341	224	532
7	649	867	376
13	376	765	987
19	123	753	856
	N	W	N
2	637	885	964
8	512	623	783
14	444	876	619
20	187	284	461
	W	N	N
3	123	654	176
9	456	321	166
15	789	196	165
21	987	186	164
	N	W	W
4	141	131	961
10	143	132	962
16	142	121	963
22	141	111	965
	W	N	W
5	861	882	771
11	851	883	772
17	841	884	773
23	831	885	774
	W	W	N
6	661	514	222
12	662	513	333
18	663	512	444
24	664	511	555

Lampiran 7. Formulir Uji Segitiga (Triangle Test)

Formulir Uji Segitiga

Produk :
 Nama Panelis :
 Tanggal :

Dihadapan anda terdapat 3 sampel, 2 diantaranya merupakan sampel yang sama dan terdapat 1 sampel yang berbeda. Lakukanlah pencicipan sampel secara berturut-turut dari kiri ke kanan dengan cara mengambil sampel larutan menggunakan sendok pencicipan. Pencicipan dilakukan satu kali dan tidak diperkenankan mengulang pencicipan. Identifikasi sampel mana yang berbeda dengan memberi tanda “√” pada kolom dibawah

Kode Sampel	Sampel beda

Komentar :

Lampiran 8. Hasil Uji Segitiga (Triangle Test)

Panelis	Hasil	
	Benar	Salah
1		X
2	X	
3		X
4	X	
5		X
6		X
7	X	
8		X
9		X
10		X
11		X
12		X
13		X
14	X	
15		X
16		X
17	X	
18		X
19	X	
20		X
21	X	
22	X	
23		X
24		X
Jumlah	B=8	S=16

Lampiran 9. Tabel Critical Number of Correct Response

Critical Number of Correct Response in a Triangle Test (Entries are $x_{\alpha,n}$)

Entries are the minimum number of correct response required for significance at the stated α -level (i.e., column) for the corresponding number of respondents, n (i.e., row). Reject the assumption of "no difference" if the number of correct responses is greater than or equal to the tabled value.

n	α							n	α						
	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001		0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.01	0.001
3	2	2	3	3	3	—	—	31	12	13	14	15	16	18	20
4	3	3	3	4	4	—	—	32	12	13	14	15	16	18	20
5	3	3	4	4	4	5	—	33	13	13	14	15	17	18	21
6	3	4	4	5	5	6	—	34	13	14	15	16	17	19	21
7	4	4	4	5	5	6	7	35	13	14	15	16	17	19	22
8	4	4	5	5	6	7	8	36	14	14	15	17	18	20	22
9	4	5	5	6	6	7	8	42	16	17	18	19	20	22	25
10	5	5	6	6	7	8	9	48	18	19	20	21	22	25	27
11	5	5	6	7	7	8	10	54	20	21	22	23	25	27	30
12	5	6	6	7	8	9	10	60	22	23	24	26	27	30	33
13	6	6	7	8	8	9	11	66	24	25	26	28	29	32	35
14	6	7	7	8	9	10	11	72	26	27	28	30	32	34	38
15	6	7	8	8	9	10	12	78	28	29	30	32	34	37	40
16	7	7	8	9	9	11	12	84	30	31	33	35	36	39	43
17	7	8	8	9	10	11	13	90	32	33	35	37	38	42	45
18	7	8	9	10	10	12	13	96	34	35	37	39	41	44	48
19	8	8	9	10	11	12	14	102	36	37	39	41	43	46	50
20	8	9	9	10	11	13	14	108	38	40	41	43	45	49	53
21	8	9	10	11	12	13	15	114	40	42	43	45	47	51	55
22	9	9	10	11	12	14	15	120	42	44	45	48	50	53	57
23	9	10	11	12	12	14	16	126	44	46	47	50	52	56	60
24	10	10	11	12	13	15	16	132	46	48	50	52	54	58	62
								138	48	50	52	54	56	60	64
								144	50	52	54	56	58	62	67

Lampiran 10. Morfologi Pati Singkong

Pati singkong adalah pati yang didapatkan dari umbi singkong (*Manihot utilissima*). Pati yang diperoleh dari ekstrak umbi singkong akan memberikan warna putih jika diekstraksi dengan benar. Pati singkong memiliki granula dengan ukuran 5-35 μm dengan rata-rata ukurannya diatas 17 μm (Safitri, 2018).



Gambar 2. Pati Singkong

Kandungan pati pada singkong sangat tinggi yaitu sebesar 85% pada berat kering (Akbar & Febriani, 2019). Pati singkong mengandung kadar amilosa sebesar 17-20% dan mengandung kadar amilopektin sebesar 70-75% (Putri dan Zubaidah, 2017). Kandungan amilosa pada pati singkong memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket (Muslimah dkk., 2021). Amilosa dan amilopektin ini berpengaruh terhadap kekuatan dan kestabilan film yang terbentuk. Namun beberapa sifat asli pati singkong perlu diperbaiki untuk menghasilkan karakteristik pati singkong yang diinginkan. Ikatan silang (*crosslinking*) menggunakan *Sodium tripolyphosphate* (STTP) digunakan sebagai metode yang dapat menghasilkan struktur pati hasil modifikasi yang kokoh dan kompak (Putri, 2020). Menurut (Muin dkk., 2017), dalam penelitiannya mengenai karakteristik fisik *Edible film* dari tepung tapioka dengan penambahan gliserol dan kunyit putih menghasilkan *Edible film* berwarna bening transparan, tekstur kenyal, ketebalan rata-ratanya 0,1 mm, elongasi rata-rata 7 cm

Lampiran 11. Whey Keju

Whey adalah cairan berwarna kuning yang diperoleh dari penyaringan dan pengepresan *curd* keju. Produksi keju mozzarella menghasilkan limbah *whey* sekitar 85% sampai 90% dari volume susu dan didalamnya masih terkandung 55% nutrisi sumber karbon berupa laktosa dan sumber nitrogen berupa protein. *Whey* hasil samping proses pembuatan keju mengandung 6,5% padatan yang terdiri atas 4,8% laktosa, 0,6% protein, 0,6% mineral, 0,15% asam laktat, 0,25% nitrogen non protein, dan 0,1% lemak (Manab dkk., 2017).



Gambar 3. *Whey* keju

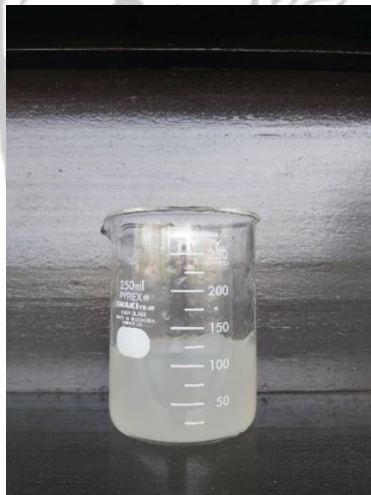
Penyusun protein *whey* terdiri dari β -laktoglobulin (50-60%) dengan 162 asam amino, α -laktalbumin (13%) sisanya berupa bovine serum albumin (BSA),

immunoglobulin, dan glokomakropeptida (Manab dkk., 2021). Protein *whey* sangat sensitif terhadap panas dan dapat terdenaturasi pada suhu 90°C. Pada suhu 60°C, protein *whey* terdenaturasi parsial dan menghasilkan struktur menyerupai gel (Manab dkk., 2017). *Whey* dapat diolah dan dimanfaatkan menjadi *edible film* sebagai pengemas sebuah produk.

Lampiran 12. Standar JIS (Japanese Industrial Standard) 1975

Parameter	Japanese Industrial Standard
Kuat tarik (MPa)	Min. 0,392
Elongasi (%)	10-50% Baik
Laju transmisi uap air (g/m ² /hari)	Maks. 7
Ketebalan (mm)	Maks 0,25

Lampiran 13. Dokumentasi Penelitian



Larutan *Edible film*



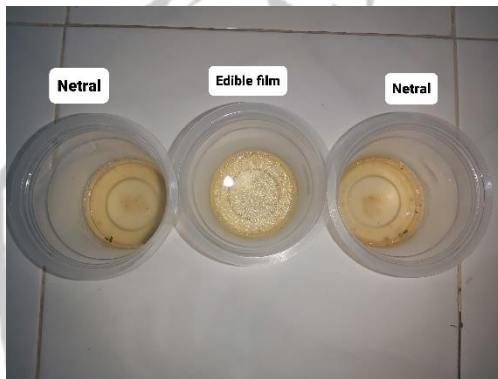
Pengujian Kelarutan Dalam Air



Pengujian Ketebalan *Edible film*



Pengujian LTUA



Sampel Uji Segitiga

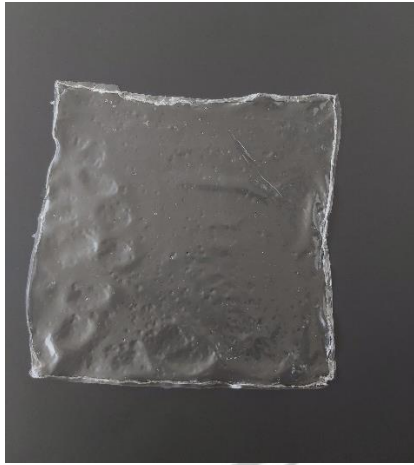
Lampiran 14. Dokumentasi *Edible film*



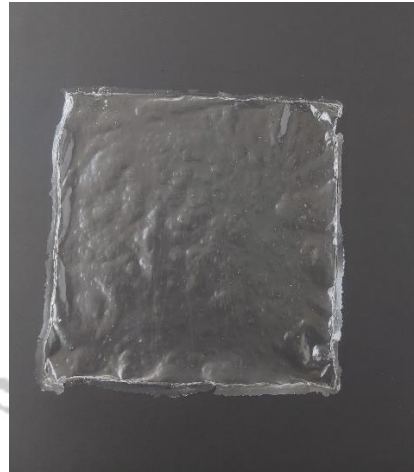
Perlakuan 1 (*Whey* 10%)



Perlakuan 2 (*Whey* 20%)



Perlakuan 3 (*Whey* 30%)



Perlakuan 4 (*whey* 40%)



Edible film sebagai pengemas bumbu
minyak mie instan



UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
MALANG



FAKULTAS PERTANIAN-PETERNAKAN

fpp.umm.ac.id | fpp@umm.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : E.6.d/33/ITP-FPP/UMM/X/2024

Yang bertanda Tangan dibawah ini Ketua Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang menerangkan bahwa :

Nama : Dewi Rahmawati

NIM : 202010220311039

Judul Skripsi : Karakteristik Fisik dan Mekanik *Edible Film* Berbasis Whey Keju dengan Penambahan Pati Singkong Termodifikasi sebagai Pengemas Bumbu Minyak Mie Instan

dengan hasil terdeteksi plagiasi 11% untuk keseluruhan naskah publikasi skripsi.

Surat Keterangan ini digunakan untuk memenuhi Persyaratan mengikuti Wisuda.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Malang, 15 Oktober 2024

Ketua Program Studi

Petugas Penguji Plagiasi



Teknologi Pangan

Prof. Alimudin Manshur, S.Gz., M.Si.

Devi Dwi Siskawardani, S.TP., M.Sc.



Kampus I
Jl. Bandung 1 Malang, Jawa Timur
P. +62 341 551 253 (Hunting)
F. +62 341 460 435

Kampus II
Jl. Bandungan-Sutani No 188 Malang, Jawa Timur
P. +62 341 551 149 (Hunting)
F. +62 341 582 060

Kampus III
Jl. Raya Tlogomas No 246 Malang, Jawa Timur
P. +62 341 464 318 (Hunting)
F. +62 341 460 435
E. webmaster@umm.ac.id

