

Analisis Kadar Glukomanan dan Evaluasi *Biopolimer Edible Film* Umbi Porang Sebagai Pengemasan Pangan Fungsional

I Gusti Ngurah Trisna Meyana Putra¹, I Made Gede Ari Kusuma¹, I Putu Bagus Kurniadinata¹, Ni Made Widya Wulandari¹, Ni Komang Gita Listyari Dewi¹ dan Ni Made Widi Astuti¹

¹ *Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana Jalan Kampus Unud-Jimbaran, Jimbaran-Bali, Indonesia 80364*

Reception date of the manuscript: 12 Oktober 2023
Acceptance date of the manuscript: 01 September 2024
Publication date: 12 September 2024

Abstract— The packaging can protect the product from contamination. However, on the other hand, packaging can also serve as a primary source of waste. Edible film is a material that can be applied as a coating and wrapper for dishes that can be consumed directly with the food and can maintain the sterility of the food while preventing the loss of nutritional components. The production of edible film from konjac flour proceeds through a series of production stages. It begins with the production of konjac flour, determination of the konjac content, determination of calcium oxalate content, identification using FTIR, production of edible film, and evaluation or characterization of edible film, such as organoleptic testing, thickness, moisture content, water vapor transmission rate, water holding capacity, and oil holding capacity. The konjac and calcium oxalate content obtained from this research are 87.7% and 59.1829 mg/100 g, respectively. Identification with FTIR revealed the presence of -OH, -CH₂, -CO, and -CH groups, which are consistent with the literature. The thickness test results for the edible film are 0.123 mm, 0.143 mm, and 0.156 mm. The moisture content test results are 6.331%, 6.728%, and 7.6%. The water vapor transmission rate test results are 10.147 g/hour-m², 13.345 g/hour-m², and 24.108 g/hour-m². The water holding capacity test results are 7.209 g/g, 7.266 g/g, and 7.389 g/g. The oil holding capacity test results are 2.698 g/g, 2.495 g/g, and 2.483 g/g.

Keywords—*Amorphophallus muelleri*, edible film, glucomannan, packaging, porang.

Abstrak— Kemasan mampu melindungi produk dari kontaminasi. Namun, disisi lain kemasan juga dapat sebagai sumber utama timbulnya limbah. Edible film adalah suatu bahan yang dapat diaplikasikan dalam pelapis dan pembungkus hidangan yang bisa dikonsumsi secara langsung bersama bahan makanan tersebut serta dapat menjaga sterilitas makanan dan mencegah hilangnya komponen gizi makanan. Produksi edible film dari glukomanan umbi porang ini melalui serangkaian tahapan produksi. Diawali dengan pembuatan tepung porang, penentuan kadar glukomanan, penentuan kadar kalsium oksalat, identifikasi dengan FTIR, pembuatan *edible film*, serta uji evaluasi atau karakterisasi *edible film* seperti uji organoleptis, ketebalan, kadar air, laju transmisi uap air, daya menahan air, dan daya menahan minyak. Kadar glukomanan dan kalsium oksalat yang didapatkan dari riset ini adalah sebesar 87,7% dan 59,1829 mg/100 g. Identifikasi dengan FTIR ditemukan adanya gugus -OH, -CH₂, -CO dan -CH yang sesuai dengan pustaka. Hasil uji ketebalan *edible film* adalah 0,123 mm; 0,143 mm; 0,156 mm. Hasil uji kadar air adalah 6,331%; 6,728%; 7,6%. Hasil uji laju transmisi uap air adalah 10,147 g/jam.m²; 13,345 g/jam.m²; dan 24,108 g/jam.m². Hasil uji daya menahan air adalah 7,209 g/g; 7,266 g/g; dan 7,389 g/g. Hasil uji daya menahan minyak adalah 2,698 g/g; 2,495 g/g; dan 2,483 g/g.

Kata Kunci—*Amorphophallus muelleri*, *edible film*, glukomanan, kemasan, porang

1. PENDAHULUAN

Pengemasan pada sebuah produk merupakan hal penting untuk memastikan proses pengiriman barang dari produsen hingga sampai ke konsumen dalam kondisi terbaik. Kemasan dapat melindungi produk dari kontaminasi dan pembusukan, mempromosikan produk, membuat produk lebih mudah untuk digunakan dan disimpan. Namun, disisi lain kemasan juga dapat sebagai sumber utama timbulnya limbah. Badan

Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat (EPA) telah melaporkan bahwa limbah kemasan telah menyumbang sekitar 31% dari limbah padat perkotaan atau *Municipal Solid Waste* (MSW) (Umaraw & Verma., 2017). Sementara itu, di Indonesia produksi limbah plastik sekali pakai menyentuh angka 925 ribu ton pada tahun 2008 yang mana dengan perkiraan 8 per 10 sampah tersebut diperkirakan akan menjadi sampah yang berbahaya bagi alam sekitar (Putra & Yuriandala., 2010). Berdasarkan permasalahan tersebut, pemilihan bahan untuk kemasan yang bersifat biodegradable dapat menjadi solusinya. Salah satu bahan kemasan dengan sifat biodegradable ini berupa *edible film*, yang mampu menjawab perma-

Penulis koresponden: Putra, trisnameyana@gmail.com

salahan penggunaan kemasan plastik.

Edible film adalah suatu bahan yang dapat diaplikasikan dalam pelapis dan pembungkus hidangan yang bisa dikonsumsi secara langsung bersama bahan makanan tersebut. Pelapis ini juga tetap dapat menjaga sterilitas makanan dan mencegah hilangnya komponen gizi makanan. Kemasan berupa *edible film* ini adalah satu dari diantara tipe pengemasan makanan yang berupa lapisan tipis yang aman untuk dikonsumsi (Halim & Katherina., 2019). Pemakaian *edible film* juga memiliki keuntungan yaitu mampu memanjangkan usia penyimpanan produk yang dikemas. Hal ini berhubungan dengan karakter mekanisnya serta kesanggupannya sebagai agen pelindung. Sifat *edible film* yang mudah terurai secara alami dan dapat dimakan adalah salah satu keuntungan penggunaan *edible film* ini (Embuscado & Huber., 2009). Hal tersebut disebabkan karena basis untuk produksi edible film adalah pati. Umbi porang merupakan contoh tanaman yang mempunyai kandungan pati berupa glukomanan yang lumayan tinggi sehingga cocok dimanfaatkan menjadi bahan dalam produksi *edible film*.

Umbi porang adalah salah satu tanaman yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan *edible film*. Tanaman ini berasal dari marga *Amorphophallus* yang merupakan bagian suku talas-talasan (*Araceae*). Kandungan glukomanan pada porang tergolong cukup tinggi sekitar 15 - 65% basis kering. Basis kering yang terkandung adalah polimer dari D-mannosa dan D-glukosa. Glukomanan sendiri adalah pangan yang memiliki kandungan serat terlarut dalam air yang tinggi, rendah kalori, serta memiliki sifat hidrokolloid yang khas. Adanya glukomanan ini membuat porang dapat membuat lapisan tipis yang teratur, biokompatibilitas yang mumpuni, biodegradable, dan mempunyai kekuatan membentuk gel. Berdasarkan hal tersebut umbi porang dapat dimanfaatkan sebagai basis dalam produksi biopolimer dengan sifatnya yang *biodegradable* (Falah et al., 2021). Dalam penerapannya sendiri, glukomanan telah banyak digunakan dalam industri makanan. Zat ini dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pangan (zat aditif) untuk memperbaiki sifat-sifat produk makanan, seperti sebagai agen pengental yang sangat baik dan dapat membentuk gel. Penggunaan glukomanan sendiri sebagai bahan tambahan makanan di Eropa dan diklasifikasikan sebagai GRAS (*Generally Recognized as Safe*) oleh FDA (*Food and Drug Administration*) (Yang et al., 2017).

Riset ini memiliki tujuan untuk mengetahui kadar glukomanan umbi porang (*Amorphophallus muelleri*) yang digunakan sebagai basis *edible film* dan dilanjutkan dengan pembuatan *edible film* umbi porang (*Amorphophallus muelleri*) serta pengujian evaluasi atau karakterisasi biopolimernya. Melalui riset ini diharapkan dapat mengembangkan produk-produk pengemasan yang ramah lingkungan seperti dengan memanfaatkan glukomanan dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri*) sebagai upaya preventif pencemaran lingkungan serta menumbuhkan kembali sifat back to nature dengan memanfaatkan bahan dari alam

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam riset ini diantaranya umbi porang (*Amorphophallus muelleri*), air, natrium klorida (NaCl), Disodium Hidrogen Fosfat (NaH_2PO_4) (SAP Chemicals), asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$), enzim alfa amilase, aqua-

dest, natrium hidroksida (NaOH) (teknis), asam klorida (HCl) (teknis), alkohol 95%, etanol 96, kalium permanganat (KMnO_4) (Merck), asam oksalat dihidrat ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) (Merck), asam sulfat (H_2SO_4) (Smart-Lab), gliserol, parafilm (Amcors), kertas saring, kertas whatman no. 41, silika gel, minyak zaitun (Mustika Ratu).

Alat yang digunakan dalam riset ini adalah pisau, baskom, blender Miyako, ayakan 40 mesh, slicer, hotplate Corning PC-420, gelas ukur Iwaki, labu ukur Iwaki, gelas beaker Iwaki, erlenmeyer Iwaki, sendok tanduk, spatula logam, kaca arloji, pipet tetes, tabung reaksi Iwaki, vortex, sentrifugasi, oven, batang pengaduk, pipet ukur Iwaki, bulbfiller, timbangan analitik A&D Company, film applicator, lemari es Sharp, statif, buret (Pyrex), termometer, jangka sorong digital (Sigma), desikator, corong kaca (Herma), cawan porselen.

2.2 Metode

Pembuatan Tepung Porang

Dicuci bersih umbi porang segar, dilakukan pengecilan bentuk umbi dengan menggunakan slicer untuk mendapatkan chips umbi porang, direndam dalam larutan natrium klorida 1% dalam rentang waktu setengah jam dalam upaya mendestruksi kandungan kalsium oksalat, selanjutnya dibasuh dan dikeringkan selama 5 hari. Umbi yang telah mengering kemudian diperkecil ukurannya dengan penghalusan memakai blender serta ditampis dengan ayakan no 40.

Penentuan Kadar Glukomanan Tepung Glukomanan (Nurjanah, 2010)

Prosedur diawali dengan pembuatan larutan penyangga yaitu fosfat sitrat pH 5 sebanyak 500 mL dan dilarutkan dengan 25 gram tepung porang, lalu dilakukan pemanasan menggunakan hotplate hingga terbentuk gelatinisasi, ditambahkan 5 mL enzim -amilase dengan suhu hotplate 95°C , diinaktivasi enzim alfa amilase menggunakan 5 mL larutan NaOH 0,1 N lalu dikembalikan seperti keadaan semula menggunakan 5 mL larutan HCl 0,1 N. Dilakukan sentrifugasi dengan penambahan air dingin terhadap larutan hasil hidrolisis. Setelah sentrifugasi akan terbentuk tiga fase dan diambil fase tengah yang merupakan larutan bertekstur kental berupa glukomanan, dan disimpan dalam lemari pendingin dengan rentang waktu 60 menit kemudian dicampurkan sedikit demi sedikit alkohol 95% berlebih. Dibiarkan larutan hingga mengalami pemecahan antara endapan glukomanan dengan pelarut air yang kemudian di filtrasi, dicuci endapan glukomannan menggunakan etanol lalu dipanaskan menggunakan oven pada suhu 40°C dalam rentang waktu 2 hari kemudian diayak untuk mendapatkan tepung glukomanan. Dilarutkan satu gram tepung glukomannan menggunakan 30 mL aquadest. Diaduk dengan hotplate selama 120 menit kondisi pengadukan konstan dalam suhu 45°C kemudian disentrifugasi. Disimpan dalam lemari pendingin larutan kental hasil sentrifugasi dalam rentang waktu 60 menit. Dilakukan penambahan etanol 96% sebanyak 13 ml dengan cara menuang perlahan sembari diaduk sampai membentuk endapan. Disaring endapan glukomannan dan dicuci menggunakan alkohol 96%. Dikeringkan endapan glukomannan dengan oven menggunakan suhu $35-40^\circ\text{C}$. Kemudian kadar glukomanan dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Glukomanan} = \frac{\text{Berat bobot}}{\text{Berat contoh}} \times 100\% \dots (1)$$

Penentuan Kadar Kalsium Oksalat Tepung Porang (Wardani Handrianto, 2019)

Prosedur diawali dengan pembakuan larutan kalium permanganat (KMnO_4) dengan cara titrasi. Dihomogenkan sebanyak 10 mL larutan asam oksalat 0,1 N dengan 7 mL larutan asam sulfat (H_2SO_4) pekat yang telah dinaikkan suhu hingga 70°C , titrasi diselesaikan hingga terbentuk warna pink 30 detik. Kemudian dilarutkan satu gram sampel tepung porang ke dalam campuran 190 mL aquadest dan 10 mL asam klorida (HCl) 6 M. Larutan dilakukan pemanasan hingga mencapai temperatur 100°C selama 60 menit. Campuran lalu digenapkan dengan aquadest hingga 250 mL dan difiltrasi. Dipipet sebanyak 50 mL hasil saringan dan ditambahkan larutan H_2SO_4 4 N sebanyak 10 mL dan dipanaskan sampai temperatur larutan menyentuh 70°C dan dilakukan titrasi dengan menggunakan larutan KMnO_4 0,1 N. Titrasi dihentikan jika titrat sudah mengalami perubahan warna ke pink mantap.

Uji Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Tepung Porang

Ditimbang sebanyak 10-20 mg tepung porang. Dimasukkan ke dalam mortar dan digerus halus dipindahkan ke dalam beaker glass, kemudian didispersikan menggunakan 1 tetes minyak mineral, homogenkan. Setelah itu diukur spektrum dengan menggunakan spektrofotometer FTIR, dengan rentang wavenumber $3800\text{-}650\text{ cm}^{-1}$, dibandingkan hasil spektrum FTIR sampel dengan pustaka.

Pembuatan Edible Film (Halim & Katherina, 2019)

Dilarutkan masing-masing 1,75 gram tepung glukomanan dengan 100 mL aquadest sambil dipanaskan hingga homogen dalam 3 gelas beaker selama 15 menit. Kemudian tiap beaker ditambahkan masing-masing gliserol 1%, gliserol 2%, dan gliserol 3% sambil diaduk. Dilanjutkan pemanasan dengan magnetic stirrer menggunakan temperatur 70°C dalam waktu 5 menit serta 85°C dalam waktu 10 menit. Kemudian didinginkan larutan sampai temperatur 50°C dan dituang ke film applicator. Setelah dituang, lalu dipanaskan dengan instrumen oven temperatur 50°C selama $\frac{3}{4}$ hari.

Uji Organoleptik Edible Film

Disiapkan masing-masing edible film yang akan diamati, kemudian diamati warna, bau, rasa, tekstur tiap edible film.

Uji Ketebalan Edible Film

Ketebalan diuji menggunakan jangka sorong digital. Letakkan film di antara kedua rahang. Tarik rahang geser ke kiri sampai mengapit film. Catat ketebalan yang dihasilkan. Dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali (triplo). Syarat ketebalan edible film berdasar Japanese Industrial Standard (2019) adalah maksimal 0,25 mm.

Uji Kadar Air Edible Film

Sebanyak 1 gram sampel dihaluskan dalam wadah yang telah diketahui bobotnya. Dikeringkan sampel selama 300 menit dengan temperatur 105°C . Didinginkan sampel menggunakan desikator lalu ditimbang. Diulangi Langkah kerja hingga tercapai bobot konstan. Dihitung kadar air sampel dengan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat awal sampel} - \text{Berat akhir sampel}}{\text{Berat awal sampel}} \times 100\% \dots (2)$$

Uji Laju Transmisi Uap Air Edible Film (Apriyani & Sedyadi, 2015)

Ditimbang sebanyak 10 gram silika gel di dalam beaker glass. Direkatkan edible film pada mulut beaker glass. Pinggiran beaker glass atau antara edible film dengan beaker glass dilapisi parafilm. Diletakkan gelas beaker di dalam desikator yang telah berisi larutan natrium klorida 20% (b/v). Ditimbang gelas beaker setiap 1 jam dalam rentang waktu 7 jam (diawali dari jam ke-0 hingga jam ke-7). Dihitung slope perubahan bobot setiap jam untuk menetapkan nilai laju transmisi uap air kemudian dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Laju Transmisi Uap Air} = \frac{\text{Luas kenaikan bobot beaker (g/jam)}}{\text{Luas permukaan (m}^2\text{)}} \dots (3)$$

Uji Daya Menahan Air Edible Film (Lindriati, dkk., 2014)

Ditimbang botol sentrifuse (a gram) dan ditimbang botol sentrifuse berisi edible film sebesar 500 mg (b gram), botol berisi edible film dilakukan penambahan aquadest sebanyak 7 kali bobot sampel (3,5 gram), dikocok suspensi menggunakan vortex pada temperatur 30°C selama 300 detik lalu disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm dalam rentang waktu 300 detik, supernatan yang dihasilkan dipisahkan secara perlahan-lahan kemudian ditimbang endapan (c gram). Uji daya menahan air dihitung dengan rumus:

$$\text{Daya Menahan Air (g/g)} = \frac{(c-a)-(b-a)}{(b-a)} \dots (4)$$

Uji Daya Menahan Minyak Edible Film (Lindriati, dkk., 2014)

Ditimbang botol sentrifuse (a gram) dan ditimbang botol sentrifuse berisi edible film sebesar 500 mg (b gram), botol berisi edible film dilakukan penambahan minyak zaitun sebanyak 7 kali bobot sampel (3,5 gram), dikocok suspensi menggunakan vortex pada temperatur 30°C selama 300 detik lalu disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm dalam rentang waktu 300 detik, supernatan yang dihasilkan dipisahkan secara perlahan-lahan kemudian ditimbang endapan (c gram). Uji daya menahan air dihitung dengan rumus:

$$\text{Daya Menahan Minyak (g/g)} = \frac{(c-a)-(b-a)}{(b-a)} \dots (4)$$

Analisis Data

Data yang didapatkan dalam riset ini dianalisis secara deskriptif dan dengan tabel Analisis Variansi (ANOVA) memanfaatkan software SPSS 23.0. Taraf signifikansi yang diaplikasikan dalam analisis data adalah 0,05. Bila didapatkan hasil yang beda nyata, dilakukan uji tahap lanjut dengan uji Tukey agar mengetahui beda nyata antara perlakuan.

3. HASIL

Penetapan kadar glukomanan dilaksanakan dengan cara ekstraksi. Penetapan kadar glukomanan mendapatkan hasil kadar tiap replikasi adalah 88,5%; 84,6%; dan 90% dengan rata-rata kadar sebesar 87,7%. Penetapan kadar kalsium oksalat diawali dengan pembakuan larutan kalium permanganat yang didapatkan hasil normalitas tiap replikasi berturut-turut adalah 0,1069 N; 0,1052 N; dan 0,1081 N dengan nilai rata-rata sebesar 0,1067 N. Setelah mendapatkan normalitas kalium permanganat kemudian dilanjutkan dengan penetapan kadar kalsium oksalat. Hasil penetapan kadar kal-

sium oksalat berturut-turut tiap replikasi adalah 0,546304 mg/g; 0,546304 mg/g; 0,68288 mg/g atau sebesar 54,6304 mg/100 g; 54,6304 mg/100 g; 68,288 mg/100 g dengan rata-rata 59,1829 mg/100 g. Hasil pengujian FTIR tepung porang ditampilkan pada Gambar 1.

Berdasarkan spektrum FTIR pada Gambar 1 tersebut menunjukkan dugaan adanya gugus -OH dengan serapan melebar pada bilangan belombang 3500 cm⁻¹, gugus -CH₂ pada serapan 2903 cm⁻¹ dan renggangan gugus -C=O pada panjang gelombang 2143 cm⁻¹. Adanya gugus -CO dikonfirmasi dengan serapan tajam pada panjang gelombang 1653 cm⁻¹ serta gugus -CH dengan serapan pada panjang gelombang 1327 cm⁻¹. Produksi edible film dilaksanakan dalam 3 variasi konsentrasi gliserol yaitu, gliserol 1 %, gliserol 2 %, dan gliserol 3 %. Hasil dari pembuatan edible film dapat dilihat pada Gambar 2.

Setelah mendapatkan produk, dilanjutkan dengan uji evaluasi atau karakterisasi produk yang telah dibuat. Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian organoleptik edible film dengan hasil uji pada Tabel 1.

Pengujian selanjutnya adalah uji ketebalan. Ketebalan adalah karakteristik fisik edible film yang mempengaruhi karakteristik lainnya seperti kuat tarik, elongasi serta laju transmisi uap air. Peningkatan ketebalan *edible film* akan meningkatkan kemampuan menahan migrasi gas lebih besar. Hal ini karena terjadinya peningkatan kerapatan pada struktur *edible film*. Berbanding terbalik, peningkatan kerapatan diikuti oleh penurunan kemampuan kuat tarik karena ketebalan berperan dalam pembagi pada tegangan maksimum dalam menentukan kuat tarik suatu bahan. Untuk elongasi memiliki karakteristik yang berkebalikan dengan kuat tarik sehingga semakin menurun kuat tarik maka akan meningkatkan nilai elongasi (Hasdar et al., 2011). Adapun hasil uji ketebalan *edible film* ditampilkan pada Tabel 2.

Berikutnya adalah pengujian kadar air *edible film*. Uji kadar air bertujuan untuk menilai mutu edible film yang dihasilkan, karena uji ini memiliki hubungan yang erat dengan ketahanan *edible film* sebagai bahan kemasan (Deden, dkk., 2020). Kadar air memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas sebuah produk. Apabila kadar air melebihi standar maka akan mengakibatkan produk tersebut rentan ditumbuhi jamur, bakteri dan mikroba lainnya yang akan berdampak terhadap kestabilan produk. Hasil uji kadar air ini ditampilkan pada Tabel 3.

Setelah melakukan pengujian kadar air, *edible film* dilakukan pengujian laju transmisi uap air atau *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR). Uji ini mengindikasikan jumlah uap air yang bisa menembus film dalam periode waktu tertentu pada luas permukaan yang sama. Film dengan WVTR rendah menunjukkan kemampuan yang lebih tinggi untuk membatasi pergerakan uap air ke dalam atau keluar dari bahan pangan yang dilapisi (Nugraha, dkk., 2018). Hasil uji WVTR ditampilkan pada Tabel 4.

Pengujian berikutnya adalah pengujian daya menahan air atau *Water Holding Capacity* (WHC). WHC mengacu pada kemampuan suatu film untuk mengikat air yang ada dalam bahan atau yang ditambahkan selama proses pembuatan film. Hasil pengujian ini ditampilkan pada Tabel 5.

Pengujian yang terakhir adalah uji daya menahan minyak atau *Oil Holding Capacity* (OHC). OHC mengacu pada kemampuan suatu film untuk mengikat minyak yang ada dalam

bahan atau yang ditambahkan selama proses pembuatan film. Hasil pengujian ini ditampilkan pada Tabel 6.

4. PEMBAHASAN

Porang (*Amorphophallus muelleri*) adalah satu diantara jenis umbi-umbian yang berasal dari famili Araceae (talas-talasan). Umbi ini ditemui didaerah tropis serta subtropis. Tanaman porang mempunyai perbedaan dalam hal siklus hidup daripada tanaman pada umumnya. Waktu siklus hidup dari penyerbukan hingga berbuah dan rebah memerlukan waktu 38-48 bulan atau terdiri dari 4 growing periods (GP). Masa pertumbuhan satu sampai tiga adalah fase vegetatif yang menghasilkan tangkai daun, daun, dan umbi setiap fase berlangsung 5-6 bulan. Pada GP4, umbi yang dihasilkan dari GP3 menjalani fase generatif yaitu adalah proses penumbuhan bunga sehingga yang dihasilkan biji dan buah. Selama 8-9 bulan fase generatif ini berlangsung dan setelah itu tanaman mati. Pemanenan umbi porang umumnya dilakukan pada musim kering dari bulan April hingga bulan Juli, saat tanaman sedang tanam memasuki masa dorman, yaitu umbi dari GP3 karena bobotnya lebih berat dibandingkan umbi dari GP2. Umbi porang yang cocok untuk keperluan industri adalah umbi dari GP2 dan GP3, karena mengandung glukomanan kandungan pada kedua umbi tersebut lebih dari 41,8 %. Meski demikian, umbi GP3 memiliki kadar tertinggi glukomanan dibandingkan dengan GP1, GP2, dan GP4 (Gusmalawati, 2019). Tepung dari umbi ini mengandung hingga 75 % glukomanan (serat larut alami yang berasal dari karbohidrat/polisakarida yang sangat baik bagi kesehatan), lebih tinggi dibandingkan dengan umbi lain seperti *A. konjac* dan *A. bulbifer* (Nugrahaeni, 2021).

Penetapan kadar glukomanan dilaksanakan dengan proses ekstraksi. Penetapan kadar glukomanan mendapatkan hasil kadar tiap replikasi adalah 88,5 %; 84,6 %; dan 90 % dengan rata-rata kadar sebesar 87,7 %. Glukomanan merupakan polisakarida hidrokoloid yang terbentuk atas residu D-glukosa dan D-manosa. Glukomanan mempunyai sifat yang mampu mengental serta membentuk gel sehingga banyak diaplikasikan pada berbagai industri seperti industri kimia, pangan, farmasi, dan bioteknologi (Masniawati, dkk., 2023). Glukomanan pada setiap sepuluh sampai sembilanbelas unit gugus karbon yang terletak di posisi C2, C3, dan C6 mempunyai gugus asetil. Gugus asetil ini berpengaruh terhadap karakteristik fisika kimia glukomanan seperti kemampuan larut glukomanan pada air dengan beragam suhu (Nugraheni, et al., 2018).

Kemudian dilanjutkan dengan pengujian kadar kalsium oksalat. Kalsium oksalat adalah salah satu komponen ergastik yang ada dalam sel tumbuhan. Kalsium oksalat memiliki sifat keras dan tak larut karena terbentuk ikatan kovalen, sehingga menyebabkan endapan dalam wujud kristal pada jaringan tumbuhan (Hasin dan Zain, 2019). Oksalat adalah senyawa yang mampu membuat reaksi gatal pada mulut, iritasi kulit, sensasi terbakar apabila dikonsumsi dengan kandungan yang tinggi (Dewi, dkk., 2017). Penetapan kadar kalsium oksalat diawali dengan pembakuan larutan kalium permanganat yang didapatkan hasil normalitas tiap replikasi berturut-turut adalah 0,1069 N; 0,1052 N; dan 0,1081 N dengan nilai rata-rata sebesar 0,1067 N. Setelah mendapatkan normalitas kalium permanganat kemudian dilanjutkan dengan penetapan kadar kalsium oksalat. Hasil penetapan kadar

TABEL 1: HASIL UJI ORGANOLEPTIK *Edible Film*

	Konsentrasi gliserol 1 %	Konsentrasi gliserol 2 %	Konsentrasi gliserol 3 %
Rasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
Warna	Agak transparan	Agak transparan	Agak transparan
Tekstur	Halus seperti plastik	Halus seperti plastik	Halus seperti plastik (lebih halus daripada konsentrasi gliserol 1 % dan 2 %)

TABEL 2: HASIL PENGUKURAN KETEBALAN *Edible Film*

Konsentrasi Gliserol	Replikasi 1 (mm)	Replikasi 2 (mm)	Replikasi 3 (mm)	Rata-rata (mm)
Gliserol 1 %	0,10	0,12	0,15	0,123
Gliserol 2 %	0,11	0,13	0,19	0,143
Gliserol 3 %	0,11	0,17	0,19	0,156

TABEL 3: HASIL UJI KADAR AIR *Edible Film*

Konsentrasi Gliserol	Replikasi 1 (%)	Replikasi 2 (%)	Replikasi 3 (%)	Rata-rata (%)
Gliserol 1 %	7,5	6,2	5,295	6,331
Gliserol 2 %	8,19	5,295	6,7	6,728
Gliserol 3 %	7,6	6,8	8,4	7,6

TABEL 4: HASIL UJI LAJU TRANSMISI UAP AIR (WVTR)

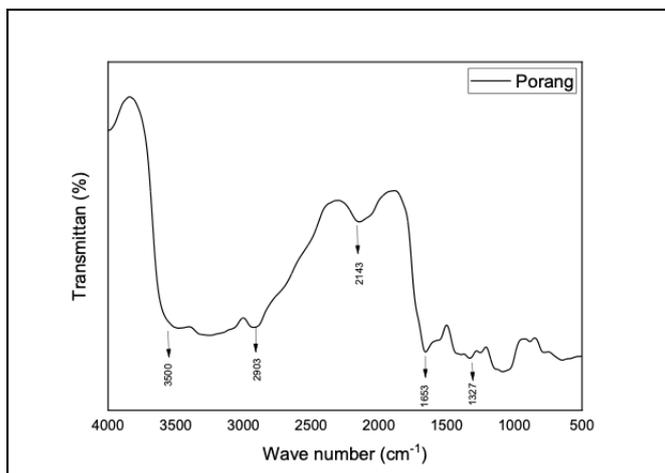
Konsentrasi Gliserol	Replikasi 1 (g/jam.m2)	Replikasi 2 (g/jam.m2)	Replikasi 3 (g/jam.m2)	Rata-rata (g/jam.m2)
Gliserol 1 %	9,905	10,711	9,827	10,147
Gliserol 2 %	11,413	16,535	12,089	13,345
Gliserol 3 %	23,944	25,634	22,748	24,108

TABEL 5: HASIL UJI DAYA MENAHAN AIR (WHC)

Konsentrasi Gliserol	Replikasi 1 (g/g)	Replikasi 2 (g/g)	Replikasi 3 (g/g)	Rata-rata (g/g)
Gliserol 1 %	8,205	6,908	6,514	7,209
Gliserol 2 %	6,906	8,081	6,811	7,266
Gliserol 3 %	10,173	5,139	6,855	7,389

TABEL 6: HASIL PENGUJIAN DAYA MENAHAN MINYAK (OHC))

Konsentrasi Gliserol	Replikasi 1 (g/g)	Replikasi 2 (g/g)	Replikasi 3 (g/g)	Rata-rata (g/g)
Gliserol 1 %	2,830	2,581	2,683	2,698
Gliserol 2 %	2,126	2,949	2,41	2,495
Gliserol 3 %	2,741	2,192	2,516	2,483



Gambar. 1: Spektrum FTIR Tepung Porang



Gambar. 2: Edible film dengan variasi konsentrasi gliserol 1 %, 2 %, dan 3 % (Dokumentasi penulis, 2023).

kalsium oksalat berturut-turut tiap replikasi adalah 0,546304 mg/g; 0,546304 mg/g; 0,68288 mg/g atau sebesar 54,6304 mg/100 g; 54,6304 mg/100 g; 68,288 mg/100 g dengan rata-rata 59,1829 mg/100 g. Berdasarkan hasil tersebut didapatkan hasil bahwa kandungan kadar kalsium oksalat memenuhi standar mutu tepung porang, yaitu kadar kalsium oksalat maksimal 71 mg/100 g (Astuti dkk., 2022).

Selanjutnya dilakukan identifikasi dengan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). FTIR adalah instrumen yang dapat dimanfaatkan dalam pendeteksian gugus fungsi, identifikasi suatu senyawa serta dalam analisis campuran yang berasal dari sampel analisis tanpa menyebabkan sampel destruktif (Sari et al., 2018). Rentang zona infrared dalam spektra diawali dari rentang gelombang 14000 cm⁻¹ sampai 10 cm⁻¹. Rentang gelombang infrared ini diklasifikasi dalam tiga zona yaitu zona infrared dekat berada pada rentang 14000-4000 cm⁻¹ yang mempunyai karakteristik peka terhadap vibrasi overtone, zona infrared sedang berada pada rentang 4000-400 cm⁻¹ yang berhubungan terhadap transisi energi vibrasi berasal dari molekul pemberi informasi perihal gugus-gugus fungsi yang terdapat dalam molekul yang dianalisis, serta terakhir adalah zona infrared jauh berada pada rentang 400-10 cm⁻¹ zona ini diaplikasikan dalam analisis molekul seperti senyawa anorganik dengan menggunakan proses khusus. Identifikasi senyawa umumnya dilakukan pada zona infrared sedang (Sari et al., 2018).

Berdasarkan spektrum FTIR pada Gambar 1 tersebut menunjukkan dugaan adanya gugus -OH dengan serapan melebar pada bilangan gelombang 3500 cm⁻¹, gugus -CH₂ pada serapan 2903 cm⁻¹ dan renggangan gugus -C=O pada panjang gelombang 2143 cm⁻¹. Adanya gugus -CO dikonfirmasi den-

gan serapan tajam pada panjang gelombang 1653 cm⁻¹ serta gugus -CH dengan serapan pada panjang gelombang 1327 cm⁻¹. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Widarta et al. (2022), dimana hasil spektrum FTIR tepung porang menunjukkan adanya gugus -OH, -CH₂, -CO dan -CH. Hasil spektrum FTIR yang diperoleh menunjukkan adanya overlapping sehingga dihasilkan spektra yang melebar. Hal tersebut disinyalir akibat pengeringan yang kurang baik.

Berikutnya adalah pembuatan *edible film*. *Edible film* adalah bahan pengemas makanan yang memiliki tampilan serupa dengan plastik, tetapi berasal dari bahan biopolimer yang dapat dikonsumsi oleh manusia dengan aman (Dewi, dkk., 2021). *Edible film* umum dipakai untuk melapisi pangan dalam upaya menahan transfer massa seperti oksigen, air, oksigen dan lemak serta pembawa tambahan pangan (Donhowe & Fennema, 1994). Produksi *edible film* dilaksanakan dengan 3 variasi konsentrasi gliserol yaitu, gliserol 1 %, gliserol 2 %, dan gliserol 3 %.

Setelah mendapatkan produk, dilanjutkan dengan uji evaluasi atau karakterisasi produk yang telah dibuat. Pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian organoleptik *edible film*. Pengujian organoleptik merupakan suatu pengujian yang berhubungan dengan penginderaan sebuah produk pangan yang meliputi bau, rasa, tekstur, dan warna (Kemdikbud RI, 2016). Hasil uji organoleptik tiap variasi *edible film* berdasarkan parameter rasa adalah semua variasi konsentrasi gliserol memiliki hasil yang sama yaitu tidak berasa, kemudian untuk parameter bau semua variasi gliserol tidak berbau, dilanjutkan dengan parameter warna didapatkan hasil untuk semua konsentrasi memiliki warna agak transparan, serta yang terakhir adalah parameter tekstur didapatkan ha-

sil bahwa tekstur konsentrasi gliserol 1% dan 2% tidak memiliki perbedaan yang berarti yaitu halus seperti plastik, kemudian untuk variasi gliserol 3% memiliki tekstur yang lebih halus daripada konsentrasi gliserol 1% dan 2%. Hasil ini senada dengan riset (Fatnasari, dkk., 2018) yang mendapatkan hasil bahwa gliserol dapat meningkatkan fleksibilitas film serta permukaan film lebih halus.

Selanjutnya dilakukan pengujian ketebalan *edible film*. Ketebalan adalah faktor krusial yang berdampak pada penggunaan film dalam sebuah produk (Putri, dkk., 2020). Pengukuran ketebalan dilakukan dengan 3 kali replikasi untuk tiap variasi konsentrasi gliserol *edible film*. Berdasarkan pengukuran ketebalan dengan menggunakan jangka sorong digital didapatkan hasil yang ditampilkan di Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2, diperoleh hasil rata-rata ketebalan tiap konsentrasi gliserol berturut-turut dari 1%, 2%, dan 3% adalah 0,123 mm; 0,143 mm; 0,156 mm. Hasil pengukuran ketebalan *edible film* yang didapat telah memenuhi syarat pustaka yang digunakan yaitu *Japanese Industrial Standards (JIS)*, (1975) yaitu memiliki nilai 0,25 mm. Berdasarkan data tersebut kemudian dilanjutkan analisis data dengan SPSS. Analisis data diawali dengan pengujian normalitas data. Berdasarkan uji normalitas dengan metode Shapiro-Wilks, didapatkan nilai signifikansi tiap konsentrasi gliserol dari 1%, 2%, dan 3% berurutan adalah 0,780; 0,463; dan 0,463. Semua hasil signifikansi ini berada pada rentang $>0,05$ sehingga data hasil uji ketebalan dinyatakan berdistribusi normal. Uji lanjutan yang dilakukan adalah uji homogenitas dan didapatkan nilai signifikansi (Sig) 0,517. Berdasarkan nilai tersebut, signifikansi 0,517 $>0,05$ maka dapat dinyatakan varian ketiga kelompok *edible film* tersebut homogen. Analisis selanjutnya adalah analisis ANOVA. Berdasarkan analisis ANOVA diperoleh hasil signifikansi 0,570 ($>0,05$) sehingga dapat dinyatakan rata-rata ketebalan variasi gliserol *edible film* adalah sama.

Pengujian selanjutnya adalah uji kadar air dengan metode gravimetri. Pengujian kadar air tiap variasi konsentrasi dilakukan dengan replikasi sebanyak 3 kali seperti data yang ditampilkan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3, didapatkan hasil rata-rata kadar air tiap konsentrasi gliserol berturut-turut dari 1%, 2%, dan 3% adalah 6,331%; 6,728%; 7,6%. Nilai kadar air semua variasi konsentrasi gliserol ini berada pada rentang nilai yang ditetapkan oleh SNI yaitu 16%. Berdasarkan data tersebut kemudian dilanjutkan analisis data dengan SPSS. Analisis data diawali dengan pengujian normalitas data. Berdasarkan uji normalitas dengan Shapiro-Wilks, diketahui bahwa nilai signifikansi tiap konsentrasi gliserol dari 1%, 2%, dan 3% berurutan adalah 0,803; 0,968; dan 1,000. Semua hasil signifikansi ini berada pada rentang $>0,05$ maka data nilai uji kadar air dinyatakan berdistribusi normal. Uji lanjutan yang dilakukan adalah uji homogenitas dan didapatkan nilai signifikansi (Sig) sebesar 0,708. Berdasarkan nilai tersebut, signifikansi 0,708 $>0,05$ maka dapat dinyatakan bahwa varian ketiga kelompok *edible film* tersebut homogen. Analisis selanjutnya adalah analisis ANOVA. Berdasarkan analisis ANOVA diperoleh hasil signifikansi 0,436 ($>0,05$) sehingga dapat dinyatakan bahwa rata-rata kadar air variasi gliserol *edible film* adalah sama. Peningkatan konsentrasi gliserol berbanding lurus terhadap kadar air *edible film*. Semakin tinggi konsentrasi gliserol yang digunakan maka akan semakin tinggi pula kadar air *edible film* yang dihasilkan. Hal

ini dilatarbelakangi oleh sifat gliserol yang hidrofilik sehingga kandungan air pada *edible film* semakin meningkat. Semakin banyak konsentrasi gliserol yang digunakan juga akan meningkatkan aktivitas penyumbangan gugus OH yang memiliki hubungan erat terhadap banyaknya air yang diikat. Parameter penting dalam menentukan sifat *plasticizing* pada film biopolimer salah satunya adalah melalui pengujian nilai kadar air (Coniwati et al., 2014).

Pengujian berikutnya adalah uji laju transmisi uap air atau *Water Vapor Transmission Rate (WVTR)*. Hasil dari pengujian laju transmisi uap air ditampilkan pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4, didapatkan hasil rata-rata laju transmisi uap air tiap konsentrasi gliserol berturut-turut dari 1%, 2%, dan 3% adalah 10,147 g/jam.m²; 13,345 g/jam.m²; dan 24,108 g/jam.m². Hasil ini senada dengan riset yang dilakukan oleh Suyatma dan Taqi (2022) yang melakukan pengujian laju transmisi uap air dengan *plasticizer* gliserol yang mendapatkan hasil yaitu semakin meningkatnya konsentrasi gliserol yang digunakan dalam suatu film maka akan berbanding lurus terhadap nilai laju transmisi uap airnya. Gliserol mempunyai sifat yang hidrofilik atau dengan kata lain mempunyai kemampuan menarik air yang akan berpengaruh langsung terhadap peningkatan kelembaban *edible film* dan laju transmisi uap airnya. Hal tersebut dilatar belakangi oleh ukuran molekul yang dimiliki gliserol sangat kecil sehingga mampu memperkecil volume bebas antar polimer serta memudahkan berlangsungnya migrasi molekul H₂O (Cicilia, 2017). Data tersebut kemudian dianalisis dengan SPSS. Analisis data diawali dengan pengujian normalitas data. Berdasarkan uji normalitas dengan Shapiro-Wilk, diketahui bahwa nilai signifikansi tiap konsentrasi gliserol dari 1%, 2%, dan 3% berurutan adalah 0,152; 0,233; dan 0,812. Semua hasil signifikansi ini berada pada rentang $>0,05$ sehingga data hasil uji laju transmisi uap air dinyatakan berdistribusi normal. Uji lanjutan yang dilakukan adalah uji homogenitas dan didapatkan nilai signifikansi (Sig) sebesar 0,062. Berdasarkan nilai tersebut, signifikansi 0,062 $>0,05$ maka dapat dinyatakan bahwa varian ketiga kelompok *edible film* tersebut homogen. Analisis selanjutnya adalah analisis ANOVA. Berdasarkan analisis ANOVA didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($<0,05$). Berdasarkan analisis ANOVA tersebut dapat dinyatakan bahwa rata-rata laju transmisi uap air variasi gliserol *edible film* berbeda secara signifikan sehingga dilanjutkan dengan pengujian Post-Hoc Tukey HSD untuk menganalisis perbedaan tiap variasi konsentrasi. Berdasarkan uji lanjut Tukey HSD, didapatkan hasil bahwa pada subset 1 terdapat data laju transmisi uap air variasi gliserol 1% dan 2% yang berarti rata-rata laju transmisi uap air kedua variasi ini tidak mempunyai perbedaan yang signifikan. Berbeda halnya dengan variasi gliserol 3% yang terletak pada subset 2 yang berarti rata-rata laju transmisi uap air variasi gliserol 3% dengan 1% dan 2% mempunyai perbedaan yang signifikan.

Pengujian selanjutnya adalah uji daya menahan air atau *Water Holding Capacity (WHC)* *edible film*. Pengujian ini merujuk pada kapasitas untuk menahan air dalam bahan, baik yang ada alamnya ataupun yang ditambahkan selama proses produksi, serta kemampuan produk untuk mempertahankan kandungan airnya (Deden, dkk., 2020). Hasil dari pengujian daya menahan air ditampilkan pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, diperoleh hasil rata-rata daya menahan air tiap konsentrasi gliserol berturut-turut dari 1%, 2%, dan 3% ada-

lah 7,209 g/g; 7,266 g/g; dan 7,389 g/g. Nilai daya menahan air memiliki hubungan yang erat dengan nilai WVTR. Hasil yang didapatkan dari 2 uji ini dipengaruhi oleh keberadaan gliserol yang memiliki sifat hidrofilik yang dapat menarik air sehingga gliserol mampu meningkatkan daya menahan air film serta pendistribusian air (Deden, dkk., 2020). Data yang didapatkan tersebut kemudian dilanjutkan dengan analisis data menggunakan SPSS 23. Analisis data diawali dengan pengujian normalitas data. Berdasarkan uji normalitas dengan Shapiro-Wilk, diketahui bahwa nilai signifikansi tiap konsentrasi gliserol dari 1 %, 2 %, dan 3 % berurutan adalah 0,429; 0,128; dan 0,653. Semua hasil signifikansi ini berada pada rentang $>0,05$ sehingga data hasil uji daya menahan air dinyatakan berdistribusi normal. Uji lanjutan yang dilakukan adalah uji homogenitas dan didapatkan nilai signifikansi (Sig) sebesar 0,123. Berdasarkan nilai tersebut, signifikansi 0,123 $>0,05$ maka dapat dinyatakan bahwa varian ketiga kelompok edible film tersebut homogen. Analisis selanjutnya adalah analisis ANOVA. Berdasarkan analisis ANOVA didapatkan nilai signifikansi 0,990 ($>0,05$) sehingga dapat dinyatakan bahwa rata-rata daya menahan air variasi *gliserol edible film* adalah sama.

Selanjutnya dilakukan pengujian daya menahan minyak atau *Oil Holding Capacity* (OHC). Daya menahan minyak atau *Oil Holding Capacity* (OHC) adalah indikator yang mengukur sejauh mana matriks bahan pangan mampu menyerap jumlah minyak (Muflihati dan Amalia, 2022). Hasil pengujian daya menahan minyak edible film ditampilkan pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6, diperoleh hasil rata-rata daya menahan minyak tiap konsentrasi gliserol berturut-turut dari 1 %, 2 %, dan 3 % adalah 2,698 g/g; 2,495 g/g; dan 2,483 g/g. Hasil dari uji daya menahan minyak *edible film* berbanding terbalik dengan hasil uji daya menahan air *edible film*. Hasil ini didasari oleh pati glukomanan yang mempunyai komponen lipofilik serta keberadaan protein yang ditemukan dalam pati glukomanan dapat membangun sebuah kompleks yang dapat memudahkan adanya ikatan minyak pada pati sehingga apabila konsentrasi gliserol ditingkatkan maka kandungan tepung glukomanannya akan turun dan berpengaruh langsung terhadap penurunan daya menahan minyak *edible film* (Rahim, dkk., 2019). Data yang didapatkan tersebut kemudian dilanjutkan dengan analisis data menggunakan SPSS 23. Analisis data diawali dengan pengujian normalitas data. Berdasarkan uji normalitas dengan *Shapiro-Wilk*, diketahui bahwa nilai signifikansi tiap konsentrasi gliserol dari 1 %, 2 %, dan 3 % berurutan adalah 0,801; 0,662; dan 0,802. Semua hasil signifikansi ini berada pada rentang $>0,05$ sehingga data hasil uji daya menahan minyak dinyatakan berdistribusi normal. Uji lanjutan yang dilakukan adalah uji homogenitas dan didapatkan nilai signifikansi (Sig) sebesar 0,261. Berdasarkan nilai tersebut, signifikansi 0,261 $>0,05$ maka dapat dinyatakan bahwa varian ketiga kelompok *edible film* tersebut homogen. Analisis selanjutnya adalah analisis ANOVA. Berdasarkan analisis ANOVA diperoleh nilai signifikansi 0,634 ($>0,05$) sehingga dapat dinyatakan bahwa rata-rata daya menahan minyak variasi gliserol *edible film* adalah sama.

5. KESIMPULAN

Kadar glukomanan yang didapatkan dari riset ini adalah sebesar 87,7 %. Kadar kalsium oksalat yang didapatkan ri-

set ini telah memenuhi batas aman konsumsi (<71 mg/100 g) yaitu sebesar 59,1829 mg/100 g. Identifikasi untuk memastikan kembali sampel yang digunakan adalah umbi porang (*Amorphophalus muelleri*) dengan menggunakan FTIR memiliki kesamaan gugus fungsi dengan pustaka yaitu dengan adanya gugus -OH, -CH₂, -CO dan -CH. Hasil uji ketebalan edible film didapatkan hasil rata-rata ketebalan tiap konsentrasi gliserol berturut-turut dari 1 %, 2 %, dan 3 % adalah 0,123 mm; 0,143 mm; 0,156 mm dengan nilai signifikansi ANOVA 0,570 ($>0,05$). Hasil uji kadar air didapatkan hasil rata-rata kadar air tiap konsentrasi gliserol berturut-turut dari 1 %, 2 %, dan 3 % adalah 6,331 %; 6,728 %; 7,6 % dengan nilai signifikansi ANOVA 0,436 ($>0,05$). Hasil uji laju transmisi uap air didapatkan hasil rata-rata laju transmisi uap air tiap konsentrasi gliserol berturut-turut dari 11 %, 2 %, dan 3 % adalah 10,147 g/jam.m²; 13,345 g/jam.m²; dan 24,108 g/jam.m² dengan nilai signifikansi ANOVA 0,000 ($<0,05$) sehingga diperlukan uji lanjut dengan Post-Hoc Tukey HSD. Hasil uji daya menahan air didapatkan hasil rata-rata daya menahan air tiap konsentrasi gliserol berturut-turut dari 1 %, 2 %, dan 3 % adalah 7,209 g/g; 7,266 g/g; dan 7,389 g/g dengan nilai signifikansi ANOVA 0,990 ($>0,05$). Hasil uji daya menahan minyak didapatkan hasil rata-rata daya menahan minyak tiap konsentrasi gliserol berturut-turut dari 1 %, 2 %, dan 3 % adalah 2,698 g/g; 2,495 g/g; dan 2,483 g/g dengan nilai signifikansi ANOVA 0,634 ($>0,05$).

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi (Ditjen Dikristek) melalui Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa) dan Universitas Udayana atas pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) yang diberikan sehingga kegiatan riset ini dapat berjalan sebagaimana mestinya serta terima kasih kepada dosen pendamping PKM dan teman-teman tim PKM edible film umbi porang dan semua pihak yang terlibat dalam suksesnya riset ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, M., & Sedyadi, E. (2015). Sintesis dan karakterisasi plastik biodegradable dari pati onggok singkong dan ekstrak lidah buaya (*Aloe vera*) dengan plasticizer gliserol. *Jurnal Sains Dasar*, 4(2), 145-152.
- Astuti, E.S., Suryanti, S., Masrullita, M., Bahri, S., dan Meriatna, M. (2022). Pengaruh Waktu dan Suhu Perebusan pada Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan Larutan NaHCO₃ terhadap Penurunan Kadar Kalsium Oksalat. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11, 1-10.
- Cicilia, D. (2017). Edible film dari ekstrak kacang kedelai sebagai pelapisan pada buah stroberi. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Coniwati, Pamilia, D. Pertiwi, dan D. M. Pratiwi. (2014). Pengaruh peningkatan konsentrasi gliserol dan vco (virgin coconut oil) terhadap karakteristik edible film dari tepung aren. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(2), 17-24.
- Deden, M., Rahim, A., & Asrawaty, A. (2020). Sifat Fisik dan Kimia Edible Film Pati Umbi Gadung pada Berbagai Konsentrasi. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 5(1), 26-33.
- Dewi, R., Rahmi, R., & Nasrun, N. (2021). Perbaikan sifat mekanik dan laju transmisi uap air edible film bioplastik menggunakan minyak sawit dan plasticizer gliserol ber-

- basis pati sagu. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), 61-77.
- Dewi, S. K., Dwiloka, B., & Setiani, B. E. (2017). Pengukuran kadar oksalat pada umbi talas dengan penambahan arang aktif pada metode pengukusan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(2).
- Donhowe, G., Fennema, O., (1994). Edible Film and Coating: Characteristic, Formation, Definitions and Testing Methods, In: Krochta et al. (eds.). *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*, Technomic Publ. Co. Inc. Lancaster, 378 pp.
- Embuscado, M.E., dan Huber, K.C. (2009). *Edible Films and Coatings for Food Applications*. Springer Science+Business. New York.
- Falah, Z.K., Suryati., dan Sylvia, N. (2021). Pemanfaatan Tepung Glukomanan dari Pati Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film. *Chemical Engineering Journal Storage*, 1(3), 50-62.
- Fatnasari, A., Nocianitri, K. A., & Suparhana, I. P. (2018). Pengaruh konsentrasi gliserol terhadap karakteristik edible film pati ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Scientific Journal of Food Technology*, 5(1), 27-35.
- Gusmalawati, D., Arumingtyas, E. L., Azrianingsih, R., & Mastuti, R. (2019, December). LC-MS analysis of carbohydrate components in Porang tubers (*Amorphophallus muelleri* Blume) from the second and the third growth period. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 391, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.
- Halim, Y., dan Katherina, L. (2019). Karakteristik Edible Film dari Kulit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) dan Umbi Porang (*Amorphophallus Muelleri* Blume). *Jurnal Sains dan Teknologi*, 3(1), 13-28.
- Hasdar, M., Erwanto, Y., dan Triatmojo, S. (2011). Karakteristik Edible Film yang Diproduksi dari Kombinasi Gelatin Kulit Kaki Ayam dan Soy Protein Isolate. *Buletin Peternakan*. 35(3), 188-196
- Hasin, A., & Zain, R. (2019). Analisis kadar kalsium oksalat (CaC_2O_4) pada daun dan batang tanaman bayam di pasar tradisional Kota Makassar. *Jurnal Media Laboran*, 9(1), 6-11.
- Lindriati, T., Praptiningsih, Y., & Wijayanti, D. F. (2014). Karakteristik Fisis Gel Edible Film yang Dibuat dengan Variasi pH dan Rasio Kasein dan Tapioka (Physical Characteristics of Edible Film Gel Made under Various pH and Ratio of Casein and Tapioca). *Jurnal Ilmu Dasar*, 15(1), 51-58.
- Masniawati, A., Johannes, E., Magfira, M., & Tuwo, M. (2023). Analisis Glukomanan Umbi Porang (*Amorphophallus Muelleri* Blume) dari Beberapa Daerah di Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 14(2).
- Nugraha, B. E., Ahmad, U., & Nugroho, L. E. P. (2018). Kajian Efikasi Asap Cair dan Karakterisasi Film Lilin Lebah dan Asap Cair untuk Mencegah Serangan Cendawan pada Buah Salak Pondoh. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 6(3), 287-294.
- Nugrahaeni, N., Hapsari, R. T., Indriani, F. C., Amanah, A., Yusnawan, E., Mutmaidah, S., & Utomo, J. S. (2021, November). Morphological characteristics of Madiun 1, the First Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) released cultivar in Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 911, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Nugraheni, B., & Sulistyowati, E. (2018). Analisis Kimia, Makronutrien dan Kadar Glukomanan pada Tepung Umbi Porang (*Amorphophallus konjac* K. Koch) setelah Dihilangkan Kalsium Oksalatnya menggunakan NaCl 10%. *REPOSITORY STIFAR*, 92-101.
- Nurjanah, Z., (2010). Kajian Proses Pemurnian Tepung Glukomanan dari Umbi Iles-Iles Kuning (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Menggunakan Enzim - Amilase. Karya Tulis, Institut Pertanian Bogor.
- Putra, H.P. dan Yuriandala, Y. (2010). Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 2(1), 21-31.
- Putri, C. I., Warkoyo, W., & Siskawardani, D. D. (2022). Karakteristik edible film berbasis pati bentul (*Colocasia esculenta* (L) schoott) dengan penambahan gliserol dan filtrat kunyit putih (*Curcuma zedoaria* rosc). *Food Technology and Halal Science Journal*, 5(1), 109-124.
- Rahim, A., Sukmawati, S. Kadir, Jusman, Rahmi dan If'all. (2019). Karakteristik Fisikokimia Pati Aren Asetat Fosfat pada Berbagai Konsentrasi Natrium Trimetafosfat dan Tripolifosfat. *B. Palma*, 20(2), 119-125.
- Sari, N. W., Fajri, M. Y., & Wilapangga, A. (2018). Analisis fitokimia dan gugus fungsi dari ekstrak etanol pisang goroho merah (*Musa acuminata* (L)). *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 2(1).
- Suyatma, N. E., & Taqi, F. M. (2022). the Effect Of Heating Time, Type And Plasticizer Concentration On Characteristics Of Termoplastic -Karagenan. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 10(1), 29-40.
- Umaraw, P. dan Verma, A.K. (2017). Comprehensive Review on Application of Edible Film on Meat and Meat Products: An Eco-Friendly Approach. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(6), 1270-1279.
- Wardani, R. K., & Handrianto, P. (2019). Analisis kadar kalsium oksalat pada tepung porang setelah perlakuan perendaman dalam larutan asam (Analisis dengan metode titrasi permanganometri). *Journal of Research and Technology*, 5(2).
- Widarta, W., Rukmini, A., Santoso, U., Supriyadi dan Raharjo, S. (2022). Optimization of oil-in-water emulsion capacity and stability of octenyl succinic anhydride-modified porang glucomannan (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Heliyon*, 8(2022).
- Yang, D., Yuan, Y., Wng, L., Wang, X., Mu, R., Pang, J., Xiao, J., Zheng, Y. (2017). A Review on Konjac Glucomannan Gels: Microstructure and Application. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(11), 1-18.