

PENGEMBANGAN *EDIBLE FILM* DARI PATI SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN BERBAGAI REMPAH SEBAGAI KEMASAN KOPI INSTAN UNTUK MENINGKATKAN SIFAT FUNGSIONAL MINUMAN KOPI

[Development of Edible Cassava Starch Film with Spice Powder Additions as Packaging to Improve the Functional Properties of Coffee Drink]

Syahrizal Nasution^{1✉}, Hesti Ayuningtyas Pangastuti¹, Ilham Marvie¹, Anjelin Novita Sari¹, Chinta Risdiana¹, Finna Fathin Fadilla¹, Laura Indah Thesalonica Lubis¹

¹Program Studi teknologi Pangan Institut Teknologi Sumatera

ABSTRACT

Edible film is a biodegradable packaging that can serve as a solution to reduce environmental pollution caused by conventional plastic waste. Cassava starch has the potential to be used as a base material for edible films due to its high production rate and low cost. Cassava starch is used to develop edible films with the addition of spice powders for coffee packaging applications. The aim of this study is to determine how the addition of various types of spice powders (ginger, lemongrass, and curcuma) affects the moisture content, thickness, water vapor transmission rate, antioxidant activity, and antifungal properties of cassava starch films used for coffee packaging. The addition of spice powders resulted in edible films that did not significantly affect moisture content, thickness and water vapor transmission rate. The water vapor transmission rate test showed that the edible film samples with added spice powders met the Japanese Industrial Standard (JIS), with a maximum limit of 10 g/hour/m². Antioxidant testing indicated that the films could provide antioxidant activity, with the best result obtained from curcuma addition (90.22%). Antifungal testing showed that curcuma powder was the most effective, with the highest inhibition zone (2.35 mm).

Keywords: *Cassava starch, coffee, edible film, spice powder*

ABSTRAK

Edible film adalah kemasan biodegradable yang dapat menjadi solusi dalam mengurangi pencemaran lingkungan akibat sampah plastik konvensional. Pati singkong mempunyai potensi untuk dijadikan bahan dasar film yang dapat dimakan, karena produksi singkong yang tinggi dan murah. Pati singkong digunakan untuk mengembangkan edible film dengan penambahan bubuk rempah untuk aplikasi pengemas kopi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan bagaimana penambahan berbagai jenis bubuk rempah (jahe, sereh, dan temulawak) mempengaruhi kadar air, ketebalan, laju transmisi uap air, aktivitas antioksidan, dan antikapang film pati singkong sebagai pengemas kopi. Penambahan bubuk rempah menghasilkan edible film yang tidak berpengaruh terhadap kadar air, ketebalan dan laju transmisi uap air. Hasil pengujian laju transmisi uap air menunjukkan bahwa sampel edible film dengan penambahan bubuk rempah sudah memenuhi standar JIS (Japanese Industrial Standard), yaitu maksimal 10 g/jam/m². Pengujian antioksidan menunjukkan bahwa film dapat memberikan aktivitas antioksidan dengan penambahan bubuk terbaik yaitu temulawak (90,22%). Pengujian antikapang menunjukkan bahwa penambahan bubuk terbaik yaitu temulawak dengan zona hambat tertinggi (2,35 mm).

Kata Kunci: Bubuk rempah, edible film, kopi, pati singkong

✉ **Corresponding Author:**
Syahrizal Nasution
Institut Teknologi Sumatera
Email: syahrizal.nasution@tp.itera.ac.id

*This is an open access article under the **CC BY-SA** license:*



PENDAHULUAN

Salah satu aspek penting dalam produk pangan adalah kemasan. Kemasan dapat memperpanjang daya simpan serta meningkatkan nilai jual bahan pangan yang dikemas (Ulyarti et al., 2022). Para pelaku usaha cenderung memilih plastik sebagai kemasan karena plastik memiliki keunggulan diantaranya kuat namun ringan, tahan karat, bersifat termoplastik (dapat direkat dengan pemanasan), serta dapat dimodifikasi dengan penambahan label atau cetakan (Gunawan, 2020). Namun, kemasan plastik yang umum digunakan saat ini adalah plastik non-biodegradable, yaitu plastik yang sulit terurai melalui proses biologis (Ulyarti et al., 2022).

Penggunaan kemasan plastik secara terus menerus akan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Berdasarkan data dari Sistem Pengolahan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2022, Indonesia menjadi penghasil sampah plastik sebesar 18,47% atau sama dengan 3.283.340,97 ton/tahun dari total timbunan sampah nasional (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2024). Sampah plastik yang menumpuk menimbulkan dampak negatif baik terhadap lingkungan ataupun kesehatan manusia, maka dari itu diperlukan upaya untuk mengurangi dan menggantinya dengan kemasan yang lebih ramah lingkungan.

Edible film dapat digunakan sebagai solusi untuk masalah limbah plastik karena merupakan kemasan yang dapat terurai secara alami (Ulyarti et al., 2022). *Edible film* terbuat dari bahan yang aman untuk dimakan langsung dan dapat digunakan sebagai pelapis atau di antara komponen makanan. Berdasarkan bahan utamanya, *edible film* terbagi menjadi tiga jenis yaitu: hidrokoloid (protein dan polisakarida), lipid, dan komposit (Juwita et al., 2019). Bahan dasar dari hidrokoloid lebih banyak digunakan dalam pembuatan *edible film* karena bersumber paling banyak di alam. Bahan dasar pembuatan film dari hidrokoloid juga memiliki keunggulan, diantaranya efektif dalam melindungi produk dari oksigen, karbondioksida, dan lipid.

Pati sebagai hidrokoloid berpotensi untuk dikembangkan menjadi *edible film* karena keberadaannya yang melimpah pada bahan pangan seperti singkong. Pati singkong juga dimanfaatkan sebagai bahan baku *edible film* karena bersifat tidak beraroma, tidak berasa, tidak beracun, transparan, bersifat *biodegradable*, serta sangat jernih (BPS, 2014). Menurut Badan Pusat Statistik (2015), Lampung adalah provinsi yang menghasilkan ubi kayu/singkong terbanyak dengan produksi sebesar 7.387.084 ton. Menurut *United States Department of Agriculture* (2024), Indonesia adalah negara keempat penghasil kopi terbesar di dunia setelah Brasil dan Vietnam, dengan jumlah produksi total sebesar 9,7 juta kantong. Sementara menurut Badan Pusat Statistik (2022), provinsi Lampung menyumbang 118.139,00 ton kopi.

Aluminium Laminated Polyethylene (ALP) dan *Polyethylene Terephthalate* (PET) adalah dua bahan yang biasanya digunakan untuk mengemas kopi (Andayani & Agustini, 2019). Namun, pengemasan dengan plastik akan meningkatkan jumlah sampah yang ada, mengingat sampah plastik adalah sampah yang sulit diuraikan. Dalam penelitian ini, *edible film* digunakan sebagai kemasan primer untuk meningkatkan kualitas kemasan kopi. Kemasan primer adalah kemasan yang bersentuhan langsung dengan produk yang dikemas. Pada penelitian ini dilakukan juga penambahan tanaman lokal Indonesia yang berperan sebagai antioksidan dan antikapang untuk meningkatkan fungsionalitas *edible film*.

Beberapa jenis tanaman yang memiliki potensi sebagai antioksidan dan antikapang adalah jahe, sereh, dan temulawak. Komponen senyawa fenolik dalam rempah mempunyai sifat polar dan berfungsi sebagai penangkap radikal bebas (Johannes et al., 2022). Jahe mempunyai senyawa flavonoid seperti gingerol dan shogaol yang berperan sebagai antioksidan (Rizkita, 2017). Senyawa bioaktif yang terkandung dalam jahe seperti fenol, flavonoid, terpenoid, dan minyak atsiri dapat menghambat pertumbuhan mikroba (Ahnafani et al., 2024). Kurkumin pada temulawak merupakan komponen utama yang berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan (Nairfana & Ramdhani, 2021). Kandungan germacrone, α -curcumin dan zingiberene pada temulawak memiliki aktivitas antibakteri dan mampu mencegah pertumbuhan mikroba. Sereh mengandung komponen flavonoid yang berperan sebagai

antioksidan (Putri et al., 2021). Selain itu, kandungan saponin, flavonoid, polifenol, serta minyak atsiri dalam sereh memiliki aktivitas sebagai antibakteri (Winarti, 2013). Komponen senyawa fenolik yang terkandung dalam rempah-rempah ini juga efektif dalam menghambat pertumbuhan patogen berbahaya seperti jamur *Neurospora* sp, *Rhizopus* sp, dan *Penicillium* sp (Mutaqin et al., 2022).

Penelitian penambahan minyak atsiri dalam pembuatan *edible film* telah banyak dilakukan. Penelitian Johannes et al. (2022), menunjukkan bahwa *edible film* yang dibuat dengan penambahan minyak atsiri rimpang temulawak menunjukkan aktivitas antioksidan sebesar 11,828% DPPH/mg sampel. Selain itu, film yang dibuat dengan ekstrak jahe merah juga telah dilakukan oleh Rizkita (2017) yang menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai $IC_{50} = 82,55$ ppm mampu menekan pertumbuhan jamur pada roti hingga 9 hari setelah masa kadaluarsa. Penambahan minyak atsiri sereh dapur dengan konsentrasi minimal 0,3% dapat menghambat pertumbuhan jamur *Aspergillus* sp. dengan persentase daya hambat 23,92 mm dan dengan konsentrasi 0,5% dapat menghambat pertumbuhan secara total (Ella et al., 2013). Namun, penggunaan rempah dalam bentuk minyak atsiri mempunyai kekurangan yaitu mudah teroksidasi dan sulit terdispersi dalam bahan kering (Nairfana dan Ramdhani, 2021). Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini melakukan pengembangan penggunaan rempah dalam bentuk bubuk karena lebih praktis, tahan lama, dan mudah dicampur dengan makanan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana penambahan bubuk rempah ke dalam film makanan berbahan baku pati singkong mempengaruhi kadar air, laju transmisi uap air (WVTR), sifat antioksidan, ketebalan, dan sifat antikapang.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Pati Singkong (Liauw Liong Pit Tjap Orang Tani, Indonesia), Gliserol (Raja Kimia, Indonesia), Gelatin (Granology, Indonesia), Aquades, Bubuk Rempah (Bumbu Kitchen, Indonesia), Bubuk Kopi Robusta Lampung (Kopi 49, Indonesia), silika gel (Oxyfree, China), isolasi, methanol (ROFA, Indonesia), larutan 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) (ROFA, Indonesia), Media PDA (Potato Dextrose Agar), serta NaCl (ROFA, Indonesia).

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hot plate* (Maspion, Indonesia), timbangan analitik (Biobase tipe BA2204C, China), oven lab (Memmert UN 55, Jerman), desikator (Duran DN 300, Jerman) dan spektrofotometer (Shimadzu Genesys 150, Jepang), mikroskop, termometer, mikrometer sekrup (Syntex), dehidrator, cetakan kaca atau loyang, gelas ukur 100 mL dan 50 mL, inkubator lab (memmert), tabung reaksi, mikropipet, cawan petri, dan silikon.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan faktor variasi bubuk rempah yang digunakan. Penelitian dilakukan dengan dua ulangan. Tahapan pertama adalah pembuatan *edible film* menggunakan metode *solvent casting* yaitu penambahan pelarut. Pati singkong sebanyak 10 gram ditambahkan dengan 100 mL air, 0,1 gram gelatin, dan 5 mL gliserol, serta dilakukan penambahan konsentrasi bubuk rempah. Bubuk rempah yang digunakan adalah jahe, sereh dan temulawak dengan konsentrasi 1% (b/b) untuk setiap rempah. Larutan pati singkong diaduk dan dipanaskan selama 15 menit atau sampai suhu mencapai 70°C. Selanjutnya, bahan tersebut dituangkan ke dalam loyang yang telah dialasi silikon dan dikeringkan menggunakan dehidrator selama 5 jam dengan suhu 60°C (Nasution et al., 2024). Pengujian yang dilakukan meliputi kadar air, laju transmisi uap air (WVTR), aktivitas antioksidan, ketebalan, dan antikapang. Pengujian kadar air menggunakan metode Thermogravimetri AOAC Tahun 2012 (AOAC, 2012). Pengujian laju transmisi uap air dilakukan menggunakan metode cawan yang diukur secara gravimetri (Dewi et al., 2021). Aktivitas antioksidan diukur dengan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) (Ramdhani et al., 2022). Pengukuran

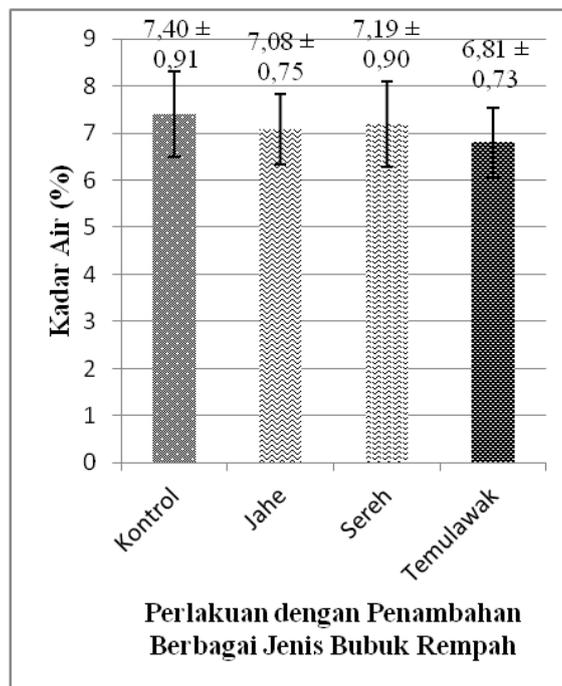
ketebalan dilakukan menggunakan alat mikrometer sekrup yang memiliki ketelitian 0,001 mm (Rahmi et al., 2022). Aktivitas antikapang diuji melalui metode difusi disk yang telah dimodifikasi, dengan cara membentuk cakram film sebagai penghambat pertumbuhan kapang pembusuk pada sampel kopi yang diuji (Djenar et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian yang meliputi uji kadar air, laju transmisi uap air (WVTR), aktivitas antioksidan ketebalan, dan aktivitas antikapang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

Kadar Air

Kadar air menjadi parameter penting pada *edible film* yang berperan menentukan kemampuan film tersebut untuk menjaga kestabilan produk yang dibalutnya (Rahmi et al., 2022). Komposisi dan karakteristik bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan *edible film* dapat secara signifikan mempengaruhi tingkat kadar air yang terkandung di dalamnya (Akbar et al., 2013). Kadar air *edible film* dengan penambahan beberapa bubuk rempah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kadar Air *Edible Film* dengan Penambahan Beberapa Bubuk Rempah

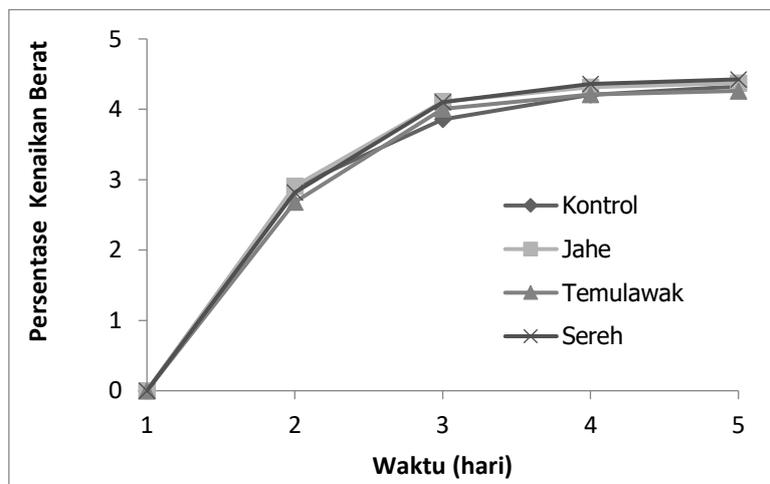
Hasil uji menunjukkan bahwa pengaruh penambahan bubuk rempah tidak menghasilkan perbedaan yang signifikan ($P > 0.05$) terhadap kadar air *edible film* kontrol. Hal tersebut disebabkan oleh penambahan bubuk rempah hanya 1% dari jumlah pati singkong yang digunakan, sehingga menghasilkan efek yang tidak signifikan pada kemampuan *edible film* dalam mengikat air. Kadar air dalam penelitian ini bernilai relatif lebih rendah bila dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya yang telah dilakukan Nasution et al. dengan kadar air *edible film* pati singkong berkisar 20,82 hingga 29,71% (Nasution et al., 2024). Perbedaan ini terjadi karena penggunaan durasi pengeringan yang lebih singkat yakni hanya selama 1,5 jam.

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengukur jumlah air bebas yang menguap dari bahan pangan. Air bebas merupakan air yang dapat menguap dalam proses pemanasan dan air tidak bebas adalah air yang tidak dapat menguap karena melekat secara alami pada sel dan molekul bahan pangan (Julyaningsih et al., 2023). Kadar air dalam pangan juga mampu mempengaruhi kualitas suatu bahan pangan (Budijanto et al., 2020). Air bebas dalam bahan pangan berpotensi menjadi penyebab kerusakan

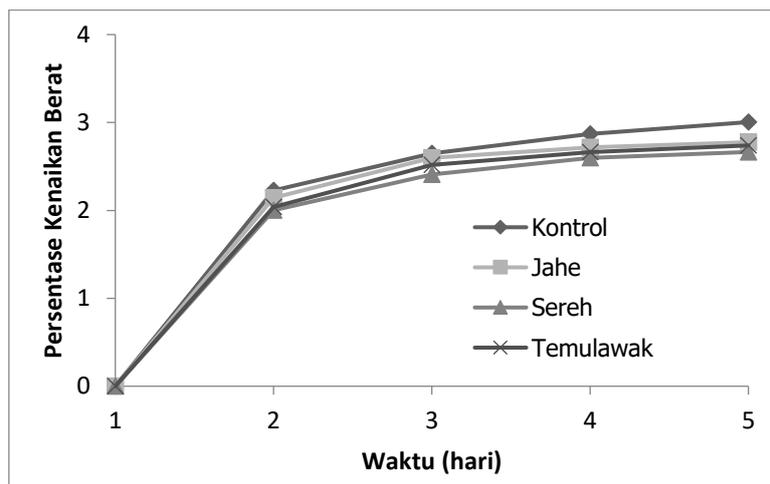
yang disebabkan oleh faktor mikrobiologis, kimiawi, enzimatis, dan aktivitas serangga perusak (Rohyani et al., 2015).

Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air merupakan salah satu aspek penting yang menentukan kualitas dan ketahanan edible film. Nilai laju transmisi uap air memperlihatkan seberapa efektif *edible film* tersebut dalam membatasi pergerakan uap air, sehingga dapat memberikan estimasi masa simpan suatu produk (Safitri et al., 2020). Dalam penelitian ini, dua media yakni silika gel dan bubuk kopi digunakan untuk mengamati laju transmisi uap air. Pengujian dengan menggunakan silika gel dilakukan untuk mengamati difusi uap air melalui film yang diserap oleh silika gel sehingga menyebabkan peningkatan berat cawan. Perlakuan dengan silika gel merepresentasikan kondisi ideal film pada lingkungan dengan kelembapan yang terkendali. Selain itu, pengujian menggunakan media kopi dimaksudkan untuk mengevaluasi kemampuan edible film sebagai pengemas dalam menahan laju perpindahan uap air pada kopi.



Gambar 2. Persentase Kenaikan Berat Cawan Pengujian Laju Transmisi Uap Air *Edible Film* dengan Silika Gel Selama Penyimpanan



Gambar 3. Persentase Kenaikan Berat Cawan Pengujian Laju Transmisi Uap Air *Edible Film* dengan Kopi Bubuk Selama Penyimpanan

Pengujian laju transmisi uap air dilakukan selama 5 hari. Semua perlakuan, baik sampel kontrol maupun sampel dengan penambahan bubuk rempah (jahe, sereh, dan temulawak) mengalami peningkatan berat cawan. Hasil menunjukkan bahwa semakin lama penyimpanan *edible film*, maka

semakin meningkat juga uap air yang terdifusi ke dalam *edible film* atau ke dalam makanan yang dikemas. Berdasarkan Gambar 2 dan 3, perlakuan dengan silika gel maupun kopi bubuk mempunyai persen kenaikan berat yang besar dari hari pertama hingga hari kedua. Hal ini menunjukkan bahwa fungsi kemasan primer pada *edible film* tersebut akan lebih optimal jika ditambahkan kemasan sekunder. *Edible film* berbahan dari pati mempunyai kekurangan yakni kemampuan menghalangi uap air yang rendah karena pati bersifat hidrofilik (Ramdhani et al., 2022). Sifat hidrofilik ini akan menyebabkan *edible film* memiliki laju transmisi uap air yang tinggi (Anandito & Bukhori, 2012).

Berdasarkan pengamatan persen kenaikan berat cawan dengan kopi bubuk, diketahui bahwa sampel kontrol memiliki persen kenaikan berat yang lebih besar dibandingkan sampel *edible film* dengan penambahan bubuk rempah (jahe, sereh dan, temulawak). *Edible film* yang ditambahkan dengan bubuk rempah jahe menunjukkan persentase kenaikan berat yang lebih tinggi daripada *edible film* dengan penambahan bubuk sereh dan temulawak. Hal ini dipengaruhi oleh komposisi kimiawi jahe seperti gingerol dan shogaol yang mengandung banyak gugus hidroksil sehingga bersifat polar (Palupi & Widyaningsih, 2015), sehingga membuat *edible film* dengan penambahan bubuk jahe akan dengan mudah untuk menyerap uap air.

Tabel 1. Nilai WVTR dan Permeabilitas *Edible Film* dengan Perlakuan Silika Gel

Parameter	Perlakuan dengan Penambahan Bubuk Rempah			
	Kontrol	Jahe	Temulawak	Sereh
WVTR (g/jam.m ²)	4,50 ±0,11	4,40 ±0,28	4,5±0,15	4,54 ±0,32
Permeabilitas (g/jam.m ² .Pa)	3,253 x 10 ⁻⁷	3,347 x 10 ⁻⁷	3,785 x10 ⁻⁷	3,632 x 10 ⁻⁷

Tabel 2. Nilai WVTR dan Permeabilitas *Edible Film* dengan Perlakuan Kopi Bubuk

Parameter	Perlakuan dengan Penambahan Bubuk Rempah			
	Kontrol	Jahe	Temulawak	Sereh
WVTR (g/jam.m ²)	4,50 ±0,11	4,40 ±0,28	4,5±0,15	4,54 ±0,32
Permeabilitas (g/jam.m ² .Pa)	3,253 x 10 ⁻⁷	3,347 x 10 ⁻⁷	3,785 x10 ⁻⁷	3,632 x 10 ⁻⁷

Pengujian ini juga melakukan formulasi perhitungan untuk melihat nilai laju transmisi uap air dan permeabilitas, juga dikenal sebagai WVTR (*Water Vapor Transmission Rate*). Konsep permeabilitas dalam *edible film* merujuk pada laju kecepatan atau transmisi uap air yang melewati suatu permukaan bahan dengan ketebalan dan area tertentu. Mekanisme ini terjadi akibat perbedaan tekanan uap yang terbentuk di antara dua permukaan berbeda pada kondisi berupa suhu dan kelembapan tertentu (Akbar et al., 2013). Hasil uji menggunakan *one way* ANOVA menunjukkan bahwa nilai laju transmisi uap air *edible film* dengan penambahan bubuk rempah tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap *edible film* dengan perlakuan kontrol baik untuk perlakuan dengan silika gel maupun dengan bubuk kopi.

Namun, hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai laju transmisi uap air *edible film* sudah sesuai dengan standar JIS (*Japanese Industrial Standard*) yaitu dengan nilai maksimal 10 g/jam.m². Data yang dihasilkan menunjukkan bahwa *edible film* dengan penambahan bubuk rempah (jahe, sereh, dan temulawak) memiliki nilai laju transmisi uap air (dengan perlakuan silika gel) berkisar 4,40 hingga 4,54 g/ jam.m², sedangkan untuk nilai laju transmisi uap air *edible film* dengan perlakuan bubuk kopi memiliki nilai berkisar 2,69 hingga 2,91 g/jam.m². Hasil yang tidak menunjukkan perbedaan nyata ini dapat disebabkan oleh penambahan bubuk rempah yang hanya 1% dari jumlah pati singkong yang

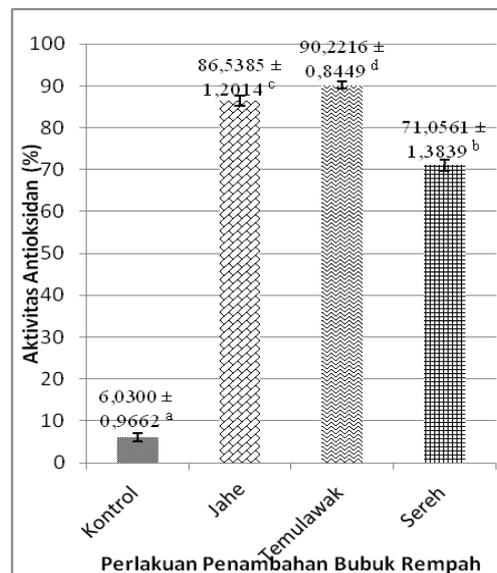
digunakan, sehingga menghasilkan efek yang tidak signifikan terhadap kemampuan *edible film* dalam menghambat transmisi uap air.

Berdasarkan Tabel 1 didapati bahwa nilai permeabilitas uap air film dengan perlakuan silika gel pada penelitian ini berkisar $3,253 \times 10^{-7}$ hingga $3,785 \times 10^{-7}$ g/jam.m².Pa, sedangkan pada perlakuan bubuk kopi pada Tabel 2 berkisar $2,10 \times 10^{-7}$ hingga $2,43 \times 10^{-7}$ g/jam.m².Pa. Hasil uji menggunakan *one way* ANOVA menunjukkan bahwa nilai permeabilitas *edible film* dengan penambahan bubuk rempah tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap *edible film* dengan perlakuan kontrol baik untuk perlakuan dengan silika gel maupun bubuk kopi. Semakin rendah nilai permeabilitas suatu kemasan, maka kemampuan kemasan dalam menghalangi uap air semakin baik (Putri et al., 2021).

Aktivitas Antioksidan

Penambahan senyawa antioksidan pada *edible film* dilakukan untuk melindungi produk kopi dari oksidasi dan mencegah radikal bebas yang dapat masuk ke dalam tubuh. Metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil) digunakan untuk menguji aktivitas antioksidan. Prinsip dari metode DPPH ini melibatkan interaksi antara antioksidan dengan DPPH yang terjadi melalui transfer elektron atau radikal hidrogen, kemudian menetralkan sifat radikal bebas DPPH. Ketika larutan DPPH berwarna ungu berinteraksi dengan bahan yang menyumbangkan elektron, DPPH akan menurun, menyebabkan warna larutan berubah dari ungu menjadi kuning terang, yang berasal dari gugus pikril (Aryani et al., 2016).

Pengujian kuantitatif aktivitas antioksidan ini dilakukan menggunakan metode DPPH dengan prinsip spektrofotometri UV-Vis untuk mengukur kapasitas peredamannya. Prinsip yang digunakan adalah dengan mengukur perubahan absorbansi yang terjadi pada larutan DPPH yang memucat pada panjang gelombang maksimum 517 nm (Nurfadillah et al., 2016). Aktivitas antioksidan *edible film* dengan penambahan beberapa bubuk rempah dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Aktivitas Antioksidan *Edible Film* dengan Penambahan Beberapa Bubuk Rempah
Keterangan: Nilai yang didampingi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha=0,05$

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa setiap perlakuan menunjukkan perbedaan nyata terhadap nilai persen inhibisi yang dihasilkan. Aktivitas antioksidan diperoleh berdasarkan sejauh mana hambatan terhadap serapan radikal DPPH dengan menghitung persentase inhibisi serapan DPPH (Rahmawati et al., 2015). Gambar 4 menunjukkan sampel dengan perlakuan penambahan bubuk temulawak memiliki nilai persen inhibisi tertinggi yaitu 90,22%, disusul sampel jahe dan sereh. Sampel kontrol memiliki nilai persen inhibisi terendah yaitu 6,03%. Keberadaan aktivitas antioksidan pada

sampel kontrol terjadi karena singkong yang secara alami mengandung betakaroten yang mampu berperan sebagai antioksidan (Ma'ruhin et al., 2024). Perbedaan ini menunjukkan bahwa penambahan bubuk rempah pada sampel berhasil menyempurnakan *edible film* sehingga tidak hanya sebagai pembungkus tetapi juga mengandung senyawa metabolit yang mempunyai kemampuan sebagai antioksidan (Khasanah et al., 2017).

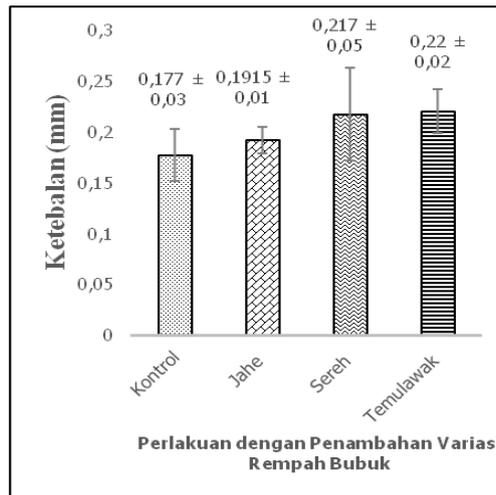
Tingginya persen inhibisi yang dihasilkan dari *edible film* dengan penambahan bubuk temulawak disebabkan kandungan senyawa metabolit kurkumin pada temulawak yang berperan sebagai antioksidan. Mekanisme kurkumin sebagai antioksidan bekerja melalui reaksi pemutusan rantai, kurkumin menyumbangkan atom H dari gugus OH yang dimiliki untuk mengikat radikal bebas dan molekul reaktif. Kurkumin juga memiliki dua kelompok senyawa fenolik dan satu kelompok senyawa metilen (CH₂). Kelompok-kelompok ini memiliki kemampuan untuk melepaskan atom hidrogen untuk menghasilkan spesies oksigen reaktif ROS (*Reactive Oxygen Species*) (Purnamasari et al., 2014). ROS merupakan sebuah molekul atom yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan, sehingga menjadi tidak stabil dan berusaha untuk mendapatkan pasangan elektron dari molekul lain (Astuti, 2012).

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Wuryatmo et al. (2021) dan Wijayanti et al. (2018) yang menyatakan bahwa ekstrak sereh dan jahe memiliki nilai persen inhibisi yang lebih rendah dari temulawak yaitu masing-masing 79,96% dan 83-94%. Penelitian Kiani et al. (2022) juga menyatakan bahwa ekstrak temulawak memiliki kemampuan antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sereh dan jahe yaitu 1126,12 mg TE/100 g.

Penelitian Kusumawati & Putri (2013) juga menyatakan bahwa kandungan senyawa fenol pada perasan temu hitam memiliki peran penting dalam aktivitas antioksidan pada *edible film*. Senyawa fenol ini bekerja dengan menangkap radikal bebas melalui reaksi dengan gugus -OH (Kusumawati & Putri, 2013). Kopi yang juga mengandung kafein dan asam klorogenat berfungsi sebagai antioksidan yang dapat membantu mengurangi kerusakan sel akibat radikal bebas. (Kuncoro et al., 2018). Kemasan yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan dapat melindungi produk dari proses oksidasi (Nuansa et al, 2017). *Edible film* dengan penambahan bubuk rempah memiliki kemampuan sebagai antioksidan, sehingga dapat melindungi kopi yang dikemas dari reaksi oksidasi terhadap senyawa antioksidan maupun senyawa aktif dalam kopi.

Ketebalan

Pengujian ketebalan *edible film* dilakukan dengan cara mengukur jarak terpendek antara dua bidang sejajar pada lima titik berbeda pada *edible film*. Pengukuran ketebalan merupakan aspek penting dalam menilai mutu *edible film*. Hal ini dikarenakan ketebalan film dapat mempengaruhi sifat mekanik dan kemampuan penghalang dari film tersebut. Ketebalan *edible film* menentukan kelayakan bagi film tersebut sebagai pengemas produk pangan. Ketebalan *edible film* dalam penelitian ini menunjukkan rentang antara 0,17 mm sampai 0,22 mm. Sehingga, dapat dikategorikan baik karena masih berada di bawah batas maksimal standar ketebalan menurut *Japanese Industrial Standard* sebesar 0,25 mm. *Edible film* sebagai pelapis dikatakan kurang baik jika memiliki ketebalan lebih dari 0,25 mm, dikarenakan kurang memiliki kemampuan untuk membatasi pertukaran gas yang dihasilkan dari respirasi sehingga produk lebih cepat rusak (Setyarini & Krisnansari, 2011). Ketebalan *edible film* dengan penambahan beberapa bubuk rempah dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Ketebalan *Edible Film* dengan Penambahan Beberapa Bubuk Rempah

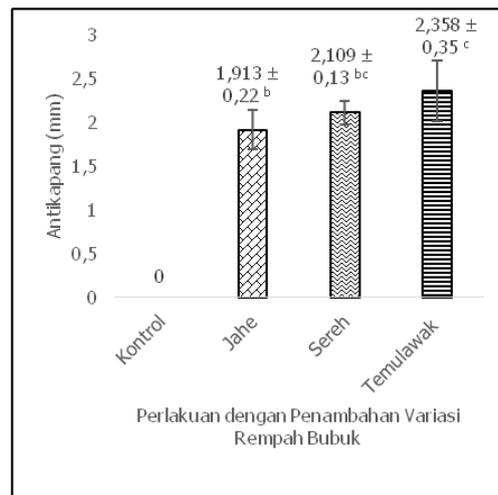
Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penambahan bubuk rempah (jahe, sereh, dan temulawak) tidak berpengaruh nyata terhadap ketebalan *edible film* ($P > 0.05$). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel kontrol memiliki ketebalan 0,177 mm, sampel dengan penambahan bubuk jahe mempunyai ketebalan sebesar 0,1915 mm, bubuk sereh 0,217 mm, dan bubuk temulawak 0,22 mm. Perbedaan yang tidak signifikan ini disebabkan oleh penambahan bubuk rempah yang hanya 1% dari jumlah pati singkong yang ditambahkan. Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa peningkatan komposisi zat pembentuk *edible film* dapat memperbanyak kandungan padatan terlarut, sehingga berpotensi memengaruhi ketebalan lapisan *edible film* (Kusumawati & Putri, 2013).

Ketebalan *edible film* dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku, komposisi bahan tambahan, serta volume cairan yang dituangkan ke dalam cetakan. Semakin besar ketebalan film, semakin kaku dan keras sifat *edible film* yang dihasilkan. Produk yang dikemas akan lebih terlindungi dari pengaruh luar karena *edible film* memiliki sifat penghalang atau toleransi migrasi gas yang baik karena struktur film yang lebih rapat (Supeni et al., 2015).

Aktivitas Antikapang

Pengujian aktivitas antikapang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan variasi bubuk rempah yaitu jahe, sereh, dan temulawak terhadap aktivitas daya hambat kapang pembusuk pada kopi. Metode dalam pengujian ini yaitu menggunakan metode difusi cakram. Rempah rempah yang ditambahkan dalam pembuatan *edible film* berpotensi memiliki zat antimikroba. Bubuk rempah memiliki komponen bioaktif yang mampu menyebar secara merata di media agar. Penyebaran ini mengakibatkan terhalangnya perkembangan kapang dan terciptanya zona bening pada media pertumbuhan mikroba. Aktivitas antikapang *edible film* dengan penambahan beberapa bubuk rempah dapat dilihat pada Gambar 6.

Berdasarkan hasil uji ANOVA didapatkan bahwa setiap perlakuan menunjukkan perbedaan nyata terhadap nilai zona hambat yang dihasilkan. Gambar 6 menunjukkan bahwa sampel dengan perlakuan penambahan variasi bubuk rempah (jahe, sereh, dan temulawak) menunjukkan nilai zona hambat pada kapang *Aspergillus niger*. Penambahan bubuk temulawak memiliki zona hambat tertinggi yaitu 2,358 mm, sedangkan nilai zona hambat terendah diperoleh sampel kontrol yaitu tidak menunjukkan adanya aktivitas antikapang. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa penambahan bubuk rempah mempengaruhi sampel *edible film* karena kandungan senyawa pada rempah mempunyai kemampuan sebagai antikapang.



Gambar 6 Aktivitas Antikapang *Edible Film* dengan Penambahan Beberapa Bubuk Rempah
Keterangan: Nilai yang didampangi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha=0,05$

Tingginya aktivitas antikapang yang dihasilkan pada *edible film* dengan penambahan bubuk rempah temulawak disebabkan oleh senyawa aktif berupa kurkuminoid yang berperan sebagai antimikroba (Putri & Fibrianto, 2018). Pada penelitian ini bubuk temulawak dengan konsentrasi 1% mempunyai aktivitas antikapang pada *Aspergillus niger* dengan zona hambat 2,358 mm. Penelitian lain menyatakan bahwa 2-6% oleoresin ampas temulawak dapat menghambat pertumbuhan *Aspergillus niger* dengan nilai zona hambat sebesar 15,06-16,34 mm (Atmaka et al., 2016). Mekanisme kurkumin sebagai antikapang adalah dengan menghambat pertumbuhan kapang berlangsung melalui kerusakan struktural membran sel mikroorganisme. Kerusakan struktural tersebut mengakibatkan terjadinya kebocoran sel yang menyebabkan keluarnya molekul penting seperti protein dan asam nukleat dari dalam sel. Hal ini mengganggu permeabilitas sel, sehingga aktivitas sel menjadi terhambat atau bahkan menyebabkan kematian sel (Setyarini & Krisnansari, 2011).

Aktivitas antikapang bubuk sereh mampu menghambat pertumbuhan *Aspergillus niger* dengan zona bening sebesar 2,109 mm. Penelitian Matasyoh et al. (2011) menyatakan bahwa minyak atsiri rempah sereh memiliki kemampuan antikapang yang signifikan, disebabkan oleh keberadaan senyawa aktif seperti neral dan geranial. Senyawa aktif ini dapat berdifusi ke dalam media agar dan menciptakan zona bening pada media pertumbuhan mikroba.

Penambahan bubuk jahe mempunyai aktivitas antikapang sebesar 1,913 mm. Mekanisme jahe sebagai antijamur atau antikapang yaitu gingerol dan limonen yang terdapat dalam jahe dapat mengurangi integritas dinding sel jamur selama pertumbuhan dalam media nutrisi (Abdullahi et al., 2020). Selain itu, senyawa tersebut bekerja dengan memblokir B-adrenoreseptor yang dapat mempengaruhi enzim keratinase. Enzim ini berperan dalam menghambat pertumbuhan lipid pada membran sel, serta mengganggu proses oksidasi dalam sintesis lipid sehingga mengakibatkan kerusakan pada dinding sel jamur (Johannes et al., 2022).

Rempah temulawak menghasilkan zona hambat yang lebih besar terhadap kapang *Aspergillus niger* dibandingkan dengan jahe dan sereh. Temulawak kaya akan senyawa kurkuminoid seperti kurkumin yang memiliki aktivitas antimikroba yang kuat. Kurkumin bekerja dengan merusak membran sel mikroba termasuk kapang, sehingga menyebabkan penghambatan pertumbuhan lebih efektif (Setyarini & Krinansari, 2011). Jahe dan sereh juga memiliki senyawa antimikroba, tetapi kandungan kurkuminoid yang ada dalam temulawak lebih tinggi. Fraksi pati, kurkuminoid dan minyak atsiri adalah komponen kimia temulawak (Sugiarti et al., 2011). Gingerol dan shogaol adalah salah satu komponen utama jahe (Fahdi, 2022). Sedangkan flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin adalah komponen utama pada sereh. Kurkuminoid memiliki berat molekul lebih besar dibandingkan dengan gingerol dalam jahe

dan flavonoid dalam serih yaitu 368,38 g/mol, sehingga memberikan aktivitas antijamur yang lebih kuat terhadap *Aspergillus niger* dibandingkan dengan penambahan jahe dan serih. Berat molekul gingerol jahe adalah 294,38 g/mol dan berat molekul flavonoid pada serih adalah 284 g/mol (Fitrya et al., 2009).

KESIMPULAN

Edible film dengan penambahan bubuk rempah mempunyai kadar air, ketebalan dan nilai laju transmisi uap air yang tidak berbeda. *Edible film* dengan penambahan bubuk rempah (jahe, temulawak dan serih) mempunyai nilai laju transmisi uap air yang sudah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*), dengan range laju transmisi uap air 4,4015 s/d 4,5489 g/jam.m². Senyawa metabolit yang terkandung pada rempah mampu memberikan kemampuan antioksidan pada *edible film* sebagai pengemas dengan aktivitas antioksidan terbaik adalah film dengan penambahan temulawak (1%) sebesar 90,22%. Adapun aktivitas antikapang tertinggi terdapat pada sampel dengan penambahan bubuk temulawak (1%) yaitu sebesar 2,35 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullahi, A., Khairulmazmi, A., Yasmeen, S., Ismail, I. S., Norhayu, A., Sulaiman, M. R., & Ismail, M. R. (2020). Phytochemical profiling and antimicrobial activity of ginger (*Zingiber officinale*) essential oils against important phytopathogens. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(11), 8012–8025. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.09.031>.
- Ahnafani, M. N., Nasiroh, N., Aulia, N., Lestari, N. L. M., Ngongo, M., & Hakim, A. R. (2024). Jahe (*Zingiber officinale*) : tinjauan fitokimia, farmakologi, dan toksikologi. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*, 11(10), 1992–1998. <https://doi.org/10.33024/jikk.v11i10.15945>.
- Akbar, F., Anita, Z., & Harahap, H. (2013). Pengaruh waktu simpan film plastik biodegradasi dari pati kulit singkong terhadap sifat mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 11–15. <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i2.1431>.
- Anandito, R. B. K., & Bukhori, A. (2012). Pengaruh gliserol terhadap karakteristik edible film berbahan dasar tepung jali (*Coix lacryma-jobi* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(1), 17–23. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13534>.
- Andayani, O., & Agustini, S. (2019). Penentuan masa simpan kopi bubuk dalam kemasan aluminium laminated polyetilen (ALP) dan polyetilen ptalat (PET). *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 30(2), 148–153.
- AOAC. (2012). Official Method of Analysis of AOAC International. USA
- Arnanda, Q. P., & Nuwarda, R. F. (2019). Penggunaan radiofarmaka teknesium-99m dari senyawa glutation dan senyawa flavonoid sebagai deteksi dini radikal bebas pemicu kanker. *Farmaka*, 17(2), 236-243. <https://doi.org/10.24198/jf.v17i2.22071>.
- Aryani, A., Sulistyningrum, T. W., & Norhayani, N. (2016). Pengaruh penambahan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) pada pengolahan fishstick ikan Toman (*Channa micropeltes*). *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal of Tropical Animal Science)*, 5(2), 57-63. <https://unkripjournal.com/index.php/JIHT/article/view/89>.
- Astuti, S. (2012). Isoflavon kedelai dan potensinya sebagai penangkap radikal bebas. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 13(2), 126–136. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTHP/article/view/74/0>.
- Atmaka, W., Manuhara, G. J., Destiana, N., Kawiji, K., Khasanah, L. U., & Utami, R. (2016). Karakterisasi pengemas kertas aktif dengan penambahan oleoresin dari ampas pengepresan rimpang

- temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). *Reaktor*, 16(1), 32–40. <https://doi.org/10.14710/reaktor.16.1.32-40>
- Azkiyah, S. Z. (2020). Pengaruh uji antibakteri ekstrak rimpang jahe terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara in vitro. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 1(2), 71-80. <https://doi.org/10.35316/tinctura.v1i2.1003>.
- Badan Pusat Statistik. (2014). *Produksi tanaman pangan (ton), 2014–2015*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjMjMg==/produksi-tanaman-pangan.html>
- Budijanto, S., Sitanggang, A. B., Silalahi, B. E., & Murdiati, W. (2010). Penentuan umur simpan seasoning menggunakan metode *accelerated shelf life testing* (ASLT) dengan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2), 71–77.
- Dewi, R., Rahmi, R., & Nasrun, N. (2021). Perbaikan sifat mekanik dan laju transmisi uap air *edible film* bioplastik menggunakan minyak sawit dan *plasticizer* gliserol berbasis pati sagu. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), 61–77. <https://doi.org/10.29103/jtku.v10i1.4177>
- Djenar, N. S., Suryadi, J., Nursaadah, N. S., & Putri, E. (2022). Pengaruh penambahan minyak zaitun terhadap karakteristik dan reologi edible film berbahan dasar gluten. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 8(2), 127–141.
- Ella, M. U., Sumiartha, K., Suniti, N. W., Sudiarta, I. P., & Antara, N. S. (2013). Uji efektivitas konsentrasi minyak atsiri sereh dapur (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) terhadap pertumbuhan jamur *Aspergillus* sp. secara in vitro. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 2(1), 39-48. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT/article/view/4577>.
- Fahdi, F., Syahdabri, H., & Sari, H. (2022). Formulasi obat kumur ekstrak daun Sereh (*Cymbopogon citratus*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans*. *BEST Journal*, 5(1), 231-236.
- Fitrya, F., Anwar, L., & Sari, F. (2009). Identifikasi flavonoid dari buah tumbuhan mempelas. *Jurnal Penelitian Sains*, 12(3). <https://doi.org/10.56064/jps.v12i3.167>
- Gunawan, A. (2020). Pengaruh *Current Ratio* dan *Debt To Equity Ratio* terhadap harga saham pada perusahaan plastik dan kemasan. *Sosek: Jurnal Sosial dan Ekonomi*, 1(1), 29-40. <https://doi.org/10.55357/sosek.v1i1.25>
- Johannes, E., Tuwo, M., Katappanan, N., Henra, H., & Wirianti, G. (2022). *Edible coating* berbasis pati ubi kayu *Manihot esculenta* Crantz dan Jahe Merah *Zingiber officinale* var. Rubrum memperpanjang umur simpan buah tomat *Solanum lycopersicum* L. *Agrotop: Journal on Agriculture Science*, 12(2), 204-218. <https://doi.org/10.24843/AJoAS.2022.v12.i02.p03>.
- Julyaningsih, A. H., Tawali, A. B., & Hamdani, I. M. (2023). Analisis kimia konsentrat ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) dalam kapsul pada beberapa kondisi penyimpanan. *Jurnal Agritechno*, 16(2), 68–74. <https://doi.org/10.70124/at.v16i2.1056>.
- Juwita, W. P., Wirawan, S. K., & Mindaryani, A. (2019). Pengaruh proses pengeringan dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik mekanik pektin *edible film*. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (pp. C1-1–C1-6). UPN Veteran Yogyakarta.
- Kiani, H. S., Ali, A., Zahra, S., Hassan, Z. U., Kubra, K. T., Azam, M., & Zahid, H. F. (2022). Phytochemical composition and pharmacological potential of lemongrass (*Cymbopogon*) and impact on gut microbiota. *AppliedChem*, 2(4), 229-246. <https://doi.org/10.3390/appliedchem2040016>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2024). *Capaian kinerja pengelolaan sampah*. *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN)*. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>

- Khasanah, L. U., Atmaka, W., Kurniasari, D., Kawiji, K., Praseptiangga, D., & Utami, R. (2017). Karakterisasi kemasan kertas aktif dengan penambahan oleoresin ampas destilasi sereh dapur (*Cymbopogon citratus*). *Agritech*, 37(1), 60-69. <https://doi.org/10.22146/agritech.17011>.
- Kuncoro, S., Sutiarmo, L., Karyadi, J. N. W., & Masithoh, R. E. (2018). Kinetika reaksi penurunan kafein dan asam klorogenat biji kopi robusta melalui pengukusan sistem tertutup. *Agritech*, 38(1), 105-111. <https://doi.org/10.22146/agritech.26469>
- Kusumawati, D. H., & Putri, W. D. R. (2013). Karakteristik fisik dan kimia edible film pati jagung yang diinkorporasi dengan perasan temu hitam. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1), 90-100.
- Ma'rufin, I., Armisa, I., Hariyani, D. A., Nursafitri, M. D., Andrian, M. N., Sari, P. N. I., Pangestu, R. P., Wati, R., Khofifah, S. N., & Narutama, Y. A. (2024). Pemanfaatan usaha mikro dalam pengembangan UMKM produk makanan olahan tape di kecamatan Taman Kota Madiun. *JGEN : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 119-122. <https://doi.org/10.60126/jgen.v2i1.309>
- Matasyoh, J. C., Wagara, I. N., Nakavuma, J. L., & Kiburai, A. M. (2011). Chemical composition of *Cymbopogon citratus* essential oil and its effect on mycotoxigenic *Aspergillus* species. *African Journal of Food Science*, 5(3), 138-142.
- Muthi'ah, M. A., Handayani, C. B., Widyastuti, R., & Afriyanti, A. (2021). Effect of addition of lemongrass extract (*Cymbopogon citratus*) on edible film from Garut starch (*Marantha arundinaceae* L.) as an antimicrobial. *Journal of Food and Agricultural Product*, 1(2), 58-70.
- Muttaqin, A. Z., Abun, A., & Sujana, E. (2022). Pengaruh jenis pelarut pada ekstraksi jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) terhadap aktivitas bakteri penyebab penyakit pada hewan ternak in vitro. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 746-755. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v10i2.5823>
- Nadia, L. S., Lejap, T. Y. T., & Rahmanto, L. (2023). Pengaruh pengolahan pangan terhadap kadar air bahan pangan. *Journal of Innovative Food Technology and Agricultural Product*, 1(1), 5-8. <https://doi.org/10.31316/jitap.vi.5780>.
- Nairfana, I., & Ramdhani, M. (2021). Karakteristik fisik edible film pati jagung (*Zea mays* L) termodifikasi kitosan dan gliserol. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 7(1), 91-102.
- Nasution, S., Sihombing, G., Auli, W. N., Harmiansyah H., & Lianti L. (2023). Penerapan *edible film* dari singkong sebagai kemasan primer ramah lingkungan pada produk UMKM Kopi 49. *Kreatif: Jurnal Pengabdian Masyarakat Sains dan Teknologi*, 1(2), 48-53. <https://doi.org/10.35706/kreatif.v1i2.10223>.
- Nasution, S., Sihombing, G., & Ramanda, M. R. (2024). Anti-fungal of edible film from cassava starch added with cinnamon and its physicochemical characteristics as environmentally friendly coffee packaging. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1302(1), 012084. IOP Publishing.
- Nuansa, M. F., Agustini, T. W., & Susanto, E. (2017). Characteristic and antioxidant activity of edible film from refined carrageenan with the addition of essential oil. *Jurnal Pengolahan & Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6(1), 54-62.
- Nurfadillah, N., Chadijah, S., & Rustiah, W. (2016). Analisis antioksidan ekstrak etil asetat dari kulit buah rambutan (*Nephelium lappaceum*) dengan menggunakan metode DPPH (1, 1 difenil-2-pikrilhidrazil). *Al-Kimia*, 4(1), 78-86.

- Palupi, M. R., & Widyaningsih, T. D. (2015). Pembuatan minuman fungsional liang teh daun salam (*Eugenia polyantha*) dengan penambahan filtrat jahe dan filtrat kayu secang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1458-1464.
- Putri, M. K., Karyantina, M., & Suhartatik, N. (2021). Aktivitas antimikrobia edible film pati kimpul (*Xanthosma sagittifolium*) dengan variasi jenis dan konsentrasi ekstrak jahe (*Zingiber officinale*). *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(1), 15-24.
- Putri, W. D. R., & Fibrianto, K. (2018). *Rempah untuk Pangan dan Kesehatan*. Universitas Brawijaya Press.
- Purnamasari, I. W., Astuti, P., & Ermawati, T. (2014). Viabilitas neutrofil yang diinkubasi dalam ekstrak rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dan dipapar dengan *Streptococcus mutans*. *Journal of Dentomaxillofacial Science*, 13(3), 135-140.
- Rahmawati, R., Muflihunna, A., & Sarif, L. M. (2015). Analisis aktivitas antioksidan produk sirup buah mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dengan metode DPPH. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2(2), 97-101. <https://doi.org/10.33096/jffi.v2i2.177>
- Rahmi, Q. F., Wulandari, E., & Gumilar, J. (2022). Pengaruh konsentrasi gliserol pada gelatin kulit kelinci terhadap kadar air, ketebalan film, dan laju transmisi uap air edible film. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 3(1), 19-31. <https://doi.org/10.24198/jthp.v3i1.39444>
- Ramdhani, R., Amalia, V., & Junitasari, A. (2022). Pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap karakteristik edible film pati kentang (*Solanum tuberosum* L.) dan pengaplikasiannya pada dodol nanas. In *Gunung Djati Conference Series*, 15, 103–111.
- Rizkita, A. D. (2017). Efektivitas antibakteri ekstrak daun sereh wangi, sirih hijau, dan jahe merah terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Rohyani, I.S. Aryanti, E., & Suropto, S. (2015). Potensi nilai gizi tumbuhan pangan lokal Pulau Lombok sebagai basis penguatan ketahanan pangan nasional. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 1(1), 43–47. <https://doi.org/10.29303/jstl.v1i1.12>
- Safitri, E. L. D., Warkoyo, & Anggriani, R. (2020). Kajian karakteristik fisik dan mekanik edible film berbasis pati umbi suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*) dengan variasi konsentrasi lilin lebah. *Food Technology and Halal Science Journal*, 3(1), 57–70.
- Samota, M. K., Rawat, M., Kaur, M., & Garg, D. (2024). Gingerol: extraction methods, health implications, bioavailability and signaling pathways. *Sustainable Food Technology*, 2024, 2, 1652–1669. <https://doi.org/10.1039/D4FB00135D>.
- Setyarini, P. S., & Krisnansari, D. (2011). Perbandingan efek antifungis ekstrak lengkuas (*Alpinia galanga* Linn.) dengan ketokanazol pada isolat *Malassezia fultur*. *Jurnal Mandala of Health*, 5(2), 1-7.
- Sugiarti, L., Suwandi, A., & Syawaalz, A. (2011). Gingerol pada rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* Roscoe) dengan metode perkolasi termodifikasi basa. *Jurnal Sains Natural*, 1(2), 156–165.
- 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.
- Uge, N., Maspeke, P. N., & Liputo, S. A. (2021). Kajian proses pembuatan edible film dengan penambahan gliserol dari pati jagung Motorokiki (*Zea mays* L.) termodifikasi. *Jambura Journal of Food Technology*, 3(1).

- Ulyarti., Rizki, M., Rahmayani, I., & Suseno, R. (2022). Pengaruh konsentrasi minyak cengkeh terhadap karakteristik edible film dari pati singkong-kitosan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2), 129-138. <https://doi.org/10.32520/jtp.v11i2.2156>
- United States Department of Agriculture. (2024). Coffee: world markets and trade. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/coffee.pdf>
- Wijayanti, I. I., Budiharjo, A., Pangastuti, A., Prihapsara, F. E. A., & Artanti, A. N. (2018). Total phenolic content and antioxidant activity of ginger extract and SNEDDS with eel fish bone oil (*Anguilla* spp.). *Nusantara Bioscience*, 10(3), 164–169. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n100306>
- Winarti, C. (2013). Teknologi produksi dan aplikasi pengemas edible antimikroba berbasis pati. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 31(3), 85-93.
- Wuryatmo, E., Suri, A., & Naufalin, R. (2021). Antioxidant activities of lemongrass with solvent multi-step extraction microwave-assisted extraction as natural food preservative. *Journal of Functional Food and Nutraceutical*, 2(2) 117-128. <https://doi.org/10.33555/jffn.v2i2.61>.