

Aktivitas antibakteri ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale*) dalam aplikasi *edible film* berbasis pati kulit singkong (*Manihot esculenta*)

*Antibacterial activity of red ginger (*Zingiber officinale*) extract in cassava peel starch (*Manihot esculenta*) based edible film application*

Susi Susilawati, Raden Duhita Diantiparamudita Utama, Triana Ulfah, Melia Siti Ajijah, Mita Ramadiyanti, Rachmat Adiputra

¹Fakultas Pertanian, Universitas Insan Cendekia Mandiri. Jl. Pasir Kaliki No 199 Bandung 40162, Indonesia

Korespondensi:
triana_ulfah@uicm.ac.id

Submit:
9 Mei 2025

Direvisi:
24 Juli 2025

Diterima:
4 Agustus 2025

Abstract. The utilization of plastic as food packaging has been widespread in daily life. However, plastic is an environmentally unfriendly packaging material due to its non-biodegradable characteristic. Edible film emerges as an alternative to replace plastic food packaging due to its biodegradable nature. Cassava peel is an agro-industrial waste containing starch, and red ginger possesses antibacterial compounds. The research aimed to determine the characteristics of cassava peel starch-based edible film and the antibacterial effect of red ginger extract on the edible film. This study employed a non-factorial Randomized Block Design (RBD), incorporating four levels of cassava peel starch concentration (3%, 4%, 5%, and 6%) as the single treatment variable. Each treatment was replicated three times for statistical analysis. The observed parameters included thickness, tensile strength, elongation, biodegradability, and antibacterial activity at the optimal treatment. The results indicated that cassava peel starch concentration significantly affected thickness, tensile strength, and biodegradability, but no significant effect on elongation. The cassava peel starch concentration of P₄ 6% was identified as the optimal treatment.

Keywords: antibacterial, cassava peel, edible film, red ginger extract, starch

Abstrak. Penggunaan plastik sebagai kemasan bahan pangan telah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Akan tetapi plastik adalah pengemas yang kurang ramah lingkungan karena mempunyai karakter *nonbiodegradable*. *Edible film* menjadi alternatif untuk menggantikan plastik pengemas makanan karena bersifat *biodegradable*. Kulit singkong merupakan limbah agroindustri yang memiliki kandungan pati dan jahe merah memiliki senyawa antibakteri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik *edible film* berbasis pati kulit singkong dan pengaruh ekstrak jahe merah sebagai antibakteri terhadap *edible film*. Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Kelompok (RAK) non faktorial, yang melibatkan empat variasi konsentrasi pati kulit singkong (3%, 4%, 5%, dan 6%) sebagai perlakuan tunggal. Setiap perlakuan direplikasi sebanyak tiga kali untuk analisis statistik. Hasil penelitian meliputi ketebalan, kuat tarik, elongasi, mudah terurai, dan antibakteri pada perlakuan terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi pati kulit singkong berpengaruh nyata terhadap ketebalan, kuat tarik, dan mudah terurai akan tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap elongasi. Konsentrasi pati kulit singkong P₄ 6% merupakan perlakuan terbaik.

Kata-kata kunci: antibakteri, *edible film*, ekstrak jahe merah, kulit singkong, pati

PENDAHULUAN

Penggunaan kantong plastik sebagai kemasan telah banyak dipakai untuk keperluan harian yaitu melindungi produk dari oksigen agar lebih tahan lama. Plastik adalah bahan polimer sintesis yang murah, mudah didapat, dan praktis untuk digunakan. Namun, plastik adalah pengemas yang kurang ramah lingkungan karena mempunyai karakter *nonbiodegradable*. Plastik dapat didaur ulang selama ratusan tahun oleh mikroba sehingga menyebabkan pencemaran (Saleh *et al.*, 2017). Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023 menyatakan limbah plastik Indonesia mencapai 69,2 juta ton per tahun. Maka dari itu perlu dicari pengganti pengemas seperti plastik dengan karakter bahan lebih *biodegradable*, kuat dan elastis, seperti *edible film*.

Edible film menawarkan opsi kemasan ramah lingkungan yang *biodegradable* sebagai pengganti plastik. Sebagai lapisan tipis untuk pengemasan, *edible film* berbeda dari plastik karena terbuat dari bahan mudah terurai seperti pati umbi-umbian. Menurut Ariyani *et al.* (2017), komposisi *edible film* dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama: hidrokoloid (mencakup polisakarida, alginat, dan protein), lipid (terdiri dari asam lemak, asil gliserol, dan lilin), serta material komposit yang merupakan kombinasi antara hidrokoloid dan lipid.

Bahan utama *edible film* merupakan pati, pada penelitian ini bahan baku berasal dari kulit singkong bagian dalam atau biasa disebut dengan kulit ari yang merupakan sumber pati. Bahan baku kulit singkong digunakan karena limbah industri yang kurang dimanfaatkan dan jumlahnya sangat banyak. Menurut BPS Indonesia (2016) Indonesia memiliki produksi singkong lebih dari 24 juta ton per tahun, oleh karna itu semakin banyak kulit singkong yang terbuang.

Kulit singkong memiliki kandungan pati yang cukup tinggi sehingga dapat dijadikan peluang sebagai bahan utama *edible film*, pati merupakan hidrokoloid yang banyak digunakan sebagai *biodegradable* film untuk menggantikan polimer plastik karena bersifat ekonomis, dapat diperbarui, dan menghasilkan karakteristik fisik yang baik. Selain itu, merupakan penghambat perpindahan oksigen dengan karakteristik yang baik (Fauziyah *et al.*, 2024).

Penggunaan pati dalam pembuatan *edible film* masih bersifat rapuh, oleh karna itu diperlukan bahan *plasticizer* seperti gliserol, sorbitol, dan lilin yang meningkatkan fleksibilitasnya. Menurut Saleh (2017), penambahan gliserol sebagai *plasticizer* lebih efektif dibandingkan *plasticizer* sorbitol. *Edible film* yang dihasilkan tidak mudah rapuh, lebih fleksibel, sifat mekanik dan kenampakannya tidak berubah selama penyimpanan, memiliki kemampuan membentuk lapisan film yang baik, biokompatibel, adhesif, mudah terurai dan bersifat hidrofilik (Rusli *et al.*, 2017).

Tujuan signifikan dalam produksi *edible film* adalah untuk meminimalisir risiko kerusakan produk yang disebabkan oleh pertumbuhan mikroorganisme, khususnya bakteri. Mengingat peran protektif ini, maka penambahan senyawa antibakteri menjadi suatu kebutuhan dalam formulasi *edible film*. Antimikroba sintetis, seperti nisin, asam sorbat, dan kalium sorbat, merupakan agen yang umum diaplikasikan dalam formulasi *edible film*. Akan tetapi, pemanfaatan antibakteri sintetik dalam sistem pengemasan menimbulkan perdebatan terkait potensi efek sampingnya. Sebagai alternatif, penggunaan senyawa alami yang memiliki aktivitas antimikroba sangat direkomendasikan (Rifaldi, 2020).

Senyawa nerol, borneol, β -eudesmol, dan zingeron jahe diketahui efektif dalam menghambat bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella*, dan *Staphylococcus aureus*. Keberadaan bakteri patogen tersebut dianggap memiliki kolerasi yang tinggi sehingga berpengaruh terhadap kualitas dan keamanan produk pangan (Putri *et al.*, 2021). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri pada *edible film* berbasis kulit singkong.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku pembuatan *edible film* adalah kulit singkong berasal dari limbah penjual singkong parut Pasar Gede Bage daerah Bandung Jawa Barat, jahe merah berasal dari daerah Cianjur Jawa Barat, air destilasi, dan gliserol. Bahan yang akan digunakan untuk analisis adalah larutan EM4, kertas saring, HCl 2N dan HCl 3%, NaOH, FeCl₃, aquades, nutrien agar, bakteri *E.coli* ATCC 11229.

Metode

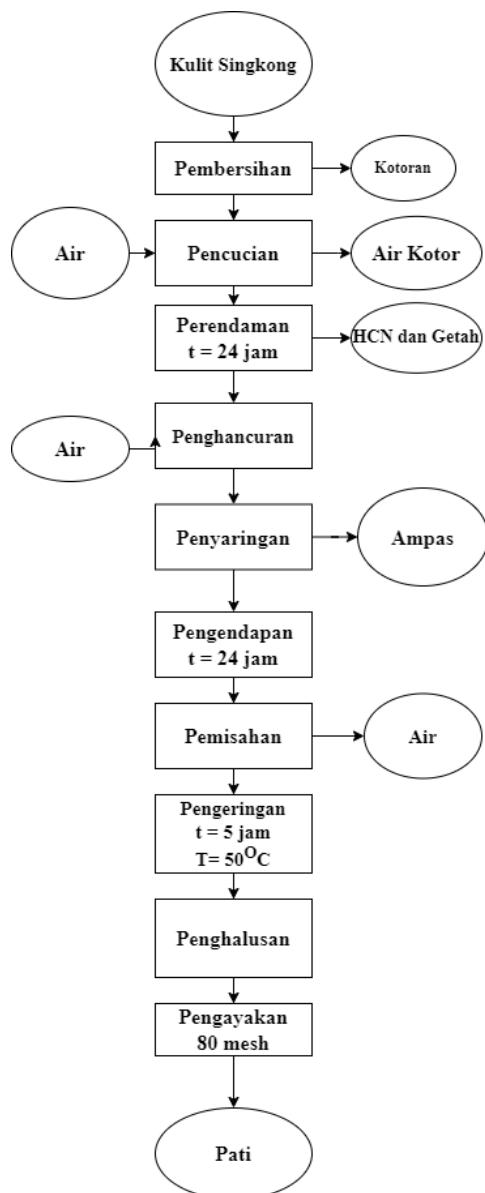
Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 1 faktor yaitu konsentrasi penambahan pati singkong yang terdiri dari 4 taraf ($P_1=3\%$, $P_2=4\%$, $P_3=5\%$, $P_4=6\%$). Dengan pengulangan yang dihitung menggunakan rumus pengulangan Gomez, yaitu 3 ulangan sehingga total perlakuan pada penelitian ini adalah 24.

Rancangan Respon

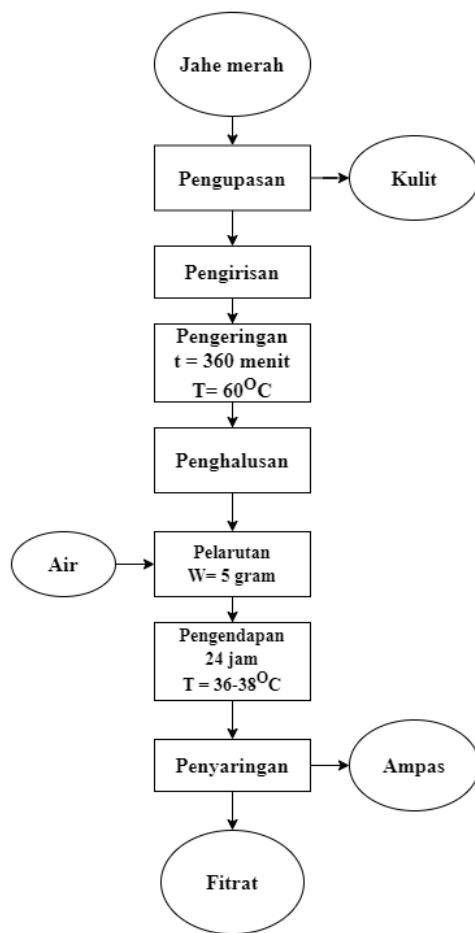
Desain penelitian ini mencakup dua jenis respon yang diamati: respon fisik dan respon biologi. Respon fisik dievaluasi melalui serangkaian pengujian karakteristik *edible film*, termasuk analisis ketebalan, uji tarik, uji elongasi, dan uji biodegradasi. Selanjutnya, respon biologi dianalisis dengan menguji aktivitas antibakteri pada sampel *edible film* yang menunjukkan performa optimal berdasarkan evaluasi fisik.

Deskripsi Penelitian

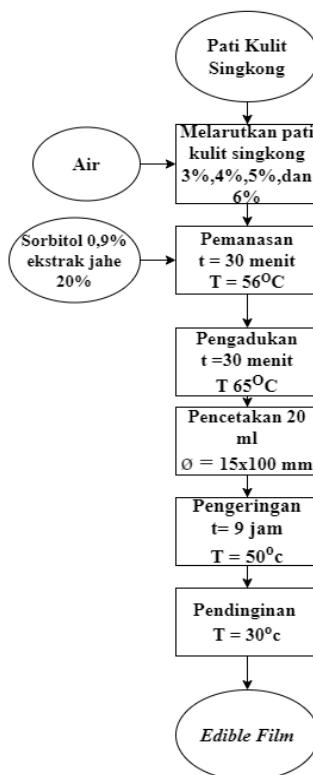
Penelitian dilaksanakan secara dua tahap meliputi tahap pendahuluan dan tahap utama. Pada tahap pendahuluan terdiri atas, proses pembuatan pati kulit singkong dan proses pembuatan ekstrak jahe merah. Sedangkan, tahap penelitian utama adalah pembuatan *edible film*.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan pati kulit singkong metode basah (Sumber: Aripin, 2017)



Gambar 2. Diagram alir pembuatan ekstrak jahe metode maserasi (Sumber: Dwi, 2015)

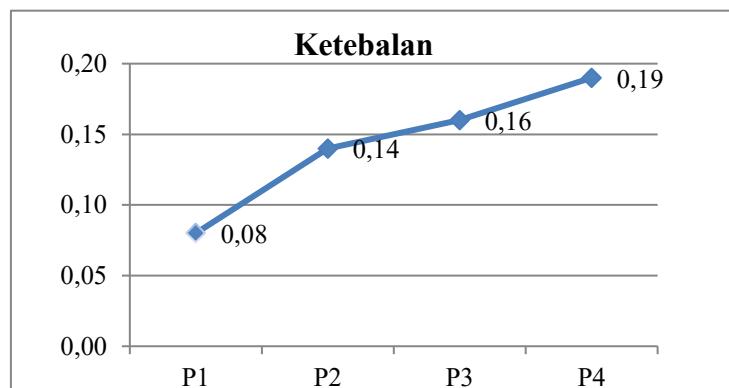


Gambar 3. Diagram alir pembuatan *edible film* (Sumber: Putri *et al* dengan modifikasi, 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketebalan *edible film* pati kulit singkong

Ketebalan *edible film* merupakan atribut penting yang berkontribusi pada fungsinya sebagai pengemas produk. Faktor-faktor utama yang memodulasi ketebalan film meliputi konsentrasi hidrokoloid dan ukuran cetakan. Adhipraja (2019) melaporkan dalam penelitian bahwa peningkatan konsentrasi padatan terlarut menghasilkan film yang lebih tebal, dan sebaliknya. Implikasinya, film yang lebih tebal menunjukkan resistensi yang lebih tinggi terhadap transfer uap air, sehingga berpotensi meningkatkan durasi penyimpanan produk. Rerata ketebalan *edible film* berbasis kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri berkisar antara 0,08-0,19 mm. Grafik rerata ketebalan *edible film* berbasis pati kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik rerata ketebalan *edible film* berbasis kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri

Tabel 1. Hasil pengaruh perlakuan terhadap ketebalan

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (mm)	Tarat Nyata (0,05)
	1	2	3		
P ₁	0,05	0,07	0,11	0,08±0,03	a
P ₂	0,13	0,14	0,16	0,14±0,02	ab
P ₃	0,12	0,22	0,15	0,16±0,05	ab
P ₄	0,23	0,19	0,14	0,19±0,05	b

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom taraf nyata menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

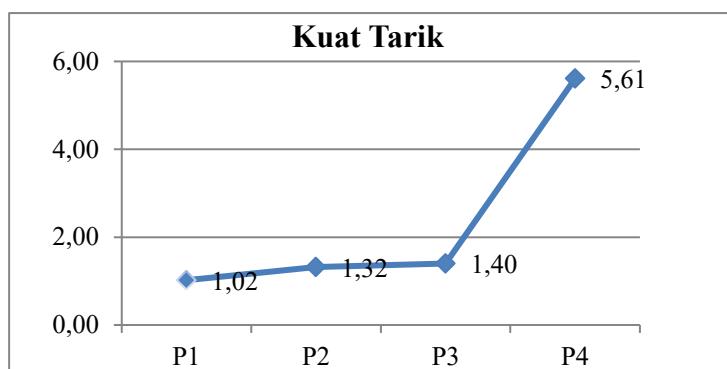
Data pada tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai ketebalan cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi pati kulit singkong yang diberikan yaitu 3%, 4%, 5%, dan 6% maka larutan akan semakin kental dan padat sehingga menghasilkan *edible film* semakin tebal. P₁ memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan P₂, P₃, dan P₄ hal ini dikarenakan penambahan konsentrasi pati yang sedikit maka penambahan air menjadi banyak sehingga menyebabkan larutan cenderung lebih encer sedangkan pati belum membentuk jaringan polimer yang padat, ketika larutan film dicetak atau di aplikasikan bahan akan menyebar lebih banyak dan menghasilkan putaran yang maksimal sehingga material yang tersedia untuk membentuk jaringan film akan kurang dan menyebabkan perubahan signifikan dalam struktur dan ketebalan film (Cahyo *et al*, 2021). Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mudaffar, (2020) dimana semakin banyak penambahan pati maka *edible film* semakin tebal.

Faktor lain yang meningkatkan ketebalan *edible film* yaitu adanya interaksi pati dan *plasticizer* selama gelatinisasi sehingga menghasilkan *edible film* yang lebih tebal. Ketebalan *edible film* dapat memengaruhi laju uap air, gas dan senyawa volatil, sehingga memengaruhi penampilan, rasa, dan tekstur produk pangan yang dikemas (Lismawati, 2017). Skurlys, *et al* (2009) menyatakan nilai ketebalan *edible film* yang memenuhi syarat yaitu apabila nilai ketebalan *edible film* $< 0,25\text{mm}$, syarat ketebalan ini juga dikeluarkan oleh *Japanese Industrial Standar* (JIS) dan Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu

maksimal 0,25 mm. Hasil yang tercantum pada tabel 6 memperlihatkan bahwa ketebalan *edible film* kurang dari 0,25 mm hal ini menunjukan bahwa ketebalan *edible film* berbasis pati kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri memenuhi standar mutu *edible film*.

Kuat Tarik *Edible Film* Pati Kulit Singkong

Kuat tarik *edible film* merupakan kapasitas film untuk menahan tekanan maksimum selama pengujian tarik. Nilai tekanan maksimum yang tercapai mengindikasikan ketahanan material terhadap gaya tarik. Pengukuran *tensile strength* bertujuan untuk menguantifikasi besarnya gaya per satuan luas yang dibutuhkan untuk mencapai titik tegangan maksimum pada film yang diregangkan. Lebih lanjut, Lismawati (2017) menyatakan bahwa perubahan sifat mekanik, termasuk kuat tarik, dapat disebabkan oleh melemahnya interaksi antarmolekul dan antar rantai makromolekul yang berdekatan dalam struktur film. Rerata kuat tarik *edible film* berbasis kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai anti bakteri berkisar antara 1,02 – 5,61 MPa (Lampiran 4). Grafik rerata kuat tarik *edible film* berbasis pati kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai anti bakteri dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik rerata kuat tarik *edible film*

Tabel 2. Hasil pengaruh perlakuan terhadap kuat tarik

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (MPa)	Tarat Nyata (0,05)
	1	2	3		
P ₁	1,10	1,32	0,64	1,02±0,35	a
P ₂	1,41	0,53	2,02	1,32±0,75	a
P ₃	0,44	2,96	0,80	1,40±1,36	a
P ₄	5,36	8,21	3,26	5,61±2,48	b

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom taraf nyata menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

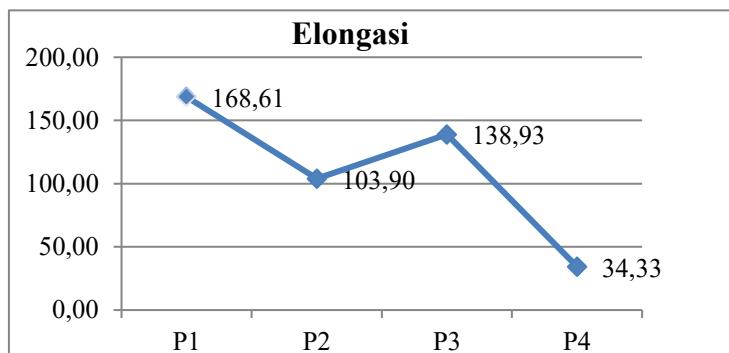
P₄ memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan P₁, P₂ dan P₃, karena pada konsentrasi 6% viskositas larutan pati menjadi jauh lebih tinggi, dan molekul-molekul pati mulai menggumpal atau beragregasi. Agregasi menciptakan struktur yang lebih padat dan sulit untuk dipecah, sehingga meningkatkan kuat tarik secara signifikan, selain itu jumlah molekul polimer yang saling berinteraksi melalui ikatan hidrogen dan ikatan lainnya bertambah. Interaksi ini memperkuat struktur film dan menjadikanya lebih sulit untuk ditarik dan diregangkan sehingga dapat meningkatkan kuat tarik, meskipun perbedaan konsentrasi antara 5% dan 6% hanya 1%, perbedaan dalam interaksi molukuler pada konsentrasi tinggi dapat membuat kekuatan tarik meningkat secara signifikan. Mudaffar (2020) mengemukakan bahwa terdapat korelasi positif antara konsentrasi pati dan nilai kuat tarik suatu material. Peningkatan kadar pati dalam formulasi cenderung menghasilkan peningkatan kekuatan tensil. Lebih lanjut, jenis *plasticizer* yang digunakan juga memainkan peran signifikan dalam menentukan besaran nilai kuat tarik yang dihasilkan.

Kekuatan tarik (*tensile strength*) merupakan parameter mekanis kunci dari *edible film* yang menentukan fleksibilitas dan kemudahan aplikasinya pada produk. Standar Nasional Indonesia (SNI) menetapkan nilai minimum kuat tarik sebesar 13,7 MPa. Sementara itu, *Japanese Industrial Standard* (JIS) mencantumkan batas minimum kuat tarik *edible film* sebesar 3,92 MPa. Perbedaan nilai minimum

ini menunjukkan adanya variasi standar kuat tarik antar badan standarisasi. Secara umum *edible film* berbasis pati memiliki kuat tarik minimal 3 hingga 7 MPa semakin besar nilai kuat tarik maka *edible film* semakin kuat dan mampu menahan kerusakan fisik sehingga akan meminimalisirkan kerusakan produk pangan (Xu *et al*, 2005). Hasil analisis padat tabel 2 memperlihatkan bahwa kuat tarik *edible film* P₄ kurang dari 13,7 MPa akan tetapi lebih dari 3,92 MPa hal ini menunjukkan bahwa kuat tarik *edible film* berbasis kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri pada P₄ memenuhi standar mutu *edible film* sedangkan P₁, P₂, dan P₃ tidak memenuhi standar mutu *edible film*.

Elongasi *Edible Film* Pati Kulit Singkong

Elongasi *edible film* merupakan kemampuan suatu bahan untuk meregang ketika diberikan gaya tarik sampai putus. Perpanjangan adalah bahan yang perubahan bentuk antara perubahan pemanjangan dengan panjang awal. Nilai elongasi dari suatu *edible film* menunjukkan kekuatan penutupnya yang berbanding terbalik dengan kekuatan tariknya. Semakin tinggi nilai elongasi maka *edible film* yang dihasilkan semakin baik karena lebih elastis dan tidak mudah sobek. Rerata elongasi *edible film* berbasis kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai anti bakteri berkisar antara 34,33–168,61 MPa. Grafik rerata elongasi *edible film* berbasis pati kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai anti bakteri dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik rerata elongasi *edible film*

Tabel 3. Hasil pengaruh perlakuan terhadap elongasi

Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-Rata (MPa)	Taraf Nyata (0,05)
P ₁	272,00	131,50	102,33	168,61±90,72	a
P ₂	96,60	141,30	73,80	103,90±34,34	a
P ₃	262,30	50,50	104,00	138,93±110,14	a
P ₄	7,90	22,30	72,80	34,33±34,08	b

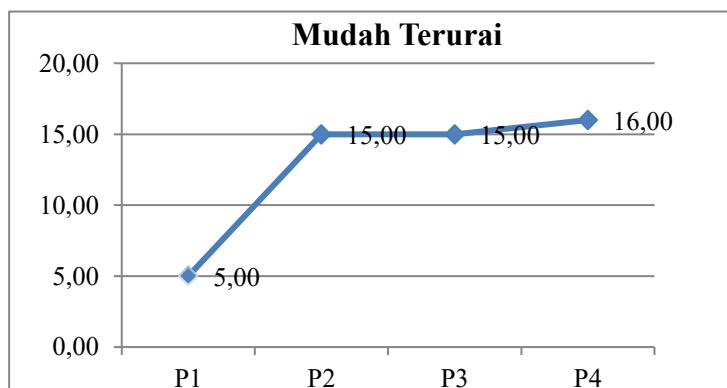
Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom taraf nyata menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Data Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai elongasi tidak berpengaruh nyata disebabkan karena kadar *plasticizer* yang sama. *Plasticizer* merupakan bahan yang memengaruhi elastisitas dan fleksibilitas jika *plasticizer* yang ditambahkan relatif sama maka struktur matriks film telah mencapai keadaan stabil dimana interaksi antara molekul-molekul polimer dan *plasticizer* sudah optimal hal ini berpengaruh terhadap nilai elongasi, sehingga nilai elongasi cenderung tidak bervariasi secara signifikan meskipun konsentrasi pati yang diberikan berbeda-beda hal ini tidak cukup kuat untuk mengubah stabilitas sehingga elongasi film tidak berubah banyak. Hal ini didukung oleh penelitian terdahulu yaitu menurut Akili *et al*, (2012) penggunaan *plasticizer* dapat menurunkan nilai kuat tarik dan dapat meningkatkan nilai elongasi pada *edible film*. *Plasticizer* berperan untuk mengurangi kekakuan dan kekuatan interaksi antar rantai polimer, sehingga memungkinkan rantai-rantai tersebut bergerak lebih bebas. Gliserol sebagai *plasticizer* dalam *edible film* berperan untuk mengurangi interaksi antar rantai polimer, perubahan struktur mikro menjadi lebih amorf dan penurunan tegangan antar molekul dengan mekanisme ini gliserol secara efektif meningkatkan fleksibilitas *edible film* (Misbahudin, 2020).

Elongasi *edible film* dapat mempengaruhi fleksibilitas serta mempengaruhi keplastisan. Tingkat keplastisan yang tinggi menunjukkan film yang tidak mudah putus dan memiliki kemampuan untuk menyesuaikan bentuk kemasan terhadap bahan yang dikemas (Akili *et al.*, 2012). P₄ memiliki nilai yang lebih rendah dikarenakan struktur *edible film* yang lebih kristalin hal ini cenderung meningkatkan nilai kuat tarik dan mengurangi fleksibilitas sehingga nilai elongasi menjadi rendah. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nilai elongasi yaitu 400-1120% sedangkan berdasarkan *Japanese Industri Standard* (JIS) nilai elongasi *edible film* minimal 70%. Hasil analisis pada gambar 6 memperlihatkan bahwa elongasi *edible film* kurang dari 400-1120% akan tetapi lebih dari 70%. Menurut Adinasih *et al.*, (2018) nilai elongasi dikatakan baik jika nilai elongasi lebih dari 50%, sedangkan nilai elongasi dikatakan buruk jika kurang dari 10%. hal ini menunjukkan elongasi *edible film* berbasis pati kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri memenuhi standar mutu *edible film*.

Mudah Terurai *Edible Film* Pati Kulit Singkong

Persen kelarutan *edible film* adalah persentase massa kering film yang terlarut setelah direndam dalam air selama 24 jam. Sumber utama pembentukan *edible film* mempengaruhi kelarutan film. *Edible film* yang mengandung komponen pati dipengaruhi oleh pengikatan gugus hidroksil dari pati. Kelarutan akan menurun dengan meningkatnya konsentrasi pati karena mengandung gugus hidrofilik. Rerata mudah terurai *edible film* berbasis kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri berkisar antara 5,00-16,00 %. Grafik rerata mudah terurai *edible film* berbasis pati kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik rerata mudah terurai *edible film*

Tabel 4. Hasil pengaruh perlakuan terhadap kemudahan terurai

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata (%)	Taraf Nyata (0,05)
	1	2	3		
P ₁	5,00	5,00	5,00	5,00±0,0	a
P ₂	10,00	15,00	20,00	15,00±5,00	b
P ₃	15,00	10,00	20,00	15,00±5,00	b
P ₄	15,00	15,00	20,00	16,00±2,89	b

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom taraf nyata menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$)

Data pada tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai mudah terurai cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi pati kulit singkong. Hal ini disebabkan oleh penambahan konsentrasi pati kulit singkong yang ditambahkan dengan jumlah sedikitnya maka ikatan hidrogen yang terbentuk semakin kecil sehingga film menjadi lebih mudah terurai pernyataan ini didukung oleh penelitian terdahulu yaitu menurut Tan *et al.*, (2016) nilai mudah terurai dipengaruhi oleh konsentrasi pati yang digunakan sehingga semakin tinggi konsentrasi pati yang ditambahkan maka akan semakin meningkat nilai mudah terurai.

Faktor lain yang memudahkan *edible film* cepat terurai yaitu semakin banyaknya kandungan air yang ditambahkan kedalam material, maka semakin mudah material tersebut untuk terdegradasi karena air merupakan salah satu media untuk tumbuhnya mikroba dan bakteri (Nairfana dan Ramdhani, 2021), selain karena sifat komponen-komponen yang mudah didegradasi secara alami, penambahan *plasticizer* juga berpengaruh terhadap kelarutan film. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nilai kelarutan *edible film* yaitu < 5 %. Hasil yang tercantum pada tabel 3 memperlihatkan bahwa terurainya *edible film* berkisar 5-15% hal ini menunjukkan bahwa terurainya *edible film* berbasis pati kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri pada P₂, P₃, dan P₄ belum memenuhi standar mutu *edible film* akan tetapi nilai P₁ memenuhi standar mutu *edible film*.

Perlakuan Terbaik *Edible Film* Berbasis Pati Kulit Singkong

Pemilihan perlakuan terbaik bertujuan untuk memilih sampel yang digunakan dapat mewakili kondisi yang ingin diteliti dan memberikan hasil yang relevan, dan dapat diterapkan pada konteks yang lebih luas. Untuk menentukan perlakuan terbaik dari seluruh parameter yang diuji yaitu dilakukan dengan cara memberikan penilaian numerik pada setiap sampel berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Parameter ketebalan dipilih menjadi parameter utama karena sangat memengaruhi kinerja keseluruhan dapat memberikan keseimbangan antara kekuatan mekanik, kemuluran dan waktu degradasi. Perlakuan terbaik *edible film* berbasis pati kulit singkong dipilih berdasarkan nilai ketebalan yang sesuai dengan Standar Nasional nilai tertinggi dari kuat tarik dan elongasi, dan waktu tercepat dari kelarutan. Pembobotan untuk menentukan nilai terbaik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penentuan perlakuan terbaik karakteristik *edible film*

Parameter	Skor	P ₁ =3%	P ₂ =4%	P ₃ =5%	P ₄ =6%	Keterangan
Ketebalan	4	0,08 a	0,14 ab	0,16 ab	0,19 b	Standar < 0,25mm
Kuat Tarik	3	1,02 a	1,32 a	1,40 a	5,61 b	Tinggi
Elongasi	2	168,61 a	103,90 a	138,93 a	34,33 a	Tinggi
Mudah Terurai	1	5,00 a	15,00 b	15,00 b	16,00 b	Rendah

Data pada tabel 5 menunjukkan bahwa perlakuan terbaik *edible film* berbasis pati kulit singkong 6% (P₄) merupakan perlakuan terbaik dengan nilai ketebalan 0.19 mm, dan kuat tarik 5.60 MPa. Sampel perlakuan terbaik, selanjutnya dianalisis bagaimana pengaruh ekstrak jahe merah sebagai antibakteri pada *edible film*.

Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri merupakan pengujian yang dilakukan pada *edible film* untuk mengetahui apakah senyawa yang ditambahkan kedalam campuran *edible film* berpengaruh sebagai zona hambat bakteri tujuannya agar kualitas produk tetap terjaga. Pengujian antimikroba dilakukan dengan menggunakan uji difusi cakram dan bakteri *Escherichia coli*, yaitu dengan cara kertas steril yang mengandung bahan uji ditempatkan diatas permukaan agar yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. Setelah di inkubasi zona hambat akan terbentuk disekitar cakram apabila bahan yang digunakan efektif dalam menghambat bakteri (Faisal, 2019). Ekstrak jahe merah mengandung senyawa aktif bioaktif seperti zingerol, gingerol, dan shogaol yang dikenal memiliki sifat antibakteri (Amrillah *et al*, 2019). Menurut Putri, 2021 ekstrak jahe merah memiliki kandungan senyawa antimikroba golongan fenol, flavonoid, terpenoid dan minyak atsiri yang terdapat pada ekstrak jahe merah merupakan senyawa bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Analisis pengaruh ekstrak jahe merah sebagai antibakteri terhadap *edible film* berbasis pati kulit singkong dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai aktivitas antibakteri pada perlakuan terbaik

Perlakuan	Aktivitas antibakteri (cm)
P ₄ = 6% ekstrak jahe merah	0,6-0,7

Data pada tabel 6 menunjukkan bahwa ekstrak jahe merah berpengaruh sebagai antibakteri akan tetapi kemampuannya relatif rendah. Rendahnya kemampuan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu konsentrasi ekstrak jahe merah yang terlalu rendah, jenis bakteri yang digunakan, pelepasan senyawa aktif dan penyimpanan sampel.

Penggunaan ekstrak jahe merah sebanyak 20% masih kurang efektif sebagai antibakteri pada *edible film* karena konsentrasi yang rendah senyawa aktif tidak terdistribusi dengan baik dalam matriks *edible film*, sehingga pelepasan senyawa aktif kesekitarnya menjadi terbatas dan tidak efektif. Menurut Putri *et al.*, (2021) seiring dengan semakin tingginya konsentrasi jahe merah sebagai antibakteri pada *edible film* maka diameter zona hambat pada bakteri *E. coli* akan semakin tinggi.

Bakteri *Escherichia coli* digunakan sebagai media uji karena bakteri *Escherichia coli* adalah bakteri umum yang sering terlibat dalam kontaminasi makanan, seperti *snack*, roti, daging olahan dan lain-lain. *Escherichia coli* adalah bakteri gram negatif yang memiliki dinding sel lebih kompleks sehingga tahan terhadap senyawa antibakteri dan tahan dibandingkan bakteri gram positif, mudah tumbuh dalam kondisi laboratorium, dan bakteri *E. coli* sering ditemukan dalam makanan dan lingkungan pangan. Penggunaan bakteri *E. coli* sebagai media uji berpengaruh terhadap rendahnya nilai jahe merah sebagai antibakteri. Menurut Putri *et al.*, (2021), menyatakan bahwa bakteri gram positif memiliki struktur gram dinding sel dengan lebih banyak peptidoglikan, sedikit lipid dan dinding sel mengandung polisakarida. Asam teikoat polimer yang larut dalam air, karena sifatnya yang larut dalam air hal ini menunjukkan dinding sel bakteri gram negatif bersifat lebih polar, hal tersebut menyebabkan aktivitas penghambat pada bakteri gram positif lebih besar daripada bakteri gram negatif.

Pelepasan senyawa aktif nerol, bornerol, beudesmol, dan zingerol dari ekstrak jahe merah dalam *edible film* memengaruhi efektivitas antibakteri. Faktor-faktor yang memengaruhi antara lain meliputi kondisi lingkungan seperti pH, suhu, dan kelembapan dapat mempengaruhi pelepasan senyawa aktif. Proses pengeringan *edible film* suhu dan waktu yang digunakan dapat mempengaruhi struktur film dan integritas senyawa aktif, pengeringan yang terlalu panas dan lama dapat mengakibatkan degradasi senyawa aktif. Menurut para peneliti proses pemanasan dengan suhu yang tinggi dapat menyebabkan oksidasi senyawa aktif dan juga bisa merusak struktur kimia senyawa penyusun (Kartika *et al.*, 2012). Proses pemanasan dapat menyebabkan terjadinya degradasi termal pada senyawa aktif yang berdampak pada kualitas senyawa aktif sehingga senyawa aktif menjadi menurun dalam menangkal radikal bebas (Apriyanto dan Frisqila, 2016). Proses pemanasan dapat memengaruhi antibakteri dalam ekstrak jahe merah, oleh karena itu penting untuk mengontrol suhu dan durasi pemanasan agar senyawa aktif tetap efektif dalam melawan bakteri, selain dari suhu dan durasi pemanaan penyimpanan sampel *edible film* yang sudah jadi dapat mempengaruhi efektifitas antibakteri dari ekstrak jahe merah.

Penyimpanan sampel berpengaruh terhadap hasil uji antibakteri *edible film* terutama dalam hal efektivitas dan stabilitas sifat antibakterinya. Faktor penyimpanan yang dapat memengaruhi hasil uji yaitu, suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan stabilitas senyawa aktif antibakteri sehingga dapat menguap atau terdegradasi pada suhu yang tidak sesuai sehingga mengurangi efektivitas film. Kelembapan, kondisi kelembapan yang tinggi dapat memengaruhi kemampuan film untuk berinteraksi dengan bakteri, sehingga menurunkan efektivitas antibakteri. Paparan cahaya intensitas tinggi dapat memicu degradasi senyawa aktif yang mengurangi kemampuan antibakteri. Waktu penyimpanan yang cukup lama akan menurunkan senyawa aktif dalam film (Sari, 2017).

SIMPULAN

Karakteristik *edible film* berbasis pati kulit singkong dengan penambahan ekstrak jahe merah sebagai antibakteri menunjukkan bahwa konsentrasi pati kulit singkong berpengaruh nyata terhadap karakteristik *edible film* pada parameter ketebalan, kuat tarik dan kemudahan terurai namun berpengaruh tidak nyata terhadap parameter elongasi. Perlakuan P4 dengan konsentrasi pati singkong 6% merupakan perlakuan terbaik dengan nilai ketebalan 0,19mm, kuat tarik 5,61MPa, elongasi 34,33% dan mudah terurai 16,00%. Ekstrak jahe merah memiliki potensi sebagai antibakteri dalam *edible film* dengan nilai analisis sekitar 0,6-0,7 cm, namun efektifitasnya masih tergolong dalam kategori rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhipraja, F. W. (2019). *Pengaruh penambahan esktrak kunyit putih terhadap sifat antibakteri pada Edible film ubi jalar dan whey protein* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung)
- Apriyanto, D. R. dan Frisqila, C. (2016). Perbandingan Efektivitas Ekstrak dan Fermentasi Buah Naga Merah terhadap Penurunan Kadar Kolesterol Low Density Lipoprotein (LDL) pada Tikus Putih yang dibuat Hiperkolesterolemia. Tunas Medika Jurnal Kedokteran dan Kesehatan 3(3): 1-5.
- Amrillah, L. A., Warkoyo, W., & Putri, D. N. (2019). Karakteristik Fisik, Mekanik Dan Zona Hambat Edible Film Dari Pati singkong Karet (*Manihot glaziovii*) Dengan Penambahan Gliserol Dan Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Var *Rubrum*) Sebagai Penghambat Bakteri *Salmonella*. *Food Technology and Halal Science Journal*, 2(1), 40-54.
- Aripin, S., Saing, B., & Kustiyah, E. (2017). Studi pembuatan bahan alternatif plastik biodegradable dari pati ubi jalar dengan plasticizer gliserol dengan metode melt intercalation. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 6(2), 79-84.
- Badan Pusat Statistik (2023). Limbah Plastik Indonesia. Retrieved from bps.go.id: <https://www.bps.go.id/id/publication/2021/02/26/938316574c78772f27e9b477/statistik-indonesia-2021.html>. 2 juni 2024
- Badan Pusat Statistik, Produk Tanaman Pangan. (2016). Retrieved from bps.go.id: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjMjMg%3D%3D/produksi-tanaman-pangan.html>.
- Badan Standardisasi Nasional. (2014). Syarat Mutu Kantong Plastik Mudah Terurai (SNI 7818:2014) Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). Plastik Mudah Terurai (SNI 7188.7, 2016). Badan Standardisasi Nasional
- Cahyo, N. A. D., Warkoyo, Anggraini Rista. (2021). Karakteristik Fisik dan Mekanik Edible Film Berbasis Pati Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris*) dan Gel Okra (*Abelmoschus esculentus L*). Journal check for updates, 10.2219/fths.v4i1.15655
- Fauziyah, L. Z., Suhara, N. F., Yunita, S., Priyandoko, D., & Surtikanti, H. K. (2024). Keunggulan pati kulit singkong (*Manihot esculenta*) sebagai bahan pembuatan edible film ramah lingkungan. *Applied Environmental Science*, 1(2).
- Gomez, K, A, and Gomez,A, A. (2015). Prosedusr Statistik untuk Penelitian Pertanian. Jakarta: UI Press
- JIS (Japanesse Industrial Standard) 2 1707. 1975. Japanese Standards Association
- Kartika, D.S., Dyah, H.W., dan Prasetyaningrum, A. (2012). Pengaujian kandungan total fenol Kappahycus alvarezzi dengan metode ekstraksi ultrasonic dengan suhu dan waktu. Prosiding SNST 1 (3) 40-44.
- Lismawati. (2017). Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Edible Film Pati Kentang (*Solanum tuberosum L*). Skripsi. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. 97 hal.
- Misbahudin, D. (2020). *Pengaruh penambahan pektin dan sorbitol terhadap sifat fisik edible film pati* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Gunung Djati Bandung).
- Mudaffar, R. A. (2020). Karakteristik Edible Film Dari Limbah Kulit Singkong Dengan Penambahan Kombinasi Plasticizer Serta Aplikasinya Pada Buah Nanas Terolah Minimal. *Jurnal TABARO Agriculture Science*, 4(2), 473-483.
- Nairfana, I. dan Ramdhani, M. (2021). Karakteristik Fisik Edible Film Pati Jagung (*Zea mays L*) Termodifikasi Kitosan dan Gliserol. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 7(1), 91-102. <https://doi.org/10.29303/jstl.v7i1.224>
- Putri, M. K., Karyantina, M., & Suhartatik, N. (2021). Aktivitas Antimikroba edible film pati kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan variasi jenis dan konsentrasi ekstrak jahe (*Zingiber officinale*). *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 15(1), 15-24.
- Rifaldi, Risman. (2020). Efektivitas penambahan bahan alami (lindur, jahe dan bawang putih) pada formulasi coating kitosan terhadap lama penyimpanan produk hortikultura. Prosiding Seminar Nasional Biologi, *Teknologi dan Kependidikan*. Vol. 8. No. 1.
- Rusli, A., Metusalach, S., & Tahir, M. M. (2017). Karakterisasi edible film karagenan dengan pemlastis gliserol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2), 219-229.
- Saleh, F. H., Nugroho, A. Y., & Julianata, M. R. (2017). Pembuatan *Edible film* Dari Pati Singkong Sebagai Pengemas Makanan. *Teknoin*, 23 (1), 43–48
- Sari, D., A. (2017). Teknologi Dan Metode Penyimpanan Makanan Sebagai Upaya memperpanjang Shelf Life. <https://www.researchgate.net/publication/315160918>
- Siti Silviyah, Chomsin S Widodo, and Masruroh Masruroh, "Penggunaan Metode Ft-Ir (Fourier Transform Infra Red) Untuk Mengidentifikasi Gugus Fungsi Pada Proses Pembaluran Penderita Mioma,"

- Skurlys, O., Acevedo, C., Pedreschi, F., Enrione, J., Osorio, F. dan Aguilera, J. M. (2009). Food Hydrocolloid Edible Films and Coatings. Depertment of Food Science and Technology. University Santiago de Chille, Chile.
- Xu. Y.X, Kim M.A dan D. Nag. (2005). Chitosan-starch composite film: preparation and characterization. Journal Industrial crops and product. Elsevier.