

Pengaruh konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih sebagai antimikroba terhadap karakteristik dan organoleptik *edible film*

Effect of arrowroot starch concentration and white turmeric filtrate as antimicrobial on the characteristics and organoleptic properties of edible films

Meditya Dwi Rizkyati¹⁾, Sri Winarti¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Surabaya, Jawa Timur

*Email korespondensi: medityadwirizkyati@gmail.com

Informasi artikel:

Dikirim: 05/03/2022; disetujui: 15/09/2022; diterbitkan: 30/09/2022

ABSTRACT

*Edible film is one of the biodegradable packaging that can be degraded naturally and is generally used to wrap food and is fit for consumption. Edible films are generally made from various types of starch, one of which is arrowroot starch and additional ingredients such as white turmeric filtrate which has antimicrobial activity to protect the packaged product from pathogenic bacteria and can extend the shelf life of the packaged product. White turmeric filtrate contains phenolic compounds and terpenoids as antimicrobial compounds. The purpose of this study was to determine the effect of arrowroot starch concentration and white turmeric filtrate on the characteristics and organoleptic properties of edible films. This study used a completely randomized design (CRD) factorial pattern with two factors. Factor I: arrowroot starch concentration (2%;4%;6%). and Factor II: white turmeric filtrate concentration (1%;4%;7%). The results of data analysis using 5% ANOVA and 5% DMRT follow-up test. The data obtained from the analysis showed that the best treatment was edible film from arrowroot starch 4% (w/v) and white turmeric filtrate 7% (v/v) having edible film characteristics with a water content of 13.109%; thickness 0.115 mm; tensile strength 7.69 Mpa; elongation 1.96%; water vapor transmission rate 0.29 g/m².hour; inhibition against *E.coli* bacteria by 16.5 mm; inhibition against *S. aureus* bacteria 6.5 mm; texture 4 (slightly broken); color 4.75 (yellow); and aroma 3.9 (scented with strong turmeric).*

Keywords: *Biodegradable, Edible film, White turmeric filtrate, Arrowroot starch, Antimicrobial*

ABSTRAK

Edible film merupakan salah satu kemasan *biodegradable* yang dapat terdegradasi secara alami umumnya digunakan untuk membungkus makanan dan layak untuk dikonsumsi. *Edible film* ini umumnya terbuat dari berbagai jenis pati salah satunya pati garut dan bahan tambahan seperti filtrat kunyit putih yang memiliki aktivitas antimikroba untuk melindungi produk yang dikemas dari bakteri patogen dan dapat memperpanjang umur simpan produk yang dikemas. Filtrat kunyit putih mengandung senyawa fenol dan terpenoid sebagai senyawa antimikroba. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih terhadap karakteristik dan organoleptik *edible film*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor I: konsentrasi

pati garut (2%;4%;6%). dan Faktor II : konsentrasi filtrat kunyit putih (1%;4%;7%). Analisa data menggunakan ANOVA 5% dan uji lanjut DMRT 5%. Data yang diperoleh dari analisa menunjukkan perlakuan terbaik adalah *edible film* dari pati garut 4% (b/v) dan filtrat kunyit putih 7% (v/v) mempunyai karakteristik *edible film* dengan kadar air 13,109%; ketebalan 0,115 mm; kuat tarik 7,69 Mpa; elongasi 1,96 %; laju transmisi uap air 0.29 g/m².jam; daya hambat terhadap bakteri *E.coli* sebesar 16,5 mm; daya hambat terhadap bakteri *S.aureus* 8,75 mm; tekstur 4 (sedikit patah); warna 4,75 (berwarna kuning);dan aroma 3,9 (beraroma kunyit cukup kuat).

Kata kunci : *Biodegradable, Edible film, Kunyit putih, Pati garut, Antimikroba*

PENDAHULUAN

Pengembangan *edible film* pada makanan dapat memberikan kualitas produk yang cukup baik sehingga dapat memperpanjang daya tahan produk yang dikemas, sehingga menjadi salah satu jenis kemasan ramah lingkungan dan dapat langsung dikonsumsi bersama dengan produk pangan serta pengemasannya. *Edible film* merupakan lapisan tipis yang dapat digunakan untuk membungkus makanan yang layak untuk dikonsumsi dan dapat terdegradasi secara alami. Selain bersifat *biodegradable, edible film* dapat dikombinasikan dengan bahan tertentu untuk menambah nilai fungsional pada kemasan (Kusumavati dan Vidya, 2013). *Edible film* yang dapat dimakan dapat juga mengontrol oksigen, kelembaban, karbon dioksida, rasa dan transmisi aroma antar bahan makanan.

Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk membuat *edible film* adalah jenis umbi-umbian yang mengandung pati, disisi lain pati merupakan salah satu sumber terbarukan yang ketersediaannya melimpah, penanganannya cukup mudah dan tidak mahal salah satunya pati garut. Pada penelitian ini menggunakan pati garut, menurut Faridah *et al.*, (2014) menyatakan bahwa umbi garut mengandung kadar pati sebesar 98,74% sehingga berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan *edible film*. Pati garut merupakan salah satu bentuk karbohidrat alami yang memiliki kemampuan mengental dua kali lebih tinggi dibandingkan pati lain sehingga dapat membuat produk yang dihasilkan transparan. Pati dengan kadar amilosa tinggi menghasilkan *edible film* yang lentur dan

kuat. Kadar amilosa dalam pati garut sebesar 24,64% yang berfungsi membentuk sifat keras dan kadar amilopektin sebesar 73,81% yang membentuk sifat lengket atau memiliki kemampuan melekat yang sangat baik, oleh sebab itu pati garut sangat berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film* yang baik (Hakim, Djalal dan Ali, 2013). Mekanisme pembentukan *edible film* dari pati pada prinsipnya adalah gelatinisasi molekul. Proses pembentukan *film* terjadi ketika fenomena pembentukan gel akibat perlakuan suhu, sehingga terjadi pembentukan matriks atau jaringan (Wahyu, 2013).

Pada pembentukan *edible film* diperlukan *plasticizer* untuk pembentukan lapisan kontinyu yang elastis (Krochta dan Johnston, 1997). *Plasticizer* yang digunakan pada penelitian ini salah satunya yaitu gliserol. Gliserol dalam fungsinya sebagai *plasticizer* untuk menurunkan ikatan kohesi mekanik antara polimer dan dapat merubah sifat rigiditasnya sehingga film yang terbentuk lebih fleksibel.

Untuk meningkatkan umur simpan bahan yang dikemas menggunakan *edible film*, dalam pembuatan *edible film* tersebut dapat ditambahkan bahan lain yaitu filtrat kunyit putih yang memiliki aktivitas antimikroba. Antimikroba merupakan senyawa yang mampu menghambat aktivitas dari mikroba patogen. Antibakteri dapat digunakan sebagai senyawa bioaktif pada *edible film* sehingga dapat mengawetkan makanan dan mengurangi resiko keracunan pangan karena dapat menghambat mikroba patogen (Amaliyah dan Widya, 2014). Senyawa yang digunakan sebagai antimikroba pada penelitian ini yaitu

senyawa fenol dan terpenoid yang terdapat pada filtrat kunyit putih. Menurut Yani, Setyaningrum, dan Andriani (2013) yang menyatakan bahwa nilai total fenol pada kunyit putih berkisar 466.91-1573.6 $\mu\text{g/g}$ dan 711.6 $\mu\text{g/g}$, dengan memiliki aktivitas antibakteri dengan bakteri indikator *Escherichia coli* 2.33 mm dan aktivitas antibakteri dengan indikator *Staphylococcus aureus* 9.00 mm (Hudha dan Zazan, 2011).

Penelitian pelapisan produk pangan dengan *edible film* cukup banyak dilakukan dan terbukti dapat memperpanjang umur simpan dan memperbaiki kualitas produk pangan. Kemasan *edible film* umumnya pada produk pangan tidak dimaksudkan menggantikan kemasan konvensional karena kemasan *edible film* dapat menambahkan perlindungan tambahan dari atmosfer dan mencegah kontaminasi dari mikroorganisme atau partikel asing (Krochta dan Johnston, 1997). *Edible film* berbasis antimikroba dapat berpotensi mencegah adanya pertumbuhan mikroorganisme dan memperpanjang umur simpan pada bahan pangan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih terhadap karakteristik dan organoleptik *edible film*.

METODE

Bahan penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pati garut, kunyit putih didapat dari Pasar Tradisional Kedinding Surabaya. Bahan tambahan penelitian yaitu gliserol, aquadest, bakteri indikator yang digunakan adalah bakteri *E.coli* dan *S.aureus*.

Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pamarut, cabinet dryer dan ayakan 80 mesh, gelas ukur, *magnetic stirrer*, thermometer, kompor, oven pengering dan loyang pencetak *edible film*, neraca analitik, oven pengering, desikator, silica gel, inkubator, laminar, cawan petri, pinset, kertas cakram dan tabung reaksi,

mikrometer (model MDC-25M, Mitutoyo, MFG, Japan), *Tensile Strength Instrument* (Imada ZP-200N).

Tempat penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Analisa Pangan, Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan, Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jawa Timur. Laboratorium TPHP, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada.

Pembuatan filtrat kunyit putih

Rimpang kunyit putih dicuci hingga bersih kemudian dikupas dan dicuci kembali menggunakan air mengalir. Rimpang kunyit putih diparut. Penyaringan menggunakan kain saring dan hasil filtrat diukur sebanyak 36 ml.

Pembuatan *edible film*

Larutan pati garut dengan melarutkan sejumlah pati sesuai perlakuan (2%, 4%, 6% (b/v)) ke dalam 100 ml aquades kemudian dilarutkan dan dilakukan pengadukan. Penambahan filtrat kunyit putih sesuai perlakuan dengan konsentrasi (1%, 4%, 7% v/v) dan *plasticizer* gliserol sebanyak 10% v/b_{pati} yang ditambahkan pada larutan pati kemudian dipanaskan dengan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 70-80 °C selama 25 menit. Larutan *film* dilakukan pendinginan selama 15 menit dalam keadaan *magnetic stirrer* bergerak hingga suhu 37°C. Larutan *film* sebanyak 80 ml dilakukan pencetakan dengan cetakan berukuran 30x20cm dan dikeringkan menggunakan oven pengering dengan suhu 60°C selama 6 jam.

Parameter yang diamati

Analisa yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis kadar air (AOAC, 2005), ketebalan (Zuwanna, Fitriani dan Hesti, 2017), kuat tarik (Dian *et al.*, 2020), elongasi (ASTM, 1995), laju transmisi uap air (Amaliyah dan Widya, 2014), aktivitas antibakteri (Syaichurrozi dkk, 2012), dan penilaian organoleptik

dengan uji skoring menggunakan panelis sebanyak 20 orang.

Rancangan penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor, penambahan konsentrasi pati garut (2%;4%;6%(b/v)). Penambahan konsentrasi filtrat kunyit putih (1%;4%;7%(v/v)) yang masing-masing diulang sebanyak dua kali.

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) pada $\alpha=5\%$. Apabila terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada $\alpha=5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Kadar air dapat mempengaruhi kualitas *edible film* saat disimpan maupun diaplikasikan sebagai kemasan produk. Kadar air pada *edible film* dipengaruhi oleh jumlah dan jenis bahan pembentuk *edible film*. Rata-rata kadar air *edible film* berkisar antara 10,942-16,812%. Nilai rata-rata kadar air *edible film* pada perlakuan konsentrasi pati garut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2

Tabel 1. Hasil analisis kadar air *edible film* pada perlakuan konsentrasi pati garut

Konsentrasi Pati Garut (%)	Kadar Air (%)
2.00	11,63± 0,77 ^a
4.00	12,21± 0,96 ^a
6.00	15,48 ± 1,38 ^b

Keterangan: Nilai rata-rata yang disertai dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$)

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pati garut maka nilai kadar air semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh pati memiliki gugus

hidroksil yang dapat mengikat air selama proses pemanasan hingga larutan *edible film* mengalami gelatinisasi. Bertambahnya konsentrasi pati garut mampu meningkatkan air yang terikat dalam *edible film*. Semakin tingginya konsentrasi pati akan meningkatkan jumlah polimer penyusun matriks film sehingga gugus hidroksilnya akan semakin besar dan dalam kemampuan menyerap air bebas pada *film* akan semakin besar (Kusumavati dan Vidya, 2013).

Tabel 2. Hasil analisis kadar air *edible film* pada perlakuan konsentrasi filtrat kunyit putih

Konsentrasi filtrat kunyit putih (%)	Kadar Air (%)
1.00	12,07± 1,73 ^a
4.00	13,13± 2,15 ^{ab}
7.00	14,13± 2,35 ^b

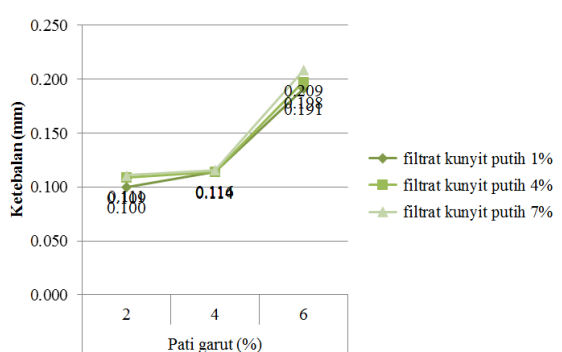
Keterangan: Nilai rata-rata yang disertai dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata ($p \geq 0,05$)

Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi filtrat kunyit putih maka nilai kadar air semakin tinggi. Penambahan filtrat kunyit putih yang tinggi dapat meningkatkan pula jumlah pati yang terkandung dalam *edible film* sehingga dengan meningkatnya jumlah filtrat kunyit yang ditambahkan mampu meningkatkan air yang terikat dalam *edible film*. Menurut Evizal (2013) kunyit putih mengandung pati sebesar 8%. Pati memiliki gugus hidroksil yang mampu mengikat air selama proses pemanasan pada larutan *edible film*, sehingga dengan meningkatnya pati akan meningkatkan air yang terikat dalam *edible film* (Rosida *et. al.*, 2017)

Ketebalan

Ketebalan *edible film* adalah parameter yang sangat utama karena dapat mempengaruhi sifat biologis dan umur simpan dari makanan (Adebowale *et al.*, 2013). Rata-rata ketebalan *edible film* berkisar antara 0,10-0,21mm. Pengaruh konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih

terhadap ketebalan *edible film* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih terhadap ketebalan *edible film*

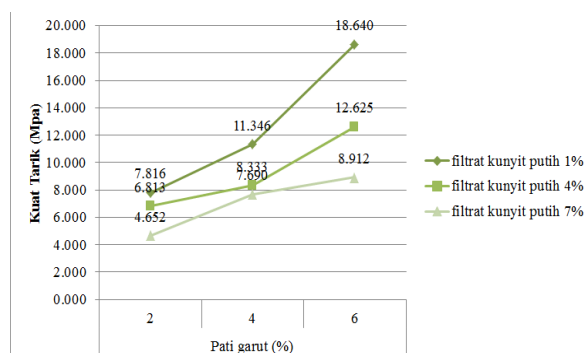
Berdasarkan Gambar 1. menunjukkan semakin tinggi konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih, maka ketebalan *edible film* yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini disebabkan pati merupakan bahan pembentuk polimer matriks *edible film*, sehingga pada proses pembuatan *edible film* penambahan konsentrasi pati dan konsentrasi filtrat kunyit putih yang mengandung pati akan meningkatkan kekentalan larutan *edible film* sehingga meningkatkan nilai ketebalan *edible film* yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh Syahrudin (2017) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi pati maka akan meningkatkan ikatan polimer sehingga *edible film* yang terbentuk setelah retrogradasi semakin tebal. Semakin tinggi konsentrasi pati dapat menyebabkan padatan terlarut semakin meningkat sehingga setelah adonan dikeringkan akan dicetak dan membentuk *edible film* maka volumenya semakin meningkat dan semakin tebal.

Penambahan konsentrasi filtrat kunyit putih juga mempengaruhi nilai ketebalan *edible film*. Semakin tinggi konsentrasi filtrat kunyit putih semakin meningkat nilai ketebalan *edible film*. Hal ini disebabkan oleh penambahan filtrat kunyit putih yang tinggi dapat meningkatkan pula jumlah pati pada *edible film* sehingga ketebalan *edible film* meningkat. Hal ini sejalan dengan pernyataan Friedman (2009), bahwa peningkatan konsentrasi filtrat kunyit putih berpengaruh terhadap ketebalan *edible film*

yang menyebabkan total padatan bertambah. Hal ini didukung pula oleh pernyataan Amaliyah dan Widya (2014) yang menyatakan bahwa penambahan total padatan berupa pati diduga berasal dari penambahan filtrat kunyit putih Menurut standar JIS 1975 (*Japanese Industrial Standard*) dalam Rusli, Salengke dan Mulyati (2017) bahwa nilai ketebalan maksimal 0.25 mm. Nilai ketebalan dari konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih telah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*).

Kuat tarik

Kuat tarik merupakan suatu tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* dapat bertahan sebelum *edible film* putus atau robek. Rata-rata kuat tarik *edible film* berkisar antara 4,652-18,640 Mpa. Pengaruh konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih terhadap kuat tarik *edible film* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih terhadap kuat tarik *edible film*

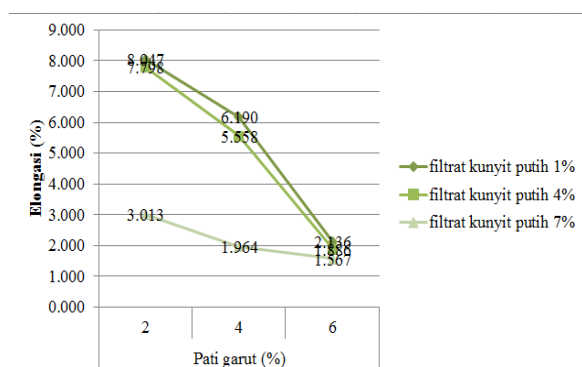
Berdasarkan Gambar 2. menunjukkan semakin tinggi konsentrasi pati garut yang ditambahkan semakin besar nilai kuat tarik *edible film*. Namun semakin tinggi konsentrasi filtrat kunyit putih maka semakin kecil nilai kuat tarik *edible film*. Hal ini menunjukkan bahwa bertambahnya konsentrasi pati garut akan menjadikan pembentuk matriks *film* yang semakin banyak dan semakin kuat sehingga kekuatan yang diberikan dalam memutuskan ikatan matriks *edible film* semakin besar sehingga menghasilkan tingginya nilai kuat tarik pada *edible film*. Menurut Dobrucka dan Cierpiszewski

(2014), menyatakan bahwa kekuatan tarik dalam suatu bahan timbul sebagai reaksi dari ikatan polimer antara atom-atom atau ikatan sekunder antar rantai polimer terhadap gaya luar yang diberikan. Pati garut memiliki kandungan amilosa yang cukup tinggi sehingga menghasilkan kuat tarik yang besar pula.

Namun nilai kuat tarik cenderung menurun dengan bertambahnya konsentrasi filtrat kunyit putih. Dikarenakan filtrat kunyit putih mengandung beberapa senyawa aktif yang mampu mempengaruhi nilai kuat tarik *edible film* yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Warkoyo (2014) bahwa nilai kuat tarik dari *edible film* akan melemah seiring dengan meningkatnya penambahan konsentrasi bahan aktif dikarenakan terdapat interaksi antar molekul yang dapat melemah seiring bertambahnya jumlah bahan aktif yang ditambahkan. Menurut Standar JIS 1975 (*Japanese Industrial Standard*) dalam Rusli, Salengke dan Mulyati (2017) bahwa nilai kuat tarik *edible film* minimal 3,92 Mpa. Nilai kuat tarik dari konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih telah memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*).

Elongasi

Elongasi menunjukkan elastisitas *edible film*. Rata-rata elongasi *edible film* berkisar antara 1,567-8,046%. Pengaruh konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih terhadap elongasi *edible film* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih terhadap elongasi *edible film*

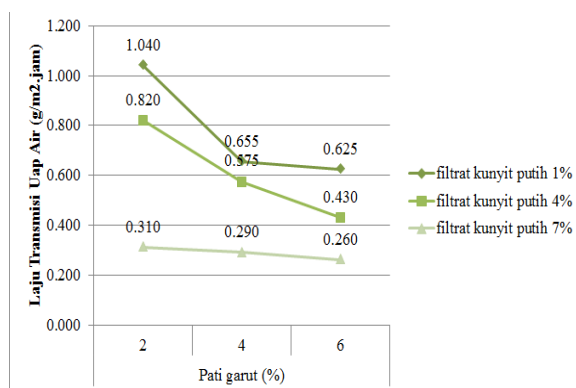
Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan semakin tinggi konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih maka elongasi *edible film* semakin menurun. Menurunnya nilai elongasi disebabkan oleh pati garut memiliki kadar amilosa yang cukup tinggi sehingga membuat kekentalan (viskositas) dan pati pada *edible film* semakin tinggi yang akhirnya ikatan penyusun matriks berupa ikatan polimer pada *edible film* semakin kuat sehingga mengurangi nilai elongasi *edible film* yang dihasilkan. Semakin bertambahnya konsentrasi pati garut maka semakin banyak padatan terlarut yang terdapat pada *edible film* yang menyebabkan ruang antar polimer akan semakin terisi dan dapat mengurangi gerakan molekul polimer pada *film* sehingga mengakibatkan meningkatnya suhu transisi gelas. Suhu transisi gelas merupakan suhu dimana suatu polimer mengalami perubahan dari liquid menjadi bentuk solid, yang terjadi pada kisaran suhu tertentu ketika bentuk solid yang bersifat amorfous berubah menjadi keadaan *liquid* dan kental. Perlahan konsentrasi filtrat kunyit putih juga mempengaruhi nilai elongasi *edible film*. Semakin tinggi konsentrasi filtrat kunyit putih maka semakin menurun nilai elongasi *edible film*. Hal ini disebabkan oleh filtrat kunyit putih mengandung pati, sehingga menambah komponen pati pada *edible film* yang dihasilkan. Menurut pernyataan Amaliyah dan Widya (2014) bahwa penambahan filtrat kunyit putih yang masih mengandung pati yang tersisa dapat memperkokoh matriks film dan dapat mengurangi nilai elongasinya. Hal ini didukung oleh Jacob et al., (2014) yang menyatakan bahwa suhu transisi gelas dapat meningkatkan polimer yang terbentuk akan semakin kaku, hal itu akan menyebabkan *film* tidak fleksibel dan mudah patah saat peregangan, oleh karena itu nilai elongasi pada penelitian ini lebih rendah (di bawah 10%).

Edible film yang baik memiliki standar nilai persen perpanjangan atau elongasi antara 10-50% (Gela,2016). Menurut standar JIS 1975 (*Japanese Industrial Standard*) dalam Rusli, Salengke dan Mulyati (2017) bahwa nilai elongasi jelek <10% dan bagus

>50%, namun nilai elongasi *edible film* dengan perlakuan konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih lebih rendah sehingga belum memenuhi standar JIS (*Japanese Industrial Standard*). Faktor yang dapat menurunkan persen pemanjangan atau elongasi yaitu kurangnya penambahan *plasticizier* sehingga menjadikan *edible film* yang dihasilkan terlalu kuat dan kaku, pada penelitian ini *plasticizier* yaitu gliserol yang ditambahkan hanya 10% v/b_{pati}. Menurut Yulianti dan Erlina (2016) penambahan konsentrasi gliserol yang tepat dapat menyebabkan struktur *edible film* lebih lembut dan perpanjangannya meningkat, sehingga persen perpanjangannya lebih tinggi menunjukkan *edible film* lebih fleksibel.

Laju transmisi uap air

Laju transmisi uap air merupakan besarnya laju aliran uap air yang melewati suatu unit area pada waktu dan kondisi tertentu. Rata-rata laju transmisi uap air *edible film* berkisar antara 0,26-1,04 g/m².jam. Pengaruh konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih terhadap laju transmisi uap air *edible film* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih terhadap laju transmisi uap air *edible film*

Berdasarkan Gambar 4, menunjukkan semakin tinggi konsentrasi pati garut yang ditambahkan semakin rendah nilai laju transmisi uap air *edible film*. Rendahnya nilai laju transmisi uap air *edible film* disebabkan oleh bahan baku yaitu pati garut yang mengandung kadar amilosa. Semakin

bertambahnya konsentrasi pati garut akan menyebabkan kadar amilosa bertambah dan meningkatkan jumlah padatan terlarut dalam *edible film* sehingga tingginya konsentrasi pati garut menyebabkan bertambahnya jumlah polimer yang dapat memperkecil rongga dalam gel yang terbentuk pada *edible film*. Semakin tebal dan rapat matriks yang terbentuk pada *edible film* maka relatif tidak *permeable* terhadap uap air sehingga mengurangi laju transmisi uap air karena sulit ditembus. Menurut Syarifudin dan Yuniarta (2015) menyatakan bahwa dengan meningkatnya jumlah polimer pembentuk *film* karena total padatan dalam *film* yang bertambah akan menghasilkan *film* yang lebih tebal sehingga mampu menurunkan laju transmisi uap air. Menurut Amaliya dan Widya (2014), laju transmisi uap air berpengaruh terhadap kemampuan *edible film* dalam menahan uap air, sehingga *edible film* yang memiliki nilai laju transmisi uap air rendah baik digunakan untuk pengemas produk yang memiliki kelembaban tinggi.

Penambahan konsentrasi filtrat kunyit putih mampu menurunkan nilai laju transmisi uap air hal ini disebabkan oleh penambahan bahan aktif yaitu minyak atsiri. Adanya minyak atsiri berupa senyawa terpen pada filtrat kunyit putih mampu mengurangi sifat hidrofilik dan akan memberikan sifat hidrofobik pada *edible film* sehingga dapat menurunkan nilai laju transmisi uap air. Senyawa terpen pada minyak atsiri juga mampu mempengaruhi sifat penghambatan terhadap uap air yang dihasilkan, hal ini disebabkan senyawa terpen dapat membentuk *barier* pada permukaan *edible film* sehingga migrasi uap air hanya terjadi pada bagian hidrofilik. Menurut penelitian Bagus (2002) bahwa migrasi uap air umumnya terjadi pada bagian *film* yang hidrofilik. Hal ini diperkuat oleh Krochta *et al.*, (2003) bahwa komponen minyak dan lemak mempunyai sifat perlindungan yang tinggi terhadap uap air sehingga akan mengurangi sifat hidrofilik *film*. Menurut Standar JIS 1975 (*Japanese Industrial Standard*) dalam Rusli, Salengke dan Mulyati (2017) bahwa nilai laju transmisi uap air *edible film*

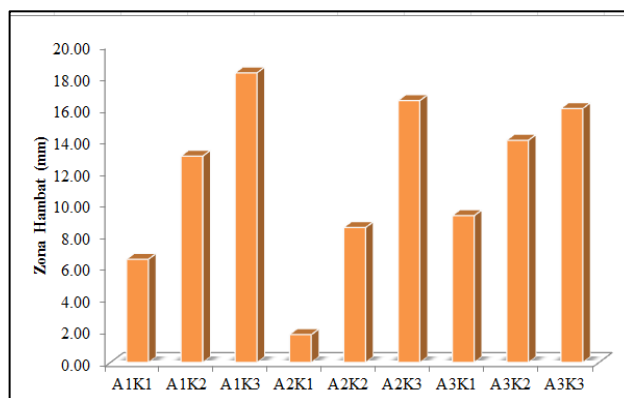
maksimal 10 g/m²h. Nilai laju transmisi uap air dari konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih telah memenuhi standar JIS.

Aktivitas antimikroba *edible film*

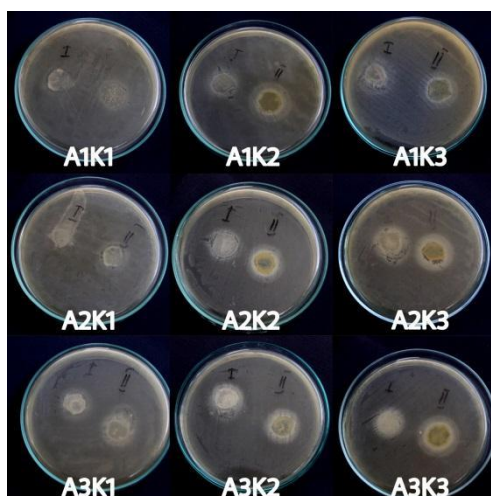
Pada penelitian ini dalam analisis aktivitas antimikroba terhadap *edible film* menggunakan bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Aktivitas antimikroba terhadap *E.coli*

Hasil rerata zona hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* pada *edible film* dengan penambahan konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih terhadap bakteri *E.coli* berkisar antara 1,75-18,25 mm. Pengaruh perubahan konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih terhadap bakteri *E.coli edible film* ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Zona hambat bakteri *E.coli* pada *edible film*



Gambar 6. Daerah hambatan *edible film* dari konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih terhadap bakteri *E.coli*

Keterangan:

A1=Pati garut 2%; A2:Pati garut 4%; A3=Pati garut 6%; K1=Filtrat kunyit putih 1%; K2= Filtrat kunyit putih 4%; K3= Filtrat kunyit putih 7%

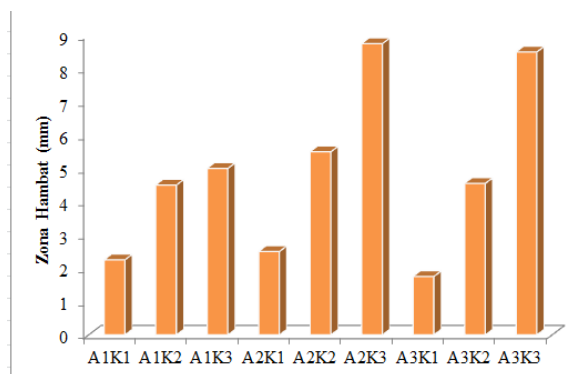
Berdasarkan Gambar 5. menunjukkan semakin tinggi penambahan konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih maka semakin tinggi nilai zona hambat yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh adanya bahan aktif yang terdapat pada bahan baku *edible film*. Bahan aktif tersebut terdapat pada filtrat

kunyit putih namun pati garut tidak memiliki kandungan bahan aktif seperti minyak atsiri sehingga pati garut tidak memiliki sifat sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme. Kandungan bahan aktif yang terdapat pada filtrat kunyit putih menyebabkan adanya daya hambat pertumbuhan

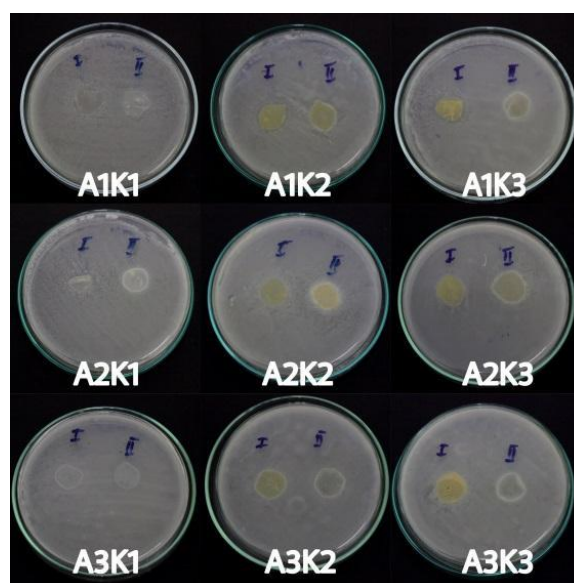
bakteri *E.coli* pada *edible film*. Semakin tinggi penambahan filtrat kunyit putih semakin besar pula daya hambat dari pertumbuhan bakteri *E.coli* pada *edible film*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Setiawan (2012) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi suatu zat antibakteri maka semakin tinggi kandungan zat antibakterinya sehingga semakin banyak pertumbuhan bakteri yang terhambat. Pada konsentrasi filtrat kunyit putih mengandung bahan aktif yaitu senyawa fenolik berupa curcumin. Senyawa fenolik inilah yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli*. Adanya zona hambat dari *edible film* terhadap pertumbuhan bakteri *E.coli* disebabkan oleh senyawa aktif yang mampu merusak sel bakteri. Kandungan aktif filtrat kunyit putih berupa senyawa fenol mampu masuk ke dalam sitoplasma sel bakteri dan mampu merusak sistem kerja sel dan mengakibatkan lisis sel bakteri. Selain itu senyawa fenol mampu mendenaturasi protein dan merusak membran sel dengan cara melarutkan lemak pada dinding sel bakteri gram negatif sehingga menghasilkan area zona hambat. Menurut Amaliyah dan Widya (2014) bahwa semakin tinggi konsentrasi filtrat kunyit putih yang ditambahkan maka semakin tinggi pula kandungan senyawa fenolik pada *edible film* dan semakin tinggi senyawa fenolik maka semakin tinggi juga daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *E.coli*.

Aktivitas antimikroba terhadap *S.aureus*

Hasil rerata zona hambat pertumbuhan bakteri *edible film* dengan penambahan konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih terhadap bakteri *S.aureus* berkisar antara 1,75-8,25 mm. Pengaruh perubahan konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih terhadap bakteri *S.aureus edible film* ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengaruh konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih terhadap zona hambat bakteri *S.aureus* pada *edible film*



Gambar 8. Daerah hambatan *edible film* dari konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih terhadap bakteri *S.aureus*

Keterangan:

A1=Pati garut 2%; A2:Pati garut 4%;
A3=Pati garut 6%; K1=Filtrat kunyit putih 1%; K2= Filtrat kunyit putih 4%; K3= Filtrat kunyit putih 7%

Berdasarkan Gambar 7. menunjukkan semakin tinggi penambahan konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih maka semakin tinggi nilai zona hambat yang dihasilkan. menunjukkan semakin tinggi penambahan konsentrasi pati garut dan filtrat kunyit putih maka semakin tinggi nilai zona hambat yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh adanya

bahan aktif seperti minyak atsiri yang mampu menghambat pertumbuhan mikro-organisme sama halnya dengan hasil zona hambat *edible film* terhadap bakteri *E.coli*. Bahan aktif tersebut terdapat pada filtrat kunyit putih namun pati garut tidak memiliki kandungan bahan aktif seperti minyak atsiri sehingga pati garut tidak memiliki sifat sebagai penghambat pertumbuhan mikro-organisme. Kandungan bahan aktif yang terdapat pada filtrat kunyit putih menyebabkan adanya daya hambat pertumbuhan bakteri *S.aureus* pada *edible film*. Semakin tinggi penambahan filtrat kunyit putih semakin besar pula daya hambat dari pertumbuhan bakteri *S.aureus* pada *edible film*. Hal ini didukung oleh pernyataan Setiawan (2012) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi suatu zat antibakteri semakin tinggi pula kandungan zat antibakterinya, sehingga terhambatnya pertumbuhan bakteri semakin banyak apabila konsentrasi zat anti bakterinya lebih tinggi. Besarnya daya hambat disebabkan oleh senyawa terpenoid yang terkandung dalam filtrat kunyit putih. kunyit putih mengandung bahan aktif dengan komposisi utamanya berupa ar-Turmerone dan turmerone. Menurut Amaliyah dan Widya (2014) terpen mempunyai daya antimikroba khusus pada bakteri gram positif salah satunya bakteri *S. aureus*. Kunyit putih

(*Curcuma mangga Val*) memiliki senyawa tipe diterpen dan senyawa turunannya yang memiliki aktivitas antibakteri cukup tinggi terhadap bakteri gram positif, gram negatif dan jamur. Menurut Philip *et al.* (2009) fraksi heksana dari kandungan kunyit putih menunjukkan adanya aktivitas antimikroba yang signifikan pada bakteri *S.aureus*. Kedua komposisi tersebut merupakan daya dari zat utama penyusun minyak esensial kunyit yang disebut terpen. Kunyit putih (*Curcuma mangga*) memiliki senyawa tipe diterpen dan senyawa turunannya yang memiliki aktivitas antibakteri cukup tinggi terhadap bakteri gram positif seperti bakteri *S.aureus*. Adanya komponen terpen yang bersifat hidrofob pada filtrat kunyit putih yang ditambahkan pada *edible film* mampu menyebabkan gangguan integritas membran sel bakteri dengan menurunkan cadangan ATP intrasel, menurunkan potensial membran bakteri dan menurunkan pH intrasel sehingga menghasilkan area zona hambat.

Organoleptik

Hasil rekapitulasi analisis ragam pengaruh konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih terhadap parameter organoleptik yang meliputi warna, aroma dan tekstur produk *edible film* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih terhadap organoleptik *edible film*.

Konsentrasi pati garut	Konsentrasi filtrat kunyit putih	Parameter		
		Warna	Aroma	Tekstur
2%	1%	1,65 ± 0,671 ^a	2,05 ± 0,686 ^a	3,00 ± 1,123 ^a
	4%	4,05 ± 0,394 ^d	2,70 ± 0,571 ^b	2,70 ± 1,175 ^a
	7%	3,60 ± 0,503 ^c	2,70 ± 0,923 ^b	3,05 ± 1,234 ^a
4%	1%	1,85 ± 0,671 ^a	2,35 ± 0,587 ^a	3,05 ± 1,099 ^a
	4%	3,65 ± 0,489 ^c	2,95 ± 0,887 ^b	3,65 ± 1,182 ^b
	7%	4,75 ± 0,444 ^e	3,90 ± 0,781 ^c	4,00 ± 0,725 ^b
6%	1%	2,10 ± 0,718 ^b	2,85 ± 0,988 ^b	3,75 ± 0,966 ^b
	4%	3,85 ± 0,489 ^c	3,45 ± 0,826 ^c	3,95 ± 0,944 ^b
	7%	4,65 ± 0,489 ^e	3,80 ± 0,696 ^c	3,70 ± 1,031 ^b

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf berbeda pada satu kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\alpha = 5\%$).

Warna

Berdasarkan Tabel 3. bahwa rata-rata nilai warna *edible film* dengan perlakuan konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih berkisar 1,65-4,75. Perbedaan nilai warna pada *edible film* disebabkan oleh penambahan filtrat kunyit putih karena pada konsentrasi pati tidak mempengaruhi pada warna *edible film*. Semakin banyak penambahan konsentrasi filtrat kunyit putih maka nilai warna semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh penambahan filtrat kunyit putih, karena kunyit putih memiliki warna yang kekuningan. Kunyit putih (*Curcuma mangga Val*) mengandung pigmen kurkuminoid yang berwarna kekuningan (Sudewo, 2004). Hal ini didukung oleh Tayyem *et al.* (2006) bahwa kandungan utama kurkuminoid adalah kurkumin yang berwarna kuning. Dengan adanya kandungan kurkumin pada filtrat kunyit putih dapat mempengaruhi hasil warna pada *edible film* yang dihasilkan, semakin tinggi penambahan konsentrasi filtrat kunyit putih pada *edible film* maka warna *edible film* semakin kuning.

Aroma

Berdasarkan Tabel 3. bahwa rata-rata nilai aroma *edible film* dengan perlakuan konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih berkisar 2,05-3,90. Perbedaan nilai aroma pada *edible film* disebabkan oleh penambahan filtrat kunyit putih. Semakin tinggi penambahan konsentrasi filtrat kunyit putih maka nilai aroma semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh penambahan filtrat kunyit putih, karena kunyit putih memiliki aroma kunyit yang segar hampir mirip seperti buah mangga dan khas. Menurut Syukur (2003) bahwa rimpang kunyit putih berbau aromatis yang khas seperti bau mangga. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Gusmaini dan Januwati (2004) bahwa kunyit putih beraroma mangga segar atau kweni. Adanya aroma yang khas pada kunyit putih disebabkan oleh kunyit putih mengandung minyak atsiri. Kunyit putih merupakan bahan alami yang memiliki kandungan senyawa aktif minyak atsiri yang terdiri dari alpha beta tumerone yang menye-

babkan bau khas pada kunyit (Ika, Imam dan Djalal, 2015). Sehingga dengan banyaknya filtrat kunyit putih yang ditambahkan pada *edible film* menghasilkan aroma khas kunyit.

Tekstur

Berdasarkan Tabel 3. bahwa rata-rata nilai tekstur *edible film* dengan perlakuan konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih berkisar 2,70-4,00. Perbedaan nilai tekstur pada *edible film* disebabkan oleh penambahan pati garut dan *plasticizer*, berupa gliserol yang ditambahkan. Menurut Wulandari, Indriana dan Amalia (2019) penambahan *plasticizer* pada pembuatan *edible film* bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas dan dapat mengurangi kerapuhan. Dengan bertambahnya jumlah gliserol dalam campuran pati dan air menyebabkan peningkatan elastisitas pada *edible film* sehingga tidak mudah patah. Selain itu, adanya penambahan pati garut dapat memperkuat *edible film*. Pati garut yang digunakan mengandung kadar amilosa sebesar 24,13%. Menurut Yulianti dan Erlina (2016) pati dengan kadar amilosa tinggi menghasilkan *edible film* yang lentur dan kuat. Sehingga dengan banyaknya pati garut yang ditambahkan pada *edible film* menghasilkan tekstur yang tidak mudah patah.

KESIMPULAN

Konsentrasi pati garut dan konsentrasi filtrat kunyit putih memberikan pengaruh yang nyata terhadap ketebalan, kuat tarik, elongasi, laju transmisi uap air, aktivitas antimikroba terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus* serta organoleptik meliputi warna, aroma dan tekstur, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar air pada *edible film*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pati garut 4% dan filtrat kunyit putih 7% merupakan perlakuan terbaik dengan nilai kadar air 13,109%; ketebalan 0,115 mm; kuat tarik 7,69 Mpa; elongasi 1,96%; laju transmisi uap air 0,29 g/m².jam; daya hambat terhadap bakteri *E.coli* sebesar 16,5 mm; daya hambat terhadap bakteri *S.aureus* 8,75 mm. Hasil organoleptik uji skoring

menunjukkan rata-rata skor tekstur 4 (sedikit patah); warna 4,75 (berwarna kuning); dan aroma 3,9 (beraroma kunyit cukup kuat).

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah berkenan menyediakan tempat untuk pelaksanaan penelitian selama ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, A. A., Olatunde, Adegunwa M. O., Asiru W. B., & Sanni L. O. (2013). Mechanical and sensorial characteristics of cassava and yam composite starch film. *Journal of Food Processing and Preservation*, ISSN 1745-4549, 1-5.
- Amaliyah, R. R & Widya D. R. P. (2014). Karakteristik *edible film* dari pati jagung dengan penambahan filtrat kunyit putih sebagai antibakteri. *Jurnal Pangan dan Agrindustri*, 2(3), 43-53.
- AOAC. (2005). Official method of analysis of the association of official analytical of chemist. Arlington, Virginia, USA: The Association of Official Analytical Chemist International, Inc.
- ASTM. (1995). Standard test methods for water vapor transmission of materials. American Society for Testing and Materials. West Conshohoken. *Annual Book of ASTM Standards*, 04(06).
- Bagus, T. A. (2002). Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi Fakultas mipa Universitas. Usu Press.
- Dian, M. S., Endarujii, S., Imelda, F., & Sudarlin. (2020). Aplikasi *edible film* pati singkong dengan penambahan lidah buaya (*aloe vera*) pada cabai rawit (*apsicum frutascens l.*). *Integrated Lab Journal*, 01(01), 1-5.
- Dobrucka, R., & Cierpiszewski, R. (2014). Active and intelligent packaging foodresearch and development-a review. *Polish Journal Food Nutrition Sciences*, 64 (1), 715.
- Evizal, R. (2013). Dasar-Dasar Produksi Perkebunan. Bandar Lampung : Graha Ilmu.
- Faridah, D. N., Dedi, F., Nuri, A., & Titi, C. S. (2014). Karakteristik sifat fisikokimia pati garut (*maranta arundinaceae*). *Journal Agritech*, 34(1).
- Friedman. (2009). Studi pembuatan *edible film* dari karaginan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11(4), 1-13.
- Gela, D.T. (2016). Karakteristik *edible film* dari gelatin kulit kuda (*equus caballus*) serta aplikasinya untuk kemasan makanan [Tugas Akhir]. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar.
- Gusmaini, Y.M., & Januwati, M. (2004). Teknologi perbanyakan benih Sumber temu mangga. Perkembangan Teknologi TRO. *Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 16, 52-57.
- Hakim, U.N., Djalal, R., & Aris, S.W. (2013). Pengaruh penambahan tepung garut (*maranta arundinaceae*) terhadap kualitas fisik dan organoleptik nugget kelinci. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, (8), 9-22.
- Hudha, & Zazan, N. (2011). *Aktivitas antioksidan dan antibakteri dari fraksi non polar ekstrak kunyit (kajian jenis kunyit dan lama ekstraksi)* [Tugas Akhir]. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya.
- Ika, M.A., Imam, T., & Djalal, R. (2015). *Pengaruh penambahan sari kunyit putih (Curcuma zedoaria) terhadap kualitas telur asin* [Tugas Akhir]. Malang: Jurusan Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya.
- Jacobeb, A. M., Roni, N., dan Siluh, P. S. D. U. (2014). Pembuatan Edible Film dari Pati Buah Lindur dengan Penambahan Gliserol dan Karaginan. *JPHPI*, 17(1).
- Krochta, J.M. & Johnston, D.M.C. (1997). *Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities*. *Journal Food Technology*, 51(2), 60.

- Krochta, J. M & De Mulder-Johnston C. (2003). Edible and Biodegradable Polymer Films; Challenges and Opportunities. *J. Food Technol.* 51 (2), 61-74.
- 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.
- Philip, K., Malek, S. N. A., Sani, W., Shin, S. K., Kumar, S., Lai, H. S., Serm, L. G. & Rahman, S. N. S. A. (2009). Antimicrobial activity of some medicinal plants from malaysia. *American Journal of Applied Sciences*, 6(8), 1613-1617.
- Rosida, S., & Tahya, A. M. (2017). *Edible film* from the pectin of papaya Skin (the study of cassava starch an glyserol addition). *Jounla od Physis : Conf. Series* 953.
- RusliA., Metusalach, S., & Mulyati M. T. (2017). Karakteristik *edible film* karagenan dengan pemlastis gliserol. *JPHPI*, 20, 219-229.
- Setiawan, C. (2012). *Aktivitas antibakteri ekstrak kasar daun jati mas (tectona grandis) metode microwave-assisted extraction terhadap escherichia coli dan staphylococcus aureus (kajian waktu ekstraksi dan rasio pelarut:bahan)* [Tugas Akhir]. Malang: Program Studi Ilmu Dan Teknologi Pangan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Sudewo, B. (2004). *Tanaman Obat Populer Pengepur Media Penyakit.* Agromedika pustaka. Jakarta.
- Syahrum, N.H., & Raswen, E. (2017). Pemanfaatan pati biji cempedak (artocarpus champeden) untuk pembuatan edible film. *Jurnal Jom FAPERTA*, 4(2), 1-2.
- Syaichurrozi, I., Handayani, N, & Wardhani, D. H. 2012. Karakteristik edible film dari pati ganyong (Canna edulis kerr) berantimikroba. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1), 305–311.
- Syarifudin, A., & Yunianta. (2015). Karakterisasi Edible Film dari Pektin Albedo Jeruk Bali dan Pati Garut. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4),1538-1547.
- Syukur, C. (2003). *Temu putih: tanaman obat anti kanker.* Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tayyem R. F., Heath, W. K., Al-Delaimy, & C. L. Rock. (2006). Curcumin content of turmeric and curry powders. *Nutr Cancer*, 55 (2), 126-31.
- Wahyu, U. A. (2013). Pengaruh suhu dan lama pengeringan terhadap karakteristik fisikokimiawi plastik biodegradable dari komposit pati lidah buaya (aloe wera)-kitosan. *Jurnal Biopress Komoditas Tropis*, 1(1).
- Warkoyo., B. Rahardjo., D. W. Marseno, & J. N. W. Karyadi. (2014). Sifat fisik, mekanik dan barrier edible film berbasis pati umbi kimpul (xanthosoma sagittifolium) yang diinkorporasi dengan kalium sorbet. *Jurnal AGRITECH* (1), 34.
- Wulandari, R., Indriana, D., & Amalia, N. (2019). Kajian penggunaan hidrokoloid sebagai emulsifier pada proses pengolahan coklat. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 14(1), 28-40.
- Yani, F., Setyaningrum, A., Andriani. (2013). Potensi temu mangga (*Curvuma mangga val*) sebagai minuman fungsional. *Jurnal Teknosains Pagan*, 2(3).
- Yulianti, R., & Erlina, G. (2012). Perbedaan karakteristik fisik edible film dari umbi-umbian yang dibuat dengan penambahan plasticizer. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 31(2), 131-136.
- Zuwanna, I., Fitriani, & Hesti, M. (2017). Pengemas makanan ramah lingkungan, berbasis limbah cair tahu (whey) sebagai edible film. Banda Aceh : *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*. A77-A87.