



Jurnal Sains dan Teknologi Pangan

Online at <http://uho.ac.id/index.php/JSTP>

A Open Access Journal
by Halu Oleo University
e-ISSN: 2527-6271

[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [CATEGORIES](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#) [ARCHIVES](#)

[Home](#) > [Vol 9, No 3 \(2024\)](#)

Jurnal Sains dan Teknologi Pangan

Jurnal Sains dan Teknologi Pangan (e-ISSN: 2527-6271) is an "Open Access Publications" published by the Food Science and Technology Department, Halu Oleo University Faculty of Agriculture, with a focus and scope in the form of: Food Processing Technology, food biotechnology, food security, food microbiology, food chemistry and food industry technology.

Publication Schedule : February, April, June, August, October and December

Language : Indonesia

Frequency : 6 times every year

ISSN online : 2527-6271

Editor In Chief : Prof. Dr. Sri Wahyuni, M.Si

Citation Analysis : Google Scholar, Garuda Ristekdikti

accreditation : sinta 4



[reviewers](#)

[focus and scope](#)

[publication ethics](#)

[peer review process](#)

[editor process](#)

[author guidelines](#)

[contact](#)

[index](#)

Visitors

	160,744		256
	4,594		234
	2,513		171
	646		133
	350		132

FLAG counter

00467304

[View My Stats](#)

USER

Username

Password



PENGEMBANGAN SMART EDIBLE PACKAGING BERBAHAN KITOSAN DAN GLISEROL DENGAN PENAMBAHAN EKSTRAK BUNGA TELANG DAN TEPUNG CANGKANG TELUR AYAM

[Development of smart edible packaging made from chitosan and glycerol with the addition of butterfly pea extract and chicken eggshell flour]

Gregorius Richardo Ghevyn Tjahjadi¹,
Rachel Meiliawati Yoshari¹, Adrianus Rulianto Utomo¹, Ignasius Radix A.P. Jati^{*}

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Surabaya.

*Email: radix@ukwms.ac.id (Telp: +6285701516262)

Diterima tanggal 1 Februari 2024
Disetujui tanggal 8 Februari 2024

ABSTRACT

The commonly used food packaging is non-biodegradable, thus not environmentally friendly. Therefore, environmentally friendly packaging, namely smart edible packaging, is needed. The materials used for making smart edible packaging in this study were chitosan, glycerol, butterfly pea extract, and chicken eggshell flour. This research aimed to determine the physicochemical characteristics and the ability of smart edible packaging as food packaging. The research design used was a 2-factor factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with two factors: the addition of butterfly pea extract with ratios of 0:1, 1:250, and 1:125, and the addition of chicken eggshell flour with concentrations of 0%, 0.15%, and 0.3%. Data were analyzed using ANOVA ($\alpha=5\%$) and DMRT test ($\alpha=5\%$) to determine significantly different treatments. The results show that there was an interaction effect between butterfly pea extract and chicken eggshell flour on tensile strength ranging from 1.2170-11.4710 N/mm², percentage elongation ranging from 20.875-62.62%, and WVTR ranging from 47.9857-201.3018 g/m²/24 hours/day. Butterfly pea extract significantly affected the total anthocyanin content ranging from 0.0512-0.2560 mg Eqv. Cyanidin-3-glucoside/100 g sample, total phenol content ranging from 275.9375-1106.6232 mg GAE/100 g sample, and antioxidant activity ranging from 3.2062-87.4859 %RSA. Smart edible packaging was able to change color from blue to green to indicate the quality changes of chicken meat during storage.

Keywords: Smart edible packaging, Butterfly pea flower, Chitosan, Glycerol, Eggshell flour

ABSTRAK

Kemasan produk pangan yang umum digunakan bersifat non-biodegradable sehingga tidak ramah lingkungan, oleh karena itu dibutuhkan kemasan yang ramah lingkungan yaitu smart edible packaging. Bahan pembuatan smart edible packaging adalah kitosan, gliserol, ekstrak bunga telang, dan tepung cangkang telur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisikokimia dan kemampuan smart edible packaging sebagai pengemas makanan. Rancangan penelitian yang digunakan adalah RAK faktorial 2 faktor yaitu penambahan ekstrak bunga telang dengan rasio 0:1, 1:250, dan 1:125 dan penambahan tepung cangkang telur dengan konsentrasi 0%, 0,15%, dan 0,3%. Data dianalisa dengan ANOVA ($\alpha=5\%$) dan uji DMRT ($\alpha=5\%$) untuk menentukan perlakuan yang berbeda nyata. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh interaksi ekstrak bunga telang dan tepung cangkang telur terhadap nilai kuat tarik sebesar 1,2170-11,4710 N/mm², persen pemanjangan sebesar 20,875-62,62%, WVTR sebesar 47,9857-201,3018 g/m²/24 jam/hari. Ekstrak bunga telang berpengaruh nyata terhadap total antosianin sebesar 0,0512-0,2560 mg Eqv. Cyanidin-3-glukosida/100 g sampel, total fenol sebesar 275,9375-1106,6232 mg GAE/100 g sampel, dan aktivitas antioksidan sebesar 3,2062-87,4859 %RSA. Smart edible packaging mampu berubah warna dari biru menjadi hijau untuk menunjukkan perubahan kualitas daging ayam selama penyimpanan.

Kata kunci: Smart edible packaging, Bunga telang, Kitosan, Gliserol, Tepung cangkang telur



PENDAHULUAN

Kemasan adalah pembungkus bagi produk pangan (Noviadji, 2014) yang memiliki fungsi sebagai wadah untuk mempermudah proses distribusi, melindungi pangan dari kerusakan, mempertahankan mutu pangan, memberikan kenyamanan bagi konsumen, dan sebagai alat untuk mengkomunikasikan produk pangan kepada konsumen (Rachmani *et al.*, 2015). Bahan kemasan yang umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari berbahan plastik dan bersifat sekali pakai. Penggunaan plastik sebagai kemasan dapat berdampak negatif yaitu zat monomer dan molekul kecil dari plastik mungkin bermigrasi ke dalam bahan pangan yang dikemas (Candra & Sucita, 2015). Penggunaan plastik juga berbahaya bagi lingkungan sekitar karena plastik bersifat *non-biodegradable* (Gunadi *et al.*, 2020) sehingga diperlukan kemasan yang ramah lingkungan untuk mengurangi dampak buruk pemakaian plastik sebagai kemasan. Salah satu jenis kemasan yang dapat menggantikan plastik adalah *edible film*. *Edible film* dapat dibuat dengan bahan dasar hidrokoloid, salah satunya adalah kitosan. Kitosan adalah senyawa hasil deasetilasi kitin yang terdiri dari unit N-asetil glukosamin dan N glukosamin (Agusta, 2021). Dalam kehidupan sehari-hari, kitosan dapat dimanfaatkan untuk menurunkan kadar kolesterol, berat badan, sebagai sumber fiber, pengawet produk pangan, sebagai zat anti tumor dan inhibitor AIDS, kosmetika, serta dapat dimanfaatkan dalam pengolahan limbah cair (Hanafi *et al.*, 2000; Soegiarto *et al.*, 2013). *Edible film* yang dihasilkan dari kitosan umumnya memiliki karakteristik yang rapuh, mudah sobek, kaku, dan rentan mengalami kerusakan (Mustapa *et al.*, 2017), sehingga perlu ditambahkan *plasticizer* untuk memperbaiki karakteristiknya. *Plasticizer* merupakan bahan yang dapat digunakan untuk mengubah sifat dan karakteristik plastik (Radhiyatullah *et al.*, 2015). Salah satu jenis *plasticizer* yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film* adalah gliserol. Gliserol merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau, dan merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis (Fadliyani & Atun, 2015). Gliserol dapat membentuk ikatan polisakarida-gliserol saat berinteraksi dengan polisakarida yang menyebabkan terjadinya peningkatan fleksibilitas film dan kemampuan membentuk film (Kirana, 2017). Penambahan gliserol pada proses pembuatan *edible film* akan memperbaiki karakteristik dari *edible film* sehingga menjadi lebih elastis, fleksibel, dan tidak mudah rapuh (Lismawati, 2017).

Dalam pembuatan *edible film* dapat dilakukan penambahan bahan-bahan aktif sehingga menghasilkan *smart edible packaging*. *Smart edible packaging* merupakan kemasan yang dapat secara aktif mempertahankan kualitas produk yang dikemas sekaligus menunjukkan kondisi bahan atau produk pangan yang dikemas maupun lingkungan sekitar pada bahan atau produk pangan tersebut (Müller & Schmid, 2019). *Smart edible packaging* dapat memberikan peringatan kepada konsumen atau produsen mengenai kerusakan bahan atau produk pangan melalui perubahan warna pada kemasan tersebut yang disebabkan oleh perubahan pH, suhu, dan pertumbuhan



mikroorganisme dalam kemasan (Aksun, 2016). Bahan aktif yang ditambahkan dalam pembuatan *smart edible packaging* adalah bunga telang dan tepung cangkang telur.

Penambahan ekstrak bunga telang pada pembuatan *smart edible packaging* ini dilakukan agar *smart edible packaging* yang dihasilkan mengandung senyawa antosianin yang dapat merubah warna *smart edible packaging* saat terjadi perubahan kualitas produk pangan yang dikemas. Antosianin merupakan senyawa yang dapat mengalami perubahan warna pada pH tertentu, sehingga umumnya sering digunakan sebagai indikator untuk kerusakan produk pangan (Meganingtyas & Alauhudin, 2021). Selain sebagai indikator warna, senyawa antosianin dapat berperan sebagai antioksidan dan antibakteri. Penggunaan ekstrak bunga telang dipilih sebagai salah satu bahan aktif karena memiliki kemampuan untuk berubah warna seiring dengan perubahan pH yang terjadi (Samart Sai-Ut *et al.*, 2021). Ekstrak bunga telang juga mengandung senyawa yang bersifat antioksidan dan dapat berfungsi sebagai senyawa antibakteri. Senyawa antioksidan pada ekstrak bunga telang mampu menghambat terjadinya oksidasi pada makanan dalam kemasan tersebut (Fatisa & Agustin, 2017). Penambahan tepung cangkang telur pada pembuatan *smart edible packaging* dapat bertindak sebagai bahan pengisi yang mengencangkan matriks dan meningkatkan kekuatan mekanis *smart edible packaging* (Nata *et al.*, 2017 dalam Asiyah *et al.*, 2020). Amalia (2021) menyatakan bahwa penambahan *filler* cangkang telur dapat merapatkan pori-pori plastik *biodegradable*, sehingga diharapkan memiliki potensi untuk menurunkan *water vapor transmission rate* dari *smart edible packaging* yang dihasilkan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui interaksi antara konsentrasi ekstrak bunga telang dan konsentrasi tepung cangkang telur ayam terhadap karakteristik fisikokimia *smart edible packaging* berbasis kitosan dan gliserol sebagai pengemas produk pangan dan untuk mengetahui pengaruh dari ekstrak bunga telang dan tepung cangkang telur terhadap karakteristik *smart edible packaging* yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan *smart edible packaging* adalah kitosan, gliserol, dan air. Kitosan yang digunakan adalah kitosan yang didapatkan dari Kota Malang, sedangkan gliserol yang diperoleh dari toko bahan kimia di Surabaya. Sedangkan, Bahan yang digunakan untuk Analisa *smart edible packaging* adalah asam galat "Honeywell, CAS 149-91-7", larutan Na_2CO_3 (Merck) CAS 497-19-8", reagen Folin-Ciocalteu (Supelco), CAS 12111-13-6", methanol (Supelco) 67-56-1", larutan DPPH (Sigma Aldrich), CAS 1898-66-4", KCl (Emsure), CAS 7447-40-7", HCl (Honeywell), CAS 7647-01-0", NaCl (Emsure, CAS 767-01-0", Na-asetat (Merck), 127-09-3", bahan daging ayam broiler bagian dada.



Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan dua faktor yaitu perbedaan rasio bunga telang kering dan air serta perbedaan konsentrasi tepung cangkang telur. Rasio bunga telang kering:air yang akan digunakan adalah 0:1 (A1), 1:250 (A2), dan 1:125 (A3). Sedangkan, konsentrasi tepung cangkang telur yang digunakan adalah 0% (B1), 0,15% (B2), dan 0,3% (B3). Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali sehingga didapatkan 27 unit eksperimen. Setiap perlakuan diperlukan 2 lembar *smart edible packaging* dengan ukuran 25 x 6 cm untuk pengujian kuat tarik dan persen pemanjangan, dan 3 lembar *smart edible packaging* dengan ukuran 10 x 15 cm untuk pembuatan ekstrak sampel dan pengujian parameter lainnya.

Parameter pengujian yang dilakukan pada penelitian *smart edible packaging* adalah analisa WVTR, total fenol, total antioksidan, aktivitas antioksidan, kuat tarik, persen pemanjangan, dan uji warna serta aroma. Data yang diperoleh dari penelitian ini akan dianalisa dengan menggunakan Anova (*Analysis of Variance*) pada alfa 0,05 dan jika ditemukan terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan menggunakan uji lanjutan DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada alfa 0,05.

Tahapan Penelitian

Pembuatan Ekstrak Bunga Telang

Penelitian ini diawali dengan proses ekstrak bunga telang untuk memperoleh ekstrak dari bunga telang yang akan ditambahkan kedalam pembuatan *smart edible packaging*. Proses ekstraksi dilakukan dengan cara penimbangan bunga telang kering yang digunakan dan melakukan perebusan air hingga mencapai suhu 80°C, kemudian memasukan bunga telang kering ke dalam air yang bersuhu 80°C dan didiamkan pada suhu ruang selama 30 menit untuk mendapatkan ekstrak bunga telang. Berat bunga telang yang digunakan dalam proses ekstraksi bunga telang ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Pembuatan Ekstrak Bunga Telang

Bahan	Rasio bunga telang kering:air		
	0:1 (A1)	1:250 (A2)	1:125 (A3)
Bunga telang kering (g)	0	4	8
Air (mL)	1000	1000	1000

Pembuatan *Smart Edible Packaging*

Pembuatan *smart edible packaging* diawali dengan penimbangan kitosan sebanyak 1,2 g dan dilarutkan ke dalam pelarut sebanyak 80 mL dan dilakukan pengadukan I. Pengadukan I diakhiri ketika kitosan telah terdistribusi secara merata pada larutan. Selanjutnya dilakukan penambahan tepung cangkang telur sesuai dengan perlakuan dan dilakukan pengadukan II. Pengadukan diakhiri ketika tepung cangkang telur telah terdistribusi



merata pada larutan tersebut. Kemudian dilakukan penambahan gliserol sebanyak 1 mL dan dilakukan pengadukan III. Pengadukan diakhiri ketika telah diperoleh larutan yang homogen. Selanjutnya dilakukan pencetakan pada mika plastik dengan ukuran 10 x 15 cm. Sebelum dilakukan pencetakan, dilakukan penyemprotan alkohol 70% untuk mengurangi resiko kontaminan. *Smart edible packaging* yang telah dicetak kemudian dikeringkan pada ruangan ber-AC pada suhu 18°C dengan RH 43±2% selama kurang lebih 72 jam untuk mengurangi kadar air pada *smart edible packaging*. Kemudian *smart edible packaging* yang sudah kering dilepas dari cetakan dan disimpan pada plastik *ziplock* yang didalamnya berisi *silica gel*.

Analisis Kuat Tarik

Kuat tarik (*Tensile strength*) merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai hingga *film* dapat tetap bertahan sebelum putus atau robek (Handayani & Nurzanah, 2018). Pengujian dilakukan berdasarkan standar ASTM D-882 yang merupakan metode uji standar untuk menentukan sifat-sifat tarik plastik dalam bentuk film. Preparasi sampel dilakukan dengan memotong sampel menjadi ukuran 145 x 10 mm. Sampel diuji dengan menggunakan mesin uji tarik dimana film ditarik dari kedua ujungnya dengan kecepatan dan jarak jepit. Hasil yang diukur adalah besarnya gaya yang diperlukan untuk menarik *smart edible packaging* hingga putus dan dinyatakan dalam satuan N/mm².

Analisa Persen Pemanjangan

Persen pemanjangan atau elongasi didefinisikan sebagai persentase perubahan panjang film saat ditarik hingga putus kemudian dibandingkan dengan panjang awalnya (Handayani & Nurzanah, 2018). Pengujian dilakukan berdasarkan standar ASTM D-882. Persen pemanjangan menunjukkan kemampuan sampel untuk menahan perubahan bentuk tanpa mengalami retak atau putus. Preparasi sampel dilakukan dengan memotong sampel menjadi ukuran 145 x 10 mm. Sampel diuji dengan menggunakan mesin uji tarik dimana film ditarik dari kedua ujungnya dengan kecepatan dan jarak jepit. Hasil persen pemanjangan pada *smart edible packaging* dinyatakan dalam satuan persen (%).

Analisis Water Vapor Transmission Rate (WVTR)

Pengujian WVTR atau transmisi uap air bertujuan untuk mengetahui seberapa baik suatu bahan dapat menahan kelembaban atau uap air. Pengujian ini dilakukan dengan metode gravimetri menggunakan standar ASTM. E. 96-99. Hasil pengujian WVTR dinyatakan dalam g/m²/24 jam/hari (Chanra *et al.*, 2019).

Analisa Total Antosianin

Analisis total antosianin *smart edible packaging* dilakukan dengan metode pH diferensial. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan total antosianin monomer konten berdasarkan perubahan struktur antosianin yang kromofor antara pH 1 dan pH 4,5 (Resmisari, 2014). Pada pH 1, antosianin secara keseluruhan pada bentuk kation flavillum atau oxonium yang berwarna, sedangkan pada pH 4,5 antosianin terdapat pada bentuk karbinol atau



hemikol yang tidak berwarna (Tensika *et al.*, 2005 dalam Resmisari, 2014). Pada metode ini, pembacaan absorbansi dilakukan dua kali pada panjang gelombang 520 dan 700 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Perhitungan total antosianin pada ekstrak sampel dinyatakan dalam equivalent cyanidin-3-glukosida (Lee *et al.*, 2005).

Analisa Total Fenol

Analisa total fenol diuji dengan menggunakan reagen Folin-Ciocalteu. Prinsip pengujian metode ini adalah mengoksidasi gugus fenol, mereduksi asam heteropoli membentuk kompleks molibdenum-tungsten. Gugus fenolik akan bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu sehingga membentuk kompleks fosfomolibdat-fosfotungstat dengan adanya senyawa fenolik, sehingga membentuk kompleks berwarna biru yang menyerap kuat pada panjang gelombang 760 nm (Blainski *et al.*, 2013). Total fenol diuji dengan menggunakan standar asam galat dan dinyatakan dalam *Gallic Acid Equivallent* (GAE) yaitu acuan umum untuk mengukur sejumlah senyawa fenolik yang terdapat dalam suatu bahan (Hapsari *et al.*, 2018).

Analisa Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan pada penelitian ini diketahui dengan menggunakan metode DPPH. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) merupakan senyawa radikal yang dapat digunakan untuk indikator proses reduksi senyawa antioksidan. (Alam *et al.*, 2013 dalam Setyawijaya, 2020). Prinsip kerja dari metode DPPH ini adalah reaksi oksidasi-reduksi dimana DPPH akan bereaksi dengan dua cara yaitu mekanisme donor atom hidrogen dan donor elektron dimana DPPH yang bersifat radikal akan mengambil atom hidrogen dari senyawa pasangan antioksidan untuk mendapatkan pasangan elektron, kemudian dilakukan pembacaan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm (Aryanti *et al.*, 2021). Aktivitas antioksidan dari suatu zat dinyatakan dalam %RSA (*Radical Scavenging Activites*) yang merupakan kemampuan suatu zat untuk menghambat radikal bebas (Inayah & Masruri, 2021).

Analisa Warna *Smart Edible Packaging* dan Warna, Aroma, dan pH Daging Ayam

Daging merupakan salah satu produk pangan yang mudah mengalami pembusukan. Maka dari itu, diperlukan adanya metode pengemasan dan penyimpanan yang tepat untuk mencegah kerusakan tersebut. Pengujian ini dilakukan untuk mengamati secara subjektif kemampuan *smart edible packaging* untuk mengalami perubahan warna akibat terjadinya perubahan pH selama proses penyimpanan daging ayam kukus. Selama penyimpanan, akan terjadi pembusukan pada daging tersebut dan akan menghasilkan aroma yang busuk akibat perombakan yang terjadi pada daging ayam tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan cara meletakkan daging ayam yang telah dikukus ke dalam wadah plastik, kemudian ditutup dengan *smart edible packaging* yang telah dibuat. Pada pengujian ini, paramater yang diamati adalah warna *smart edible packaging* secara objektif dengan menggunakan *color reader*. Warna dan aroma dari daging diuji secara subjektif, sedangkan pH dari daging ayam

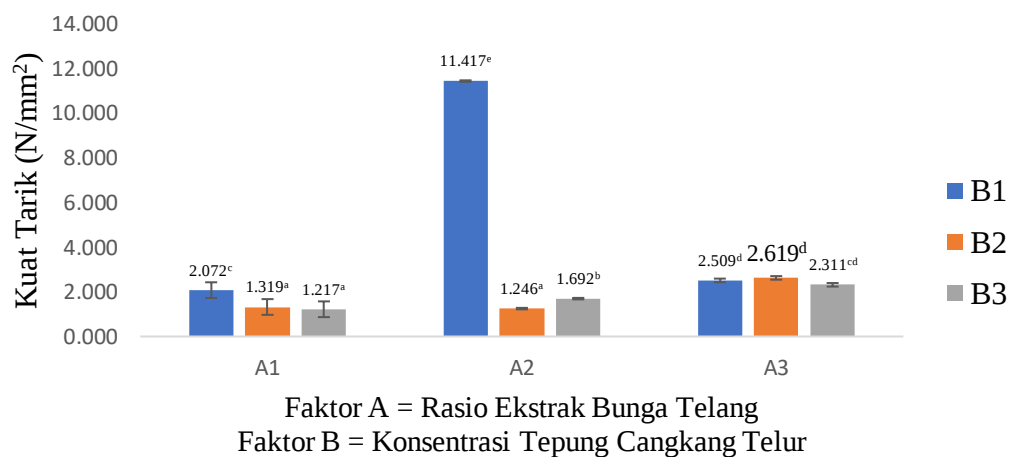


diuji dengan menggunakan pH meter. Pengamatan parameter tersebut dilakukan setiap hari selama 3 hari penyimpanan pada suhu ruang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Kuat Tarik *Smart Edible Packaging*

Kuat tarik merupakan salah satu sifat mekanik *biodegradable film* yang sangat penting karena *film* yang memiliki nilai kuat tarik yang tinggi, menunjukkan bahwa *film* tersebut akan mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis (Selpiana *et al.*, 2016). Nilai kuat tarik yang terlalu kecil mengindikasikan bahwa *smart edible packaging* tidak dapat dijadikan kemasan, karena karakteristik fisiknya yang kurang kuat dan mudah patah (Dewi *et al.*, 2021). Hasil pengujian kuat tarik *smart edible packaging* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram Hasil Analisa Kuat Tarik *Smart Edible Packaging*

Pada Gambar 1. dapat dilihat bahwa perlakuan penambahan ekstrak bunga telang dengan rasio 1:250 (A2B1) menghasilkan *smart edible packaging* dengan nilai tarik yang paling besar (11,417 N/mm²) sedangkan perlakuan penambahan tepung cangkang telur 0.15% (A1B3) menghasilkan *smart edible packaging* dengan nilai kuat tarik yang paling rendah (1,217 N/mm²). Perbedaan nilai kuat tarik pada masing-masing *smart edible packaging* disebabkan oleh adanya interaksi antara rasio ekstrak bunga telang dan konsentrasi tepung cangkang telur yang digunakan. Penambahan ekstrak bunga telang dapat menyebabkan terjadinya kelonggaran molekul *smart edible packaging* (Putri *et al.*, 2022). Hal ini dikarenakan penambahan ekstrak bunga telang menyebabkan adanya interaksi secara spesifik antara senyawa fenolik pada ekstrak bunga telang dengan matriks *smart edible packaging* yang merubah ikatan hidrogen pada rantai polimer sehingga menurunkan nilai kuat tarik *smart edible packaging* (Narayanan *et al.*, 2023).



Pada perlakuan A1, dapat dilihat terjadi penurunan nilai kuat tarik seiring dengan penambahan konsentrasi tepung cangkang telur yang digunakan. Hal ini disebabkan karena tanpa adanya penambahan ekstrak bunga telang dalam *smart edible packaging* tersebut, maka tidak ada senyawa yang dapat meningkatkan kelonggaran matriks *smart edible packaging*. Penambahan bahan pengisi yang semakin banyak dapat menurunkan nilai kuat tarik *smart edible packaging* sehingga menyebabkan *smart edible packaging* menjadi lebih mudah putus/retak (Lesti *et al.*, 2020). Penurunan kuat tarik disebabkan oleh adanya aglomerasi partikel tepung cangkang telur sehingga menyebabkan adhesi interfasial antar matriks dan tepung cangkang telur menjadi lemah (Nwiyoronu *et al.*, 2022). Lee *et al.* (2021) menyatakan bahwa adhesi interfasial merupakan sebuah lapisan yang terbentuk akibat terikatnya matriks dan juga serat yang mampu membentuk ikatan yang kuat sehingga menunjukkan kekuatan mekanis yang lebih tinggi. Penurunan nilai kuat tarik dapat dilihat pada perlakuan A1, dimana *smart edible packaging* dengan perlakuan A1B2 dan A1B3 lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan A1B1. Hal ini disebabkan oleh adanya aglomerasi partikel tepung cangkang telur sehingga menurunkan nilai kuat tarik *smart edible packaging* pada perlakuan A1B2 dan A1B3. Perlakuan A1B1 memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi karena tidak terdapat tepung cangkang telur yang mengisi matriks *smart edible packaging* sehingga memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi.

Pada perlakuan A2, dapat dilihat bahwa kombinasi perlakuan A2B1 memiliki nilai kuat tarik yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan A2 lainnya. Hal ini dikarenakan adanya penambahan ekstrak bunga telang mampu melonggarkan matriks *smart edible packaging*. Pada kombinasi perlakuan A2B2 mengalami peningkatan saat dilakukan penambahan tepung cangkang telur dengan konsentrasi yang lebih tinggi (A2B3). Peningkatan nilai *tensile strength* tersebut disebabkan oleh adanya ikatan silang antar tepung cangkang telur dengan hidrokoloid. Ion Ca^{2+} yang terkandung dalam tepung cangkang telur dapat berperan sebagai *crosslinker* polimer dengan kitosan sehingga mampu membentuk jaringan yang lebih kuat (Ridlo *et al.*, 2023). Penambahan tepung cangkang telur mampu mengisi matriks *smart edible packaging* yang dilonggarkan oleh penambahan ekstrak bunga telang. Pada perlakuan A3, nilai kuat tarik yang didapatkan tidak berbeda nyata satu dengan yang lain. Hal ini dikarenakan konsentrasi ekstrak bunga telang yang digunakan lebih pekat dibandingkan dengan perlakuan A2, sehingga penambahan tepung cangkang telur pada konsentrasi yang berbeda tidak mempengaruhi nilai kuat tarik *smart edible packaging* tersebut. Nilai kuat tarik yang tinggi menunjukkan karakteristik *smart edible packaging* yang kuat dan kokoh sehingga tidak mudah putus ketika diberikan gaya tarik hingga mencapai nilai tertentu, namun nilai kuat tarik yang tinggi juga menunjukkan karakteristik *smart edible packaging* yang kurang elastis.

Analisa Persen Pemanjangan Smart Edible Packaging

Persen pemanjangan merupakan perubahan panjang dari *film* saat ditarik hingga putus. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan pemanjangan *edible film* dimana semakin tinggi nilai persen



pemanjangan dari *edible film* tersebut maka *edible film* yang dihasilkan semakin fleksibel (Handayani & Nurzanah, 2018). Hasil analisa persen pemanjangan *smart edible packaging* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisa Persen Pemanjangan *Smart Edible Packaging*

Perlakuan	A1	A2	A3
B1	62,6300±2,8709 ^g	36,9700±0,6223 ^{de}	20,8750±1,5768 ^a
B2	44,1450±0,5162 ^f	39,2550±0,1344 ^e	21,9850±1,8031 ^a
B3	32,8000±0,4186 ^c	26,4200±0,0566 ^b	34,1000±0,6930 ^{cd}

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf $\alpha = 5\%$ Rasio bunga telang kering:air 0:1 (A1), 1:250 (A2), dan 1:125 (A3). Konsentrasi tepung cangkang telur 0% (B1), 0,15% (B2), dan 0,3% (B3).

Hasil analisa persen pemanjangan *smart edible packaging* yang didapatkan berkisar antara 20,875% hingga 62,63%. Berdasarkan uji ANOVA pada $\alpha = 5\%$, diketahui bahwa terdapat pengaruh interaksi antara penambahan ekstrak bunga telang dan tepung cangkang telur yang berpengaruh nyata terhadap nilai persen pemanjangan dari *smart edible packaging* sehingga dilakukan uji lanjutan DMRT pada $\alpha = 5\%$.

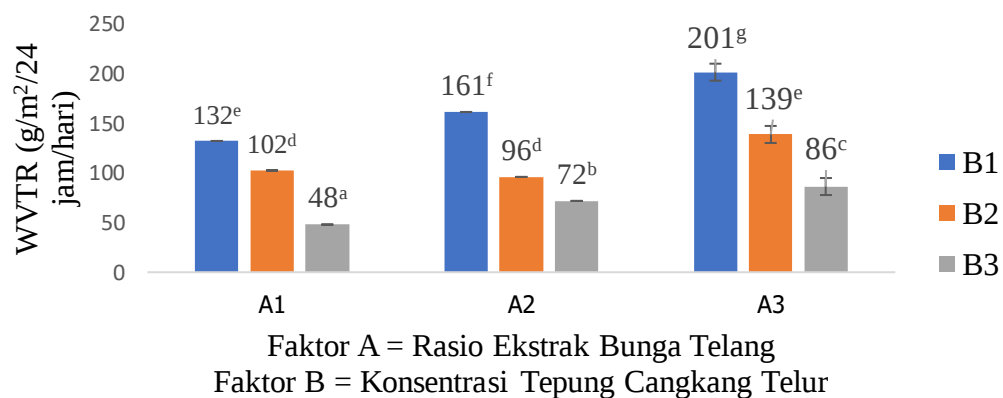
Nilai persen pemanjangan *smart edible packaging* yang didapatkan mengalami perubahan seiring dengan penambahan konsentrasi tepung cangkang telur yang digunakan. Pada perlakuan A1 dan A2, terjadi penurunan nilai persen pemanjangan setelah dilakukan penambahan tepung cangkang telur A1C2, A1C3, A2C2, A2C3, sedangkan pada perlakuan A3 terjadi peningkatan persen pemanjangan seiring dengan penambahan tepung cangkang telur. Perubahan nilai persen pemanjangan dipengaruhi oleh interaksi antara penambahan ekstrak bunga telang dan tepung cangkang telur dalam *smart edible packaging*. Penambahan ekstrak bunga telang dapat menyebabkan terjadinya kelonggaran molekul *smart edible packaging* (Putri *et al.*, 2022). Hal ini dikarenakan adanya interaksi secara spesifik antara senyawa fenolik pada ekstrak bunga telang dengan matriks *smart edible packaging* yang merubah ikatan hidrogen pada rantai polimer sehingga menyebabkan peningkatan mobilitas molekul yang menurunkan nilai kuat tarik dari *smart edible packaging* yang mengandung ekstrak bunga telang (Narayanan *et al.*, 2023). Sedangkan, penambahan tepung cangkang telur pada pembuatan *smart edible packaging* akan meningkatkan kekuatan mekanis dari *smart edible packaging* tersebut (Lesti *et al.*, 2020). Pada hasil persen pemanjangan *smart edible packaging* yang didapatkan, dapat dilihat bahwa nilai persen pemanjangan berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Sai-Ut *et al.* (2021) menunjukkan bahwa adanya peningkatan nilai persen pemanjangan seiring dengan penurunan nilai kuat tarik. Pada perlakuan A3 terjadi peningkatan nilai persen pemanjangan seiring bertambahnya konsentrasi tepung cangkang telur yang digunakan. *Smart edible packaging* pada perlakuan A3 memiliki ekstrak bunga telang dengan konsentrasi tertinggi, sehingga



penambahan tepung cangkang telur pada konsentrasi yang tinggi dapat meningkatkan persen pemanjangan *smart edible packaging* tersebut. Penambahan tepung cangkang telur dapat meningkatkan persen pemanjangan karena tepung cangkang telur dapat meningkatkan kekuatan mekanis dari *smart edible packaging*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Lesti *et al.* (2020). Pada penelitian tersebut, *edible film* yang dibuat dengan bahan dasar pati, mengalami peningkatan pada tepung cangkang telur konsentrasi 10%. Peningkatan persen pemanjangan disebabkan tepung cangkang telur mengandung ion Ca^{2+} dalam CaCO_3 yang dapat membentuk ikatan silang dengan hidrokoloid kitosan sehingga mampu memperkuat dan meningkatkan kekokohan *smart edible packaging* (Ridlo *et al.*, 2023).

Water Vapor Transmission Rate (WVTR) Smart Edible Packaging

Pengujian *Water Vapor Transmission Rate* (WVTR) dilakukan untuk mengetahui seberapa besar uap air yang dapat menembus lapisan *smart edible packaging* (Juliani *et al.*, 2022). *Smart edible packaging* harus memiliki kemampuan WVTR yang baik agar dapat melindungi kualitas dari bahan pangan yang dikemas. Hasil pengujian WVTR *smart edible packaging* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram Hasil Analisa WVTR *Smart Edible Packaging*

Hasil pengujian WVTR *smart edible packaging* yang didapatkan dari berbagai perlakuan berkisar antara 47,9857 g/m²/24 jam/hari hingga 201,3018 g/m²/24 jam/hari. Pengujian WVTR *smart edible packaging* perlakuan A1, A2, dan A3 menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio ekstrak bunga telang yang digunakan dalam pembuatan *smart edible packaging* maka akan semakin meningkatkan nilai WVTR dan semakin tinggi konsentrasi tepung cangkang telur yang digunakan maka nilai WVTR dari *smart edible packaging* yang dihasilkan akan semakin rendah. Penambahan ekstrak bunga telang pada proses pembuatan *smart edible packaging* dapat meningkatkan nilai WVTR karena penambahan ekstrak bunga telang dapat mengurangi kerapatan molekul sehingga menciptakan ruang kosong pada matriks film yang mempermudah difusi dari uap air (Putri *et al.*, 2022). Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan Rahmadia *et al.* (2022), dengan *edible film* berbahan dasar tapioka dengan penambahan senyawa antosianin dari ubi ungu, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi antosianin



yang digunakan maka nilai WVTR dari *edible film* tersebut akan semakin tinggi. Selain mengurangi kerapatan molekul, senyawa fenol yang terkandung dalam ekstrak bunga telang bersifat higroskopis (Monika *et al.*, 2019). Senyawa fenol memiliki karakteristik higroskopis karena senyawa fenol mengandung satu atau lebih gugus hidroksil (Mahardani & Yuanita, 2021). Gugus hidroksil yang terkandung pada senyawa fenol akan mengikat air dari lingkungan sehingga meningkatkan nilai WVTR dari *smart edible packaging* tersebut. Penambahan tepung cangkang telur dapat menurunkan nilai WVTR dari *smart edible packaging* yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ekariski *et al.* (2017) dimana *edible film* yang terbuat dari pati ubi jalar ungu dengan penambahan kitosan 1,5% memiliki nilai WVTR terendah dibandingkan dengan penambahan kitosan pada konsentrasi 0%, 0,5%, dan 1%. Ekariski *et al.* (2017) menyatakan bahwa konsentrasi kitosan 1,5% akan meningkatkan jumlah komponen terlarut akan merapatkan *edible film* yang dihasilkan sehingga akan menghambat transmisi uap air.

Penambahan tepung cangkang telur dengan konsentrasi yang semakin tinggi menurunkan nilai WVTR *smart edible packaging* semua perlakuan A1, A2, dan A3. Penurunan nilai WVTR disebabkan oleh karena adanya bahan pengisi pada matriks dari *smart edible packaging* tersebut. Adanya bahan pengisi pada matriks *smart edible packaging* dapat menyebabkan pembentukan matriks dengan struktur yang kompak dan kokoh. Kombinasi kitosan dengan konsentrasi 1,5% dan tepung cangkang telur yang digunakan pada penelitian ini akan menghasilkan *smart edible packaging* dengan matriks yang lebih rapat sehingga mampu menurunkan nilai WVTR pada *smart edible packaging* yang dihasilkan. Komponen polimer rantai lurus akan membentuk jaringan yang padat dan pori-pori dalam *edible film* akan semakin mengecil sehingga air dari luar akan sulit untuk menembus matriks tersebut (Ismawanti *et al.*, 2020). Fungsi tepung cangkang telur dalam pembuatan *smart edible packaging* adalah sebagai bahan pengisi yang mengencangkan matriks dan memberikan efek mekanis pada *smart edible packaging* (Asiyah *et al.*, 2020). Penambahan tepung cangkang telur menyebabkan adanya ikatan silang yang terbentuk antara tepung cangkang telur dan hidrokoloid mampu meningkatkan nilai hidrofobisitas dari *smart edible packaging* yang dihasilkan sehingga mampu menurunkan nilai WVTR *smart edible packaging* (Ridlo *et al.*, 2023).

Analisa Total Antosianin *Smart Edible Packaging*

Antosianin merupakan golongan senyawa kimia organik yang dapat larut dalam pelarut polar (Priska *et al.*, 2018). Antosianin memiliki ciri khas tertentu yaitu mengalami perubahan warna pada pH tertentu dimana pada pH yang sangat asam (pH 1-2) cenderung berwarna jingga-ungu dan pada pH di atas 4, antosianin berada pada bentuk kalkon yang berwarna kuning (pH 13), basa quinoid yang berwarna biru (8-11), atau basa karbinol yang tidak berwarna (Meganingtyas *et al.*, 2021). Hasil total antosianin *smart edible packaging* disajikan pada Tabel 3.

Pengujian total antosianin *smart edible packaging* memberikan hasil berkisar antara 0,0512 hingga 0,2560 mg Eqv. Cyanidin-3-glukosida/100 g sampel. Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa semakin tinggi



konsentrasi ekstrak bunga telang yang ditambahkan dalam pembuatan *smart edible packaging*, maka total senyawa antosianin yang terkandung dalam *smart edible packaging* akan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmadhia *et al.* (2022) yang membuat *smart packaging* dengan penambahan ekstrak ubi ungu dengan konsentrasi 0% hingga 15% menunjukkan adanya peningkatan total antosianin dalam *smart packaging* seiring dengan penambahan ekstrak ubi ungu tersebut. Peningkatan total antosianin pada *smart edible packaging* disebabkan oleh semakin banyaknya jumlah senyawa antosianin yang ditambahkan pada *smart edible packaging*. Total antosianin yang tinggi pada *smart edible packaging* mampu memperpanjang umur simpan dari produk yang dikemas karena senyawa antosianin dapat berfungsi sebagai antibakteri dan antioksidan (Nomer *et al.*, 2019).

Tabel 3. Hasil Analisa Total Antosianin *Smart Edible Packaging* (mg Eqv. Cyanidin-3-glukosida/100 g sampel)

Perlakuan	A1	A2	A3
B1	0,0512±0,0193 ^a	0,1408±0,0193 ^a	0,2560±0,0771 ^b
B2	0,1024±0,0193 ^a	0,1280±0,0510 ^a	0,2176±0,0510 ^b
B3	0,1024±0,0334 ^a	0,1150±0,0096 ^a	0,2176±0,0193 ^b

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf $\alpha = 5\%$

Rasio bunga telang kering:air 0:1 (A1), 1:250 (A2), dan 1:125 (A3). Konsentrasi tepung cangkang telur 0% (B1), 0,15% (B2), dan 0,3% (B3).

Penambahan tepung cangkang telur pada berbagai konsentrasi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap total antosianin *smart edible packaging* karena tepung cangkang telur tidak mengandung senyawa antosianin. Komposisi tepung cangkang telur umumnya terdiri atas 1,6% air dan 98,4% bahan kering. Bahan kering tersebut mengandung 95,1% mineral yaitu CaCO_3 , MgCO_3 , dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (Nursyahrhan & Fathuddin, 2018).

Analisa Total Fenol *Smart Edible Packaging*

Senyawa antosianin dari ekstrak bunga telang yang ditambahkan pada *smart edible packaging* merupakan salah satu senyawa yang tergolong dalam senyawa fenolik. Antosianin adalah bagian dari senyawa fenol golongan flavonoid yang merupakan antioksidan kuat (Thuvandini, 2017). Pengujian total fenol dilakukan dengan metode Folin-Ciocalteu untuk mengetahui jumlah senyawa fenol yang terkandung pada *smart edible packaging*. Pada pengujian ini, gugus fenol akan teroksidasi and mereduksi asam heteropoli sehingga membentuk kompleks molibdenum-tungsten dan bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu sehingga membentuk kompleks fosfomolibdat-fosfotungstat berwarna biru (Blainski *et al.*, 2013). Hasil pengujian total fenol *smart edible packaging* disajikan pada Tabel 4.

Hasil pengujian total fenol *smart edible packaging* yang didapatkan berkisar antara 275,9375 hingga 1106,6232 mg GAE/100 g sampel. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak bunga telang yang digunakan, maka total senyawa fenol yang terkandung dalam *smart edible packaging* akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan



penelitian yang telah dilakukan oleh Nikmanesh *et al.* (2023), di mana *film* yang dibuat dengan bahan dasar pati mengalami peningkatan total fenol seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak bunga *viola odorata* yang digunakan. Peningkatan jumlah total fenol pada *smart edible packaging* akan berbanding lurus dengan total antosianin yang terkandung dalam *smart edible packaging* karena senyawa antosianin adalah salah satu senyawa flavonoid yang merupakan senyawa fenol (Zuraida *et al.*, 2017).

Tabel 4. Hasil Analisa Total Fenol *Smart Edible Packaging* (mg GAE/100 g sampel)

Perlakuan	A1	A2	A3
B1	276,5621±0,9369 ^a	453,2043±1,4311 ^c	1105,3741±1,0818 ^b
B2	275,9375±1,0818 ^a	436,4535±1,0818 ^c	1106,6232±0,9369 ^b
B3	276,2498±0,5409 ^a	436,7658±1,8737 ^c	1104,7495±0,9369 ^b

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf $\alpha = 5\%$

Rasio bunga telang kering:air 0:1 (A1), 1:250 (A2), dan 1:125 (A3). Konsentrasi tepung cangkang telur 0% (B1), 0,15% (B2), dan 0,3% (B3).

Gugus fenol yang terdapat pada *smart edible packaging* dapat mendenaturasi protein dengan bereaksi dengan protein transmembran dan merusak membran sel dari bakteri tersebut yang menyebabkan terjadinya kekurangan nutrisi dan pertumbuhan bakteri akan terhambat (Hasbullah *et al.*, 2021). Senyawa fenol yang tinggi menandakan bahwa *smart edible packaging* tersebut mampu memperpanjang umur simpan produk yang dikemas karena sifatnya yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri.

Analisa Total Antioksidan *Smart Edible Packaging*

Senyawa radikal bebas dapat menurunkan kualitas dari produk makanan yang dikemas hingga mengalami kebusukan. Adanya aktivitas antioksidan pada film yang akan digunakan untuk mengemas produk pangan merupakan salah satu karakteristik yang penting untuk film tersebut (Esfahani *et al.*, 2022). Pada penelitian ini, sumber antioksidan yang digunakan didapatkan dari ekstrak bunga telang yang digunakan dalam pembuatan *smart edible packaging*. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat memperlambat, menghambat, atau mencegah oksidasi dari bahan yang mudah teroksidasi dengan cara mengikat radikal bebas dan mengurangi stress oksidatif (Salim *et al.*, 2020). Hasil pengujian aktivitas antioksidan *smart edible packaging* disajikan pada Tabel 5. Hasil pengujian aktivitas antioksidan yang didapatkan berkisar antara 3,2062 hingga 87,4859 %RSA.

Smart edible packaging yang dibuat dengan penambahan ekstrak bunga telang memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *smart edible packaging* yang dibuat tanpa penambahan ekstrak bunga telang. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Santoso *et al.* (2022), dimana kemasan aktif yang dibuat dengan bahan aktif ekstrak bunga rosella dengan konsentrasi 2%, 4%, dan 6% menunjukkan adanya peningkatan aktivitas antioksidan seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak bunga telang yang digunakan.



Peningkatan aktivitas antioksidan pada *smart edible packaging* disebabkan oleh adanya peningkatan konsentrasi ekstrak bunga telang yang ditambahkan pada saat proses pembuatan *smart edible packaging*. Menurut Handito *et al.* (2022) ekstrak bunga telang memiliki aktivitas antioksidan sebesar 98,72%.

Tabel 5. Hasil Analisa Total Fenol *Smart Edible Packaging* (mg GAE/100 g sampel)

Perlakuan	A1	A2	A3
B1	3,3192±0,6116 ^a	74,4350±0,0245 ^c	87,4859±0,0882 ^b
B2	3,6017±0,3670 ^a	73,0791±0,0245 ^c	85,5932±1,8470 ^b
B3	3,2062±0,4667 ^a	73,1073±0,0489 ^c	86,3136±2,5764 ^b

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata pada taraf $\alpha = 5\%$
Rasio bunga telang kering:air 0:1 (A1), 1:250 (A2), dan 1:125 (A3). Konsentrasi tepung cangkang telur 0% (B1), 0,15% (B2), dan 0,3% (B3).

Zuraida *et al.* (2017) menyatakan bahwa senyawa fenol dan flavonoid memberikan pengaruh yang berbanding lurus terhadap aktivitas antioksidan. Hal ini sesuai dengan hasil yang didapatkan pada penelitian ini, dimana semakin tinggi total senyawa fenol dan senyawa antosianin yang terkandung dalam *smart edible packaging* maka semakin tinggi pula aktivitas antioksidan yang dimiliki oleh *smart edible packaging* tersebut. Aktivitas antioksidan yang tinggi pada *smart edible packaging* menandakan bahwa kemasan tersebut mampu memperpanjang umur simpan dari produk yang dikemas. Antioksidan mampu menghambat terjadinya oksidasi karena dengan adanya antioksidan, maka radikal bebas akan bereaksi terlebih dahulu dengan senyawa antioksidan karena antioksidan bersifat mudah teroksidasi dibandingkan dengan molekul lainnya (Khaira, 2010).

Warna *Smart Edible Packaging*, Warna, Aroma, dan pH Daging Ayam Selama Penyimpanan Perubahan Warna *Smart Edible Packaging*

Smart Edible Packaging yang digunakan untuk menutup *cup* plastik pengemas ayam dapat mengalami perubahan warna sesuai dengan kondisi ayam tersebut. Perubahan warna ini disebabkan oleh adanya senyawa antosianin pada *smart edible packaging* yang berasal dari penambahan ekstrak bunga telang. Antosianin dapat mengalami perubahan warna akibat adanya perubahan pH yang terjadi karena daging ayam yang dikemas mengalami perubahan kualitas. Pengujian perubahan warna ini dilakukan untuk menunjukkan kemampuan *smart edible packaging* untuk berubah warna saat produk yang dikemas mengalami perubahan kualitas tanpa membuka kemasan yang digunakan. Hasil pengamatan perubahan warna *smart edible packaging* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perubahan Warna *Smart Edible Packaging*

Perlakuan	Hari ke	L*	a	b	C	H	Warna
-----------	---------	----	---	---	---	---	-------



A1B1	0	82,5±0,01	-0,9 ±0,06	-4,8 ±0,25	4,9±0,10	259,6±0,01	
	1	82,3±0,1	-0,8 ±0,06	-4,5 ±0,35	4,7	260,2±0,25	
	2	83,5±0,20	-0,7 ±0,31	-4,5 ±0,35	4,5±0,25	261,3±0,5	
	3	83,5±0,20	-1	-3,8 ±0,20	3,9±0,21	255,1±0,15	
A1B2	0	82,1 ±0,15	-1,8±0,15	-4,8±0,10	5,1±0,15	249,6±0,25	
	1	80,9±0,15	-1,5±0,25	2,7±0,25	4±0,35	42,5±0,20	
	2	80,6±0,30	-0,5±0,25	1,1±0,30	1,2±0,06	246,7±0,15	
	3	83,4±0,06	-0,9±0,06	-2,7±0,06	2,9±0,12	251,6±0,20	
A1B3	0	81±0,20	-0,4±0,15	3±0,06	3,5±0,06	239,2±0,20	
	1	53,4±0,15	-0,3±0,15	2,7	4,2±0,20	40±0,06	
	2	82,1±0,35	-0,3±0,15	0,8±0,55	1,2±0,06	107,1±0,4	
	3	81,9	-0,3	2,5	2,5	98,5	
A2B1	0	22,2±0,2	-6,8±0,06	0,8±0,2	6,9±0,15	186,3±0,25	
	1	28,7±0,15	-4,2±0,1	-1,8±0,15	4,6±0,1	203,2±0,2	
	2	40,2±0,15	-14±0,25	-2,7±0,15	14,2±0,2	190,8±0,15	
	3	42,2±0,20	-15,7±0,06	-5,7±0,15	16,6±0,3	200,1±0,45	
A2B2	0	24,8±0,20	-4±0,25	-1,2±0,10	4,5±0,06	195,9±0,06	
	1	36,3±0,15	-4,3±0,15	-1,2±0,21	4,5±0,06	195,5±0,20	
	2	38,1±0,35	-8,9±0,15	-4,8±0,1	9,7±0,2	209,7±0,25	
	3	36,6±0,06	-9,1±0,06	-4,9±0,06	10,3±0,4	208,1±0,25	
A2B3	0	23,6±0,15	-6,1±0,20	0,9±0,06	6,1±0,25	171,5±0,32	
	1	30,3±0,15	-1,1±0,20	-3,8±0,25	3,9±0,20	259,1±0,3	
	2	32,6±0,25	-1,3±0,20	-2,7±0,20	3	243,6±0,35	
	3	37,9±0,06	-7,6±0,25	-4,3±0,10	8,7±0,06	209,8±0,06	
A3B1	0	16±0,15	-2,5±0,06	-6,8±0,06	7,2±0,15	250,1±0,06	
	1	36,4±0,1	-4,5±0,06	-9,4±0,15	10,4±0,1	244,3±0,06	
	2	35,5±0,06	-2,9±0,06	-4,7±0,1	5,5±0,06	238,4±0,06	
	3	43,1±0,35	-6,4±0,4	-10,9±0,06	12,6±0,2	242,4±0,4	
A3B2	0	20,7±0,1	-6,5±0,06	-3,1±0,06	7,2±0,15	205,6±0,06	
	1	32±0,06	-1,6±0,1	-2,5±0,15	3±0,06	237,7±0,15	
	2	34,7±0,15	-4,2±0,06	-5,9±0,15	7,2±0,15	234,6±0,06	



	3	37,3±0,25	-3,4±0,40	10,9±0,1	6,3±0,06	238,3±0,06	
A3B3	0	17,9±0,20	-5,8±0,15	-2,9±0,20	6,5±0,15	206,9±0,25	
	1	30,8±0,17	-4,7±0,20	-5,4±0,4	7,2±0,2	228,8±0,15	
	2	33,7±0,20	-2,1±0,31	-2,6±0,15	3,3±0,26	231,3±0,25	
	3	37,3±0,15	-3,4±0,15	-3,4	5±0,15	228,6±0,25	

Smart edible packaging yang dibuat dengan penambahan ekstrak bunga telang mengalami perubahan warna seiring bertambahnya lama waktu penyimpanan dari biru ke hijau. Warna hijau pada *smart edible packaging* disebabkan oleh adanya senyawa antosianin. Antosianin yang berwarna hijau menunjukkan bahwa antosianin berada dalam bentuk basa quinoid berwarna hijau pada pH 5-8 (Meganingtyas *et al.*, 2021; Wahida *et al.*, 2023). Perubahan pH yang terjadi pada daging tersebut disebabkan oleh pembusukan daging yang dikemas dalam *cup* plastik tersebut. Pembusukan tersebut menyebabkan adanya perubahan pH menjadi lebih basa karena sejumlah bakteri pembusuk akan menghasilkan amonia melalui proses fermentasi (Ristanti *et al.*, 2017). Perubahan ini yang dapat menjadi indikator pada kemasan tersebut ketika produk yang dikemas telah mengalami pembusukan. Pada *smart edible packaging* yang dibuat tanpa penambahan ekstrak bunga telang tidak mengalami perubahan warna seiring dengan bertambah lamanya waktu penyimpanan. Hal ini disebabkan karena tidak terdapat senyawa antosianin pada *smart edible packaging* tersebut. Pada hari ke-0 *smart edible packaging* dengan perlakuan A1 memiliki warna yang berbeda dibandingkan dengan perlakuan A2 dan A3. Perbedaan warna ini disebabkan oleh penambahan ekstrak bunga telang pada perlakuan A2 dan A3, sehingga pada hari ke-0 *smart edible packaging* perlakuan A2 dan A3 berwarna biru sedangkan perlakuan A1 berwarna putih kekusaman. Penambahan tepung cangkang telur memberikan efek kekusaman pada kenampakan *smart edible packaging*. Semakin tinggi konsentrasi tepung cangkang telur yang digunakan maka kenampakan *smart edible packaging* akan semakin kusam.

Perubahan Warna, Aroma, dan pH Daging Ayam

Kerusakan suatu produk pangan dapat dilihat dari kenampakan fisiknya maupun sifat-sifat lainnya. Pada pengamatan daging ayam ini, parameter yang diamati adalah warna, aroma, dan pH dari daging ayam tersebut. Hasil pengamatan perubahan warna, aroma, dan pH daging ayam dapat dilihat pada Tabel 7.

Pada Tabel 7, dapat dilihat bahwa daging ayam yang dikemas mengalami peningkatan pH seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan daging ayam. Selain itu, dapat dilihat bahwa semakin lama masa penyimpanan daging tersebut warna daging ayam akan berubah menjadi kecoklatan yang intensitasnya meningkat dan menghasilkan aroma khas daging busuk. Perubahan warna pada daging ayam selama pengemasan disebabkan oleh adanya oksidasi lemak pada daging tersebut. Reaksi oksidasi lipid pada daging ditunjukkan oleh berbagai



perubahan karakteristik pada daging tersebut yang meliputi perubahan warna, adanya bau menyengat, dan perubahan rasa serta perubahan rasa dan tekstur daging tersebut (Ahn & Huang, 2019). Intensitas perubahan karakteristik pada daging ayam menunjukkan kemampuan smart edible packaging untuk mencegah terjadinya pembusukan pada daging ayam tersebut. Berdasarkan Tabel 7. dapat dilihat bahwa perlakuan A3 (ekstrak bunga telang 1:125) memiliki kemampuan sebagai pengemas yang dapat menghambat terjadinya pembusukan pada daging ayam tersebut. Hal ini dapat dilihat dari aroma daging ayam yang dikemas dengan menggunakan smart edible packaging perlakuan A3 tidak memiliki aroma yang terlalu menyengat jika dibandingkan dengan smart edible packaging lainnya, selain itu intensitas perubahan karakteristik daging ayam tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan daging yang dikemas dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat disebabkan oleh tingginya jumlah senyawa antosianin yang terkandung pada smart edible packaging tersebut. Pada perlakuan A3 hal ini sesuai dengan hasil pengujian total antosianin smart edible packaging dimana perlakuan A3 menunjukkan total antosianin yang berkisar pada 0,2176 hingga 0,025 mg Eqv. Cyanidin-3-glukosida/100 g sampel dengan aktivitas 85,5932 hingga 87,4859 %RSA. Senyawa antosianin dapat mencegah terjadinya pembusukan karena memiliki aktivitas antioksidan dan dapat bersifat sebagai antibakteri (Nomer *et al.*, 2019). Selain itu, penambahan tepung cangkang telur juga dapat mencegah terjadinya pembusukan pada daging ayam tersebut. Tepung cangkang telur yang berfungsi sebagai pengisi matriks pada smart edible packaging mampu mencegah terjadinya penghambatan laju transmisi uap air yang dapat mencegah masuknya uap air dari lingkungan sekitar ke dalam kemasan tersebut sehingga kualitas daging ayam yang dikemas dapat tetap terjaga.

Tabel 7. Hasil Pengamatan Perubahan Warna, Aroma dan pH Daging Ayam

Perlakuan	Hari ke-	Warna	Aroma*	pH
A1B1	0	Putih	-	6,25
	1	Cokelat (+1)	(+1)	6,43±0,02
	2	Cokelat (+3)	(+3)	6,89±0,02
	3	Cokelat (+4)	(+5)	7,17±0,01
A1B2	0	Putih	-	6,25
	1	Cokelat (+1)	(+1)	6,36±0,01
	2	Cokelat (+2)	(+4)	6,38±0,02
	3	Cokelat (+3)	(+5)	6,84±0,04
A1B3	0	Putih	-	6,25
	1	Putih	(+2)	6,49±0,01
	2	Cokelat (+1)	(+3)	7,07±0,18
	3	Cokelat (+2)	(+5)	7,33±0,01
A2B1	0	Putih	-	6,25
	1	Putih	-	6,60±0,02
	2	Cokelat (+2)	(+2)	6,91±0,04
	3	Cokelat (+3)	(+3)	7,52±0,02
A2B2	0	Putih	-	6,25
	1	Putih	-	6,46±0,02



A2B3	2	Cokelat (+2)	(+2)	6,62±0,04
	3	Cokelat (+3)	(+4)	7,43±0,03
	0	Putih	-	6,25
	1	Putih	-	6,37±0,02
A3B1	2	Cokelat (+2)	(+3)	7,40±0,01
	3	Cokelat (+3)	(+4)	7,51±0,01
	0	Putih	-	6,25
	1	Putih	-	6,40±0,01
A3B2	2	Cokelat (+2)	(+2)	7,32±0,03
	3	Cokelat (+2)	(+3)	7,52±0,02
	0	Putih	-	6,25
	1	Putih	-	6,28±0,02
A3B3	2	Cokelat (+2)	(+2)	7,37±0,04
	3	Cokelat (+3)	(+3)	7,73±0,02
	0	Putih	-	6,25
	1	Putih	-	6,39±0,04
	2	Cokelat (+1)	(+1)	6,59±0,04
	3	Cokelat (+1)	(+2)	7,29±0,01

Keterangan: (*) nilai (+) yang semakin banyak menunjukkan intensitas aroma khas daging busuk yang semakin tinggi

KESIMPULAN

Terdapat pengaruh interaksi penambahan ekstrak bunga telang dan tepung cangkang telur terhadap nilai kuat tarik, persen pemanjangan, dan nilai WVTR *smart edible packaging*. Penambahan ekstrak bunga telang meningkatkan total antosianin, total fenol, dan aktivitas antioksidan *smart edible packaging* secara signifikan. Sedangkan, penambahan tepung cangkang telur tidak memberikan pengaruh nyata terhadap total antosianin, total fenol, dan aktivitas antioksidan. *Smart edible packaging* dengan penambahan ekstrak bunga telang mengalami perubahan warna seiring dengan menurunnya kualitas sampel daging ayam yang dikemas dengan menggunakan *smart edible packaging*. Pada daging ayam yang dikemas dengan menggunakan *smart edible packaging* dengan penambahan ekstrak bunga telang memiliki nilai pH yang lebih rendah dibandingkan dengan *smart edible packaging* tanpa penambahan ekstrak bunga telang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada Kemendikbudristek atas pendanaan melalui skema Hibah Fundamental 2023 Nomor 183/E5/PG.02.00.PL/2023.



DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, I. 2021. Ekstraksi kitosan dari limbah kulit udang dengan proses deasetilasi. *Chemtag Journal of Chemical Engineering*, 2(2): 38-43.
- Aksun, E. T. 2016. Using Smart Packaging in Fish and Fish Based Product. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 2(1): 8-18.
- Amalia, A. 2021. Pengaruh Penambahan *Filler* Cangkang Telur Ayam dan *Plasticizer* Gliserol Terhadap Karakteristik Plastik *Biodegradeable* dari Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.), Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Negeri Islam Sunan Kalijaga.
- Aryanti, R., Perdana, F., Rizkio, R. A. M. S. 2021. Telaah metode pengujian aktivitas antioksidan pada daun teh hijau (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze). *Jurnal Surya Medika*, 7(1): 15-24.
- Asiyah, N., Ayuningtyas, A. F., Halisyah, F., Nata, I. F. 2020. Edible film functional of banana peel and chicken egg flour with cinnamon leaf (*Cinnamomum burmanii*) extract. *Konversi*, 9(2): 87-91.
- Blainski, A., Cristiny G., de Mello J., 2013. Application and Analysis of the Folin Ciocalteu Method for the Determination of the total Phenolic Content from Limonium Brasiliense L. *Molecules*, 18, 6852-6865.
- Candra, R. M., Sucita, D. 2015. Sistem pakar penentuan jenis plastik berdasarkan sifat plastik terhadap makanan yang akan dikemas menggunakan metode *certainty factor* (studi kasus: CV. Minapack Pekanbaru). *Jurnal CoreIT*, 1(2): 77-84.
- Chanra, J., Soegijono, B., Budianto, E. 2019. Water vapor transmission rate of polymer hybrid latex poly-(St-co-BA-co-MMA) synthesized via miniemulsion polymerization technique with montmorillonite as filler. *IOP Conference Series: Journal of Physics*, 1191: 1-6.
- Dewi, R., Rahmi, Nasrun 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.
- Ekariski, D., Basito, Yudhistira, B. 2017. Studi Karakteristik Fisik dan Mekanik *Edible Film* Pati Ubi Jalar Ungu dengan Penambahan Kitosan. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 10(2): 128-134.
- Esfahani, A., Nafchi, A. M., Baghaei, H., Nouri, L. 2022. Fabrication And Characterization of A Smart Film Based On Cassava Starch And Pomegranate Peel Powder For Monitoring Lamb Meat Freshness. *Food Science & Nutrition*, 10(10): 3293-3301.
- Fadliyani, N., Atun, S. 2015. Pemanfaatan gliserol hasil samping pembuatan biodiesel dari minyak jelantah sebagai bahan sintesis gliserol asetat. *Jurnal Penelitian Saintek*, 20(2): 149-156.



- Fatisa, Y., Agustin, N. 2018. Characterization and Antioxidant Activity Edible Film of Durian (*Durio zibethinus*) Seed Starch with the Addition of Soursop (*Annona muricata* L.) Leaf. IJCST-UNIMED, 1(1): 37-42.
- Gunadi, R. A. A., Parlindungan, D. P., Santi, A. U. P., Aswir, Aburahman, A. 2020. Bahaya plastik bagi kesehatan dan lingkungan. Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ. 1-7.
- Hanafi, M., Aiman, S., Efrina, D., Suwandi, B. 2000. Pemanfaatan kulit udang untuk pembuatan kitosan dan glukosamin. JKTI, 10(1-2): 17-21.
- Handayani, R., Nurzanah, H. 2018. Karakteristik *edible film* pati talas dengan penambahan antimikroba dari minyak atsiri lengkuas. Jurnal Kompetensi Teknik, 10(1): 1-11.
- Handito, D., Basuki, E., Saloko, S., Dwikasari, L. G., Triani, E. 2022. Analisis Komposisi Bunga Telang (*Clitoria ternatea*) sebagai Antioksidan Alami pada Produk Pangan. Prosiding Saintek LPPM Universitas Mataram, 4, 64-70.
- Hapsari, A. M., Masfria, M. S., Dalimunthe, A. 2018. Pengujian kandungan total fenol ekstrak etanol tempuyung (*Shoncus arvensis* L.). TM Conference Series 01, 1(1): 284-290.
- Hasbullah, U. H. A., Afinda, S. F. P., Nurlaili, E. P. 2021. Pengemas Kertas Aktif dengan Penambahan Minyak Atsiri Jahe (*Zingiber officinale* Rosc). Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 10(2): 33-38.
- Inayah, N., Masruri, M. 2021. Free-radical scavenging activity (FRSA) of secondary metabolite extracted from Indonesian *Eucheuma spinosum*. Alchemy: Journal of Chemistry, 9(1): 1-6.
- Ismawanti, R. D., Putri, W. D. R., Murtini, E. S., Purwoto, H. 2020. Edible Film made of Corn Starch-Carrageenan-Rice Bran: The Characteristic of Formula's Viscosity, Water Content, and Water Vapor Transmission Rate. Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri, 9(3): 173-183.
- Juliani, D., Suyatma, N. E., Taqi, F. M. 2022. Pengaruh waktu pemanasan, jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap karakteristik edible film K-karagenan. Jurnal Keteknikan Pertanian, 10(1): 29-40.
- Khaira, K. 2010. Menangkal Radikal Bebas dengan Anti-oksidan. Jurnal Sainstek, 2(2): 183-187.
- Kirana, A. A. 2017. Aplikasi *Edible Coating* dari Pati Umbi Garut dengan Penambahan Bawang Putih (*Allium sativum*) sebagai Antibakteri Pelapis Otak-Otak, *Skripsi*, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Lee, C. H., Khalina, A., Lee, S. H. 2021. Importance of Interfacial Adhesion Condition on Characterization of Plant-Fiber-Reinforced Polymer Composites: A Review. Polymers, 13(3): 1-22.
- Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. Journal of AOAC International, 88(5): 1269-1278.



- Lesti, A., Cristy, G., Aguastina, S., Nata, I. R. 2020. Synthesis and Characterization of Starch-Based Functional Edible Film. *Konversi*, 9(2): 92-97.
- Lismawati. 2017. Pengaruh Penambahan *Plasticizer* Gliserol terhadap Karakteristik *Edible Film* dari Pati Kentang (*Solonom tuberosum* L.), Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar.
- Mahardani, O. T. & Yuanita, L. 2021. Efek Metode Pengolahan dan Penyimpanan Terhadap Kadar Senyawa Fenolik dan Aktivitas Antioksidan. *UNESA Journal of Chemistry*, 10(1): 64-78.
- Meganingtyas, W., Alauhdin, M. 2021. Ekstraksi Antosianin dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*) dan Pemanfaatannya sebagai Indikator Alami Titrasi Asam Basa. *agriTECH*, 41(3): 278-284.
- Monika, S., Yoswaty, D., Nursyirwani. 2019. Test The Ability of Sediment Bacteria Isolates in Degradating Phenol. *Asian Journal of Aquatic Sciences*. 2(1): 79-84.
- Müller, P. dan Schmid, M. 2019. Intelligent packaging in the food sector: a brief overview. *Foods*, 8(1): 1-12.
- Mustapa, R., Restuhadi, F., Efendi, R. 2017. Pemanfaatan kitosan sebagai bahan dasar pembuatan edible film dari pati ubi jalar kuning. *Jom Faperta*, 4(2): 1-12.
- Narayanan, G. P., Radhakrishnan, P., Baiju, P., Mubeena, A. S. 2023. Fabrication of Butterfly Pea Flower Anthocyanin-Incorporated Colorimetric Indicator Film Based on Gelatin/Pectin for Monitoring Fish Freshness. *Food Hydrocolloids for Health*, 4(2): 1-10.
- Nikmanesh, A., Baghaei, H., Nafchi, A. M. 2023. Development and Characterization of Antioxidant and Antibacterial Films Based on Potato Starch Incorporating *Viola odorata* Extract to Improve the Oxidative and Microbiological Quality of Chicken Fillets during Refrigerated Storage. *Foods*, 12(15): 1-19.
- Nomer, N. M. G. R., Duniaji, A. S., Nociantri, K. A. 2019. Kandungan Senyawa Flavonoid dan Antosianin Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.) serta Aktivitas Antibakteri Terhadap *Vibrio cholerae*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(2): 216-225.
- Noviadji, B. R. 2014. Desain kemasan tradisional dalam konteks kekinian. *Jurnal Fakultas Desain*, 3(1): 10-21.
- Nursyahrhan & Fathuddin. 2018. Pemanfaatan Limbah Tepung Cangkang Telur sebagai Bahan Substitusi Tepung Ikan pada Bahan Baku Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Agrokompleks*, 19(1): 58-65.
- Nwiyoronu, J., Umeileka, C. C., Duru, R. U., Otaigbe, J. O. E. 2022. Effects of Cassava Peel and Eggshell on Some Properties of High-Density Polyethylene Composites. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research Series A: Physical Sciences*, 65(3): 214-255.
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., Ngapa, Y. D. 2018. Review: Antosianin dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia*, 8(2): 79-97.
- Purwanto, U. M. S., Aprilia, K., Sulistyani. 2022. Antioxidant Activity of Telang (*Clitoria ternatea* L.) Extract in Inhibiting Lipid Peroxidation. *Current Biochemistry*, 9(1): 26-37.



- Putri, C. I., Warkoyo, Siskawardani, D. D. 2022. Karakteristik Edible Film Berbasis Pati Bentul (*Colacasia Esculenta* (L) Schoott) dengan Penambahan Gliserol dan Filtrat Kunyit Putih (*Curcuma zedoaria* Rosc). Food Technology dan Halal Science Journal, 5(1): 109-124.
- Rachmani, I. D., Kusnandar, F., Yuliana, N. D., Regina, Y., Massijaya, M. Y., Budijanto, S. 2015. 3-Monokloro-1,2-Propandiol pada kemasan kertas dupleks serta migrasinya ke dalam simulasi pangan. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, 26(1): 44-51.
- Radhiyatullah, A., Indriani, N., Ginting, M. H. S. 2015. Pengaruh berat pati dan volume *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik *film* bioplastik pati kentang. Jurnal Teknik Kimia USU, 4(3): 35-39.
- Rahmadhia, S. N., Saputra, Y. A., Juwitaningtyas, T., Rahayu, W. M. 2022. Intelligent Packaging as a pH-Indicator Based on Cassava Starch with Addition of Purple Sweet Potato Extract (*Ipomoea batatas* L.). Journal of Functional Food and Nutraceutical, 4(1): 37-47.
- Resmisari, W. (2014). Analisis Antosianin pada Buah Duwet (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) dengan metode pH Differential-Spektrofotometri Sinar Tampak, *Skripsi*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung.
- Ridlo, A., Sedjati, S., Supriyanti, E., Zanjabilam D. A. 2023. Pengembangan dan Karakterisasi Bioplastik Karagenan-Alginat-Gliserol dengan Perlakuan Kalsium Klorida. Buletin Oseanografi Marina Februari, 12(1): 43-53.
- Ristanti, E. W., Kismiati, S., Harjanti, D. W. 2017. Pengaruh Lama Pemaparan pada Suhu Ruang Terhadap Total Bakteri, pH dan Kandungan Protein Daging Ayam di Pasar Tradisional Kabupaten Semarang. Agromedia: Berkala Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian. 35(1):50-57.
- Salim, S. A., Saputri, F. A., Saptarini, N. M., Levita, J. 2020. Review Artikel: Kelebihan dan Keterbatasan Pereaksi Folin-Ciocalteu dalam Penentuan Kadar Fenol Total pada Tanaman. Farmaka, 18(1): 46-57.
- Samart Sai-Ut. 2021. Using Anthocyanin Extracts from Butterfly Pea as pH Indicator for Intelligent Gelatin Film and Methylcellulose Film. Current Applied Science and Technology, 21: 652661. <https://doi.org/10.14456/CAST.2021.52>
- Santoso, B., Waty, D. A., Rosidah, U., Hermanto. 2022. The effect of Incorporation of Gambier Filtrate and Rosella Flower Petals Extracts on Mechanical Properties and Antioxidant Activity of Canna Starch Based Active Edible Film. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 16: 388-397.
- Selpiana, Patricia, Anggraeni, C. P. 2016. Pengaruh Penambahan Kitosan dan Gliserol pada Pembuatan Bioplastik dari Ampas Tebu. Jurnal Teknik Kimia, 22(1):18-24.
- Setyawijaya, G. N. 2020. Stabilitas Antioksidan dan Fenolik pada Proses Preparasi Minuman Herbal Daun Pegagan (*Centella asiatica* L. urban), Skripsi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata.



- Soegiarto, R. A. 2013. Aplikasi Kitosan sebagai Pengawet Alami dari Kulit Udang Pogol (*Metapenaeus monoceros* Fab.) pada Sosis Daging Sapi. Skripsi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Thuvandini, G. M. 2017. Penentuan Nilai *Sun Protecting Factor* (SPF) Ekstrak Etanol Beras Hitam (*Oryza sativa* L. *indica*) secara *In Vitro* dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS, Skripsi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- Wahida, B. Q., Hermanto, D., Handayani, S. S. 2023. Pembuatan Sensor Kesegaran Bahan Pangan Berbasis Imobilisasi Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) pada Membran Nata De Coco, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram.
- Zuraida, Sulistyani, Sajuthi, D., Suparto, I. H. 2017. Fenol, Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Kulit Batang Pulai (*Alstonia scholaris* R. Br). Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 35(3): 211-219.